



TESIS DOCTORAL

**ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN
LOS INVERNADEROS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE
EXTREMADURA**

TEODORO GARCÍA WHITE

**R007 - PROGRAMA DE DOCTORADO EN MODELIZACIÓN Y
EXPERIMENTACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA POR LA UNIVERSIDAD DE
EXTREMADURA**

2021



TESIS DOCTORAL

**ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN
LOS INVERNADEROS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE
EXTREMADURA**

TEODORO GARCÍA WHITE

**R007 - PROGRAMA DE DOCTORADO EN MODELIZACIÓN Y
EXPERIMENTACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA POR LA UNIVERSIDAD DE
EXTREMADURA**

2021

Conformidad de los Directores

Fdo: María Teresa Miranda
García-Cuevas

Fdo: Irene Montero Puertas

Fdo. Víctor Valero Amaro

A María José y a María

[...] A los 15 años empecé a trabajar en las "pilas eléctricas" [...]. "Los ácidos" era el taller en el que se preparaba la pasta. Había allí grandes cubas y bombonas con ácidos. Creo que era ácido clorhídrico. A la mezcla de harina de centeno y serrín agregábamos el ácido y lo amasábamos cuidadosamente. No era un trabajo de niños. El ácido lo quemaba todo. Íbamos vestidas con sacos de yute que nos formaban un extraño caparazón. Un trapo alrededor de la cabeza. Zapatones en los pies, de donde salían mis piernas endebles y flacas como palos de escoba. Con los brazos desnudos hasta el codo amasábamos la pasta. Aquello picaba, aquello quemaba. El ácido exhalaba un olor fuerte que producía dolor de cabeza. Cada cuarto de hora necesitaba salir a respirar el aire. Tenía unos dedos enormes, hinchados en una especie de lepra y llenos de llagas que supuraban. Y así estábamos todas. Mientras trabajábamos sentíamos deseos de rascarnos la cara. Llevábamos la mano y dejábamos allí una huella de pasta. Y al día siguiente, allí teníamos una pupa más. O recibíamos salpicaduras de un cucharón manejado imprudentemente [...].

(El pecado del mundo)

Maxence van der Meersch

AGRADECIMIENTOS

A María José y a María, por su incansable amor, apoyo y comprensión.

A las doctoras D^a. María Teresa Miranda García-Cuevas y D^a. Irene Montero Puertas y al doctor D. Víctor Valero Amaro, por su tutela y por creer en mi trabajo más que yo mismo.

A D^a. Ana Salguero Chaves, amiga más que compañera y bibliotecaria de la Escuela de Ingenierías Agrarias, por su paciencia y amabilidad ante mis constantes solicitudes de material bibliográfico.

A D^a. María José Poblaciones, profesora de Agrarias, por su constante apoyo y ánimo a lo largo de estos años.

A todas aquellas personas que han mostrado interés por este trabajo y me han animado a terminarlo, a pesar de todas las dificultades.

A los que me han motivado con su ejemplo.

A todos aquellos trabajadores y empresarios que desinteresadamente me han proporcionado una información muy valiosa sobre las condiciones de trabajo en sus invernaderos.

ABREVIACIONES

- AAP: *Ambient Air Pollution* (Acidificación del Aire)
- AAPP: Administraciones Públicas
- ACV: Análisis del Ciclo de Vida
- ADI: *Acceptable Daily Intake* (Ingesta Diaria Aceptable)
- ADP: *Abiotic Depletion Potential* (Conservación de los Recursos Abióticos)
- AEMET: Agencia Estatal de Meteorología
- ARfD: *Acute Reference Dose* (Dosis Aguda de Referencia)
- AT: Accidente de Trabajo
- AV: Acetato de Vinilo
- CCAA: Comunidades Autónomas
- CE: Conductividad Eléctrica
- CED: *Cumulative Energy Demand* (Demanda Acumulada de Energía)
- C.F.: Comunidad Foral
- CFD: *Computational Fluid Dynamics* (Dinámica de Fluidos Computacional)
- CFL: *Compact Fluorescent Lamp* (Lámpara Fluorescente Compacta)
- CJSA: *Construction Job Safety Analysis* (Análisis de Seguridad en el Trabajo de Construcción)
- CO: Monóxido de Carbono
- CO₂: Dióxido de Carbono
- CoPSoQ: *Copenhagen Psychosocial Questionnaire* (Cuestionario Psicosocial de Copenhague)
- DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades
- DL50: Dosis Letal 50 (%)
- DP: *Dew Point* (Punto de Rocío)
- DPV: Déficit de Presión de Vapor
- DR: *Draught Rate* (Riesgo de Corriente de Aire)
- ELS: Estados Límites de Servicio
- ELU: Estados Límites Últimos
- ENCTSA: Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario
- EP: Enfermedad Profesional

EPC: Equipo de Protección Colectiva

EPI: Equipo de Protección Individual

ET₀: Evapotranspiración de Referencia

EU: Eutrofización

EVA: Etilén-Vinil-Acetato

GC: *Gas Chromatography* (Cromatografía de Gases)

GW: *Global Warming* (Calentamiento Global)

HALS: *Hindered Amines Light Stabilizers* (Fotoestabilizadores en base a Aminas para Plásticos)

IgE: Inmunoglobulina E

INSST: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

IREQ: *Isolation Requirements* (Aislamiento Requerido de la Ropa)

ISTAS: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud

LAI: *Leaf Area Index* (Índice del Área Foliar)

LED: *Light Emitting Diode* (Diodo Emisor de Luz)

LMR: Límites Máximos de Residuos

MBI-GS: *Maslach Inventory Burnout-General Survey*

MMQP: Manipulación Manual de Cargas Pesadas

MS: *Mass Spectrometry* (Espectrometría de Masas)

MSV: Materia Seca Vegetal

NAR: *Net Assimilation Rate* (Tasa de Asimilación Neta)

NGR: Nivel Genérico de Referencia

NIR: *Near Infrared* (Radiación Infrarroja Cercana)

NO_x: Óxidos de Nitrógeno

NTP: Nota Técnica de Prevención

OCA: Oficina Comarcal Agraria

OMS: Organización Mundial de la Salud

PAR: *Photosynthetic Active Radiation* (Radiación Fotosintéticamente Activa)

PC: Policarbonato

PE: Polietileno

PEBD: Polietileno de Baja Densidad Normal

PEIR: *Polyethylene Infrared* (Polietileno Térmico)

PELD: Polietileno de Larga Duración

PET: Producción Estándar Total

PMMA: Polimetacrilato de Metilo

PMV: *Predicted Mean Vote* (Voto Medio Estimado)

POP: *Photo-Oxidants Production* (Formación de Foto-Oxidantes)

PPD: *Percentage of Dissatisfied* (Porcentaje de Personas Insatisfechas)

ppm: partes por millón

PRL: Prevención de Riesgos Laborales

PVC: *Polyvinyl Chloride* (Policloruro de Vinilo)

PVD: Pantalla de Visualización de Datos

PVF: *Polyvinyl Fluoride* (Fluoruro de Polivinilo)

PVS: Presión de Vapor de Saturación

R.D.: Real Decreto

R.D.L.: Real Decreto Legislativo

rpm: revoluciones por minuto

RPUA: Residuos Plásticos de Uso Agrícola

RS: Radiación Solar

SIGPAC: Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas

SO₂: Dióxido de Azufre

SP: Servicio de Prevención

SPT: *Skin Prick Test*

ssp: subespecie

TL5: *Tube Light 5* (Lámpara de Luz Fluorescente de Alta Eficacia)

TLD: *Tube Light D* (Lámpara de Luz Fluorescente Estándar)

TM: Término Municipal

TME: Trastorno Músculo-Esquelético

TPR: Temperatura de Punto de Rocío

TU: *Tetranychus urticae*

UVA: Radiación Ultravioleta A

UVB: Radiación Ultravioleta B

UVC: Radiación Ultravioleta C

VCC: Vibración de Cuerpo Completo

VMB: Vibración Mano-Brazo

VS: Vigilancia de la Salud

WBGT: *Wet Bulb Globe Temperature* (Índice de Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo)

WCI: *Wind Chill Index* (Índice de Enfriamiento por el Viento)

Índice

Abstract	54
Resumen	55
Résumé	56
Resumo	57
Capítulo 1. Introducción.....	58
1.1. Alcance del trabajo	58
1.2. Antecedentes	59
1.2.1. Extremadura.....	63
1.2.2. Prevención de riesgos laborales y siniestralidad	64
1.3. Objetivos del trabajo.....	70
1.4. Descripción de capítulos	71
Capítulo 2. El invernadero.....	73
2.1. Definición de invernadero.....	73
2.2. Historia y evolución de los invernaderos.....	75
2.3. Tipos de invernaderos.....	76
2.4. Elementos constructivos	81
2.5. Materiales de cubierta.....	85
2.5.1. Materiales plásticos.....	85
2.5.1.1. Plásticos flexibles.....	88
2.5.1.2. Plásticos rígidos	89
2.5.2. Material de vidrio.....	91
2.5.3. Criterios para la elección del material de cubierta.....	91
2.5.4. Mantenimiento del material de cubierta.....	91
2.6. Gestión de los residuos de los plásticos de uso agrícola.....	93
2.7. Impacto ambiental del invernadero	95
2.8. Tecnología del invernadero.....	95
2.8.1. Ventilación.....	96
2.8.2. Refrigeración	98
2.8.3. Calefacción	98
2.8.4. Iluminación.....	100
2.8.5. Enriquecimiento carbónico.....	102
2.8.6. Equipamiento y automatización.....	103
2.9. Variables climáticas.....	104
2.9.1. Radiación	104
2.9.1.1. Tipos de radiación.....	104

2.9.1.2. La radiación y el invernadero.....	105
2.9.1.3. El papel de la radiación en la fisiología del cultivo.....	108
2.9.2. Temperatura.....	110
2.9.2.1. La temperatura y el invernadero.....	110
2.9.2.2. Efectos de la temperatura en la fisiología de la planta.....	111
2.9.3. Humedad.....	112
2.9.3.1. La humedad y el invernadero.....	112
2.9.3.2. Efectos de la humedad sobre el cultivo.....	113
2.9.4. Viento.....	114
2.9.5. CO ₂	118
2.9.5.1. El CO ₂ en el invernadero.....	118
2.9.5.2. Influencia de la ventilación en la concentración de CO ₂ en el invernadero.....	120
2.9.5.3. Efectos del CO ₂ sobre el dosel vegetal.....	121
2.9.6. Usos del agua.....	122
2.9.6.1. Agua de riego.....	122
2.9.6.2. Refrigeración por evaporación de agua.....	125
2.9.6.3. Fertirrigación.....	126
2.9.6.4. El problema de la salinidad.....	126
2.9.6.5. El agua y la planta.....	127
2.9.6.6. Las precipitaciones.....	128
2.9.7. Intercambios de calor en el invernadero.....	129
2.9.7.1. Radiación térmica.....	130
2.9.7.2. Transferencias convectivas.....	131
2.9.7.3. Consumo de energía del invernadero.....	133
2.9.7.4. Balance de energía en el invernadero.....	135
Capítulo 3. Seguridad y salud en invernaderos.....	139
3.1. Peculiaridades preventivas del sector agrícola.....	139
3.2. Prevención de riesgos laborales en invernaderos.....	141
3.2.1. Introducción.....	141
3.2.2. Tareas relacionadas con el trabajo en invernaderos.....	143
3.2.3. Escenario preventivo en la construcción de invernaderos.....	146
3.2.3.1. Influencia del tamaño de la empresa en la siniestralidad.....	148
3.2.3.2. Influencia de otros factores en la siniestralidad.....	150
3.2.4. Riesgos de Seguridad en invernaderos.....	152
3.2.4.1. Riesgos de Seguridad en los lugares de trabajo y agentes materiales.....	152
3.2.4.2. Daños personales causados por los accidentes de trabajo.....	159
3.2.4.3. Medidas preventivas generales.....	164

3.2.4.4. Medidas preventivas específicas	164
3.2.4.5. El accidente de trabajo.....	171
3.2.5. Riesgos higiénicos específicos de invernaderos	172
3.2.5.1. Riesgos higiénicos físicos	173
3.2.5.1.1. Evaluación del ambiente térmico.....	173
3.2.5.1.2. Patologías causadas por un ambiente térmico hostil por calor	174
3.2.5.1.3. Prevención del estrés térmico.....	175
3.2.5.2. Riesgos higiénicos químicos.....	177
3.2.5.2.1. Acumulación de metales pesados en el suelo agrícola	178
3.2.5.2.2. Plaguicidas: consideraciones generales	179
3.2.5.2.3. Plaguicidas: toxicocinética.....	182
3.2.5.2.4. Patologías por plaguicidas y otras sustancias en trabajadores no protegidos	185
3.2.5.2.5. Prevención de los riesgos higiénicos químicos	188
3.2.5.3. Riesgos higiénicos biológicos	189
3.2.5.3.1. Agentes biológicos: ácaros.....	191
3.2.5.3.2. Agentes biológicos: bacterias.....	192
3.2.5.3.3. Agentes biológicos: hongos	193
3.2.5.3.4. Agentes biológicos: material vegetal.....	194
3.2.5.3.5. Otros agentes biológicos.....	195
3.2.5.3.6. Prevención de los riesgos higiénicos biológicos	196
3.2.6. Riesgos ergonómicos específicos de invernaderos	198
3.2.6.1. Carga física de trabajo.....	200
3.2.6.2. Trastornos músculo-esqueléticos en la agricultura.....	203
3.2.6.3. Prevención de los riesgos ergonómicos: intervenciones ergonómicas.....	207
3.2.6.4. Tipos de intervenciones ergonómicas	207
3.2.6.5. Medidas básicas de control de los riesgos ergonómicos.....	210
3.2.7. Riesgos psicosociales.....	211
3.2.7.1. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo.....	214
3.2.7.1.1. Acoso laboral y sexual en el trabajo.....	215
3.2.7.1.2. Apoyo social en el trabajo	216
3.2.7.1.3. Autonomía en el trabajo.....	218
3.2.7.1.4. Carga mental del trabajo.....	218
3.2.7.1.5. Conflicto y ambigüedad de rol.....	219
3.2.7.1.6. Control sobre el trabajo.....	219
3.2.7.1.7. Doble presencia.....	220
3.2.7.1.8. Edad	220
3.2.7.1.9. Estacionalidad de las contrataciones	221

3.2.7.1.10. Estilo de liderazgo.....	221
3.2.7.1.11. Estructura de la organización.....	222
3.2.7.1.12. Horario y duración de la jornada laboral.....	222
3.2.7.1.13. Implicación emocional en el trabajo.....	222
3.2.7.1.14. Monotonía y repetitividad en el trabajo.....	222
3.2.7.1.15. Pausas y descansos.....	223
3.2.7.1.16. Promoción profesional.....	224
3.2.7.1.17. Recompensas.....	224
3.2.7.1.18. Ritmo de trabajo.....	224
3.2.7.1.19. Sexo.....	225
3.2.7.1.20. Tecnología.....	225
3.2.7.1.21. Trabajos aislados.....	225
3.2.7.1.22. Turnicidad y nocturnidad.....	226
3.2.7.1.23. Variedad, enriquecimiento y rotación de tareas.....	226
3.2.7.2. Estrés laboral.....	227
3.2.7.3. Satisfacción laboral.....	230
3.2.7.4. Patologías de origen psicosocial.....	231
3.2.7.4.1. Depresión de etiología laboral.....	232
3.2.7.4.2. Fatiga mental profesional.....	232
3.2.7.4.3. Síndrome de estar quemado por el trabajo.....	232
3.2.7.5. Prevención de los riesgos psicosociales.....	234
3.2.7.5.1. Marco normativo y laboral de la prevención de los riesgos psicosociales.....	234
3.2.7.5.2. Intervenciones psicosociales.....	234
3.2.7.5.3. Prevención del estrés laboral.....	237
3.2.7.5.4. Prevención de la fatiga mental crónica.....	238
3.2.7.5.5. Prevención del síndrome de estar quemado por el trabajo.....	238
3.2.7.5.6. Prevención del acoso laboral y sexual en el trabajo.....	239
3.2.7.5.7. Intervenciones psicosociales dirigidas a la protección de la maternidad.....	240
3.2.7.5.8. Prevención de riesgos psicosociales en trabajadores mayores.....	241
3.2.7.5.9. Prevención de riesgos psicosociales en trabajadores aislados y temporeros.....	241
3.2.7.5.10. Herramientas para evaluar los riesgos psicosociales.....	241
3.2.7.5.11. Medidas básicas de control de los riesgos psicosociales.....	247
Capítulo 4. Materiales y métodos.....	249
4.1. Proceso de diseño y entrega de encuestas.....	249
4.1.1. Diseño de la encuesta.....	249
4.1.2. Ámbito geográfico del estudio.....	253
4.1.3. Proceso de localización de los invernaderos.....	254

4.1.4. Distribución y recogida de las encuestas.....	254
4.1.5. Complicaciones surgidas durante el proceso de distribución	256
4.2. Invernadero de referencia.....	257
4.2.1. Emplazamiento del invernadero	257
4.2.2. Características técnicas del invernadero	257
4.3. Medidor de ambiente térmico para interiores	261
4.3.1. Características técnicas.....	261
4.3.2. Ventajas que aporta su uso.....	263
4.4. Microestación climática para exteriores.....	264
4.5. Caracterización de suelos.....	265
4.6. Visor SIGPAC Versión 2.3.....	267
4.7. IBM SPSS® Statistics Base Versión 22.0 para Windows	268
Capítulo 5. Resultados y discusión I (ambiente térmico y metales pesados).....	270
5.1. Resultados del estudio del ambiente térmico	270
5.1.1. Consideraciones previas	270
5.1.2. Caracterización climática	270
5.1.2.1. Caracterización climática de la zona de registro de datos.....	270
5.1.2.2. Caracterización climática de Extremadura.....	272
5.1.3. Selección de parámetros climáticos	275
5.1.4. Resultados del análisis climático.....	280
5.1.4.1. Análisis climático exterior	280
5.1.4.1.1. Temperatura exterior	281
5.1.4.1.2. Humedad relativa exterior.....	286
5.1.4.1.3. Radiación solar.....	291
5.1.4.1.4. Temperatura de punto de rocío	295
5.1.4.1.5. Correlaciones entre las variables climáticas exteriores.....	298
5.1.4.2. Análisis climático interior.....	300
5.1.4.2.1. Temperatura interior durante el período cálido.....	300
5.1.4.2.2. Temperatura interior durante el período frío.....	308
5.1.4.2.3. Humedad relativa interior durante el período cálido	314
5.1.4.2.4. Humedad relativa interior durante el período frío	321
5.1.4.2.5. Velocidad del aire	327
5.1.4.2.6. Presión atmosférica.....	332
5.1.4.2.7. Índice de Voto Medio Estimado o PMV (<i>Predicted Mean Vote</i>)	336
5.1.4.2.8. Porcentaje de Personas Insatisfechas o PPD.....	351
5.1.4.2.9. Índice WBGT (<i>Wet Bulb Globe Temperature</i>)	361
5.1.4.2.10. Índice de Incomodidad por Corriente de Aire o DR (<i>Draught Rate</i>)	369

5.1.4.2.11. Índice de Enfriamiento por el Viento o WCI (<i>Wind Chill Index</i>)	376
5.1.4.2.12. Correlaciones entre las variables climáticas interiores	380
5.1.4.3. Correlaciones entre las variables climáticas exteriores e interiores	384
5.2. Resultados del análisis de metales pesados	386
Capítulo 6. Resultados y discusión II (encuestas)	389
6.1. Resultados procedentes de las encuestas a los trabajadores	389
6.1.1. Datos personales: resultados	389
6.1.1.1. Sexo (1)	389
6.1.1.2. Edad (2)	390
6.1.1.3. Titulación profesional o académica reglada (3)	392
6.1.1.4. Minusvalías y enfermedades crónicas respiratorias o cutáneas (4-6)	394
6.1.1.5. Lesiones o enfermedades crónicas causadas por el trabajo (7)	394
6.1.2. Datos profesionales: resultados	395
6.1.2.1. Relación laboral en la explotación (8)	395
6.1.2.2. Puesto de trabajo en el invernadero y principales tareas realizadas (9-10)	398
6.1.2.3. Antigüedad (11)	399
6.1.2.4. Bajas médicas de etiología laboral y tareas que las ocasionan (12-13)	400
6.1.2.5. Accidentes <i>in itinere</i> (14)	403
6.1.3. Datos relacionados con la explotación	404
6.1.3.1. Número de trabajadores en invernaderos extremeños en temporada alta (15)	405
6.1.3.2. Morfología de los invernaderos: estructura y material de cubierta (16-17)	406
6.1.3.3. Residuos de invernadero: tipos, tratamientos y problemas detectados (18-21)	408
6.1.3.4. Formación medioambiental de los trabajadores (22-23)	410
6.1.4. Resultados en materia de prevención de riesgos laborales	412
6.1.4.1. Vigilancia de la salud (24)	412
6.1.4.2. Formación e información en prevención de riesgos laborales (25-30)	413
6.1.4.3. Aspectos relacionados con el puesto de trabajo	419
6.1.4.3.1. Dimensiones del puesto de trabajo (31)	419
6.1.4.3.2. Posturas de trabajo (32-33)	420
6.1.4.3.3. Manipulación manual de cargas (34)	423
6.1.4.3.4. Exigencia física y cansancio entre jornadas de trabajo (35-37)	425
6.1.4.3.5. Presencia de obstáculos en los lugares de trabajo y zonas de paso (38)	428
6.1.4.3.6. Riesgos presentes en el trabajo (39-40)	430
6.1.4.3.7. Molestias de origen laboral en el aparato locomotor. Regiones afectadas (41)	437
6.1.4.4. Análisis de los riesgos higiénicos físicos	439
6.1.4.4.1. Temperatura (42-44)	440
6.1.4.4.2. Humedad (45-46)	443

6.1.4.4.3. Vestimenta (47).....	446
6.1.4.4.4. Radiación solar (48).....	447
6.1.4.4.5. Corrientes de aire (49)	449
6.1.4.4.6. Ruido (50).....	449
6.1.4.4.7. Iluminación (51-53).....	452
6.1.4.4.8. Contaminación del aire del invernadero (54)	455
6.1.4.5. Equipos de trabajo	457
6.1.4.5.1. Equipos de trabajo peligrosos (55)	457
6.1.4.5.2. Equipos de trabajo defectuosos (56).....	459
6.1.4.5.3. Formación e información sobre el uso correcto de los equipos de trabajo (57).....	461
6.1.4.5.4. Manuales de los equipos de trabajo (58)	462
6.1.4.5.5. Mantenimiento de los equipos de trabajo (59).....	464
6.1.4.5.6. Equipos de protección (60-63).....	465
6.1.4.6. Equipos de protección contra incendios (64-67).....	471
6.1.4.7. Agentes contaminantes químicos y biológicos.....	476
6.1.4.7.1. Contaminantes químicos (68-70)	477
6.1.4.7.2. Tratamientos fitosanitarios (71-73).....	480
6.1.4.7.3. Contaminantes biológicos (74).....	485
6.1.4.8. Análisis de los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo	487
6.1.4.8.1. Demandas psicológicas del trabajo.....	488
6.1.4.8.1.1. Rapidez en la toma de decisiones (75)	489
6.1.4.8.1.2. Acumulación de tareas entre jornadas de trabajo (76).....	489
6.1.4.8.1.3. Aprendizaje de nuevos contenidos en el trabajo (77)	490
6.1.4.8.1.4. Atención requerida por el trabajo (78)	491
6.1.4.8.1.5. Ritmo de trabajo (79).....	492
6.1.4.8.1.6. Gravedad de las consecuencias de cometer un error (80).....	494
6.1.4.8.1.7. Variedad de tareas (81)	495
6.1.4.8.1.8. Conflicto de rol (82).....	496
6.1.4.8.1.9. Trabajos aislados o posibilidad de establecer relaciones sociales en el trabajo (83)	497
6.1.4.8.1.10. Duración de la jornada laboral semanal (84).....	499
6.1.4.8.1.11. Turnicidad (85)	501
6.1.4.8.1.12. Nocturnidad (86).....	502
6.1.4.8.2. Autonomía y control sobre el trabajo	504
6.1.4.8.2.1. Control sobre el orden de realización de las tareas (87)	505
6.1.4.8.2.2. Grado de iniciativa aplicada al trabajo (88)	506
6.1.4.8.2.3. Control sobre la elección del período vacacional (89)	507
6.1.4.8.2.4. Posibilidad de dejar temporalmente el trabajo por un asunto personal urgente (90)....	509

6.1.4.8.3. Recompensas	509
6.1.4.8.3.1. Promoción profesional (91).....	510
6.1.4.8.3.2. Salario neto percibido (92).....	510
6.1.4.8.3.3. Satisfacción con el salario (93)	512
6.1.4.8.3.4. Tipo o modalidad salarial (94).....	514
6.1.4.8.4. Implicación emocional	514
6.1.4.8.4.1. Grado de preocupación por los problemas laborales (95).....	515
6.1.4.8.4.2. Situaciones laborales con afectación emocional (96).....	516
6.1.4.8.4.3. Situaciones de posible acoso laboral (97)	516
6.1.4.8.5. Apoyo social.....	518
6.1.4.8.5.1. Relaciones personales con los superiores jerárquicos (98).....	519
6.1.4.8.5.2. Relaciones personales con los compañeros (99).....	520
6.1.4.8.5.3. Relaciones personales con los subordinados (100).....	521
6.1.4.8.6. Identificación del trabajador con su empresa.....	523
6.1.4.8.6.1. Consideración subjetiva de la importancia del propio trabajo (101).....	523
6.1.4.8.6.2. Presumir de la empresa en el ámbito extralaboral (102).....	524
6.1.4.8.7. Estado de salud del trabajador	525
6.1.4.8.7.1. Días de baja por enfermedad en los últimos 12 meses (103).....	525
6.1.5. Análisis de las dimensiones sobre seguridad y salud en invernaderos.....	526
6.1.6. Correlaciones derivadas de la encuesta.....	532
6.1.6.1. Relación 1-2: Sexo-Edad. Análisis de frecuencias	532
6.1.6.2. Hipótesis 1-3: Sexo-Titulación académica oficial	534
6.1.6.3. Hipótesis 1-6: Sexo-Trastorno cutáneo crónico/recurrente de origen laboral	536
6.1.6.4. Hipótesis 1-8: Sexo-Relación laboral en la explotación.....	536
6.1.6.5. Hipótesis 1-9: Sexo-Tarea principal desempeñada en el invernadero	538
6.1.6.6. Hipótesis 1-10: Sexo-Tareas frecuentes desempeñadas en el invernadero	539
6.1.6.7. Hipótesis 1-11: Sexo-Antigüedad en la explotación.....	540
6.1.6.8. Hipótesis 1-15: Sexo-Tamaño de la plantilla en temporada alta.....	541
6.1.6.9. Hipótesis 1-24: Sexo-Vigilancia de la salud	543
6.1.6.10. Hipótesis 1-33: Sexo-Posturas habituales de trabajo	544
6.1.6.11. Hipótesis 1-34: Sexo-Manipulación manual de cargas pesadas	546
6.1.6.12. Hipótesis 1-35: Sexo-Exigencias físicas del trabajo.....	547
6.1.6.13. Hipótesis 1-36: Sexo-Nivel de agotamiento físico tras la jornada laboral.....	548
6.1.6.14. Hipótesis 1-39: Sexo-Riesgos presentes en el trabajo	549
6.1.6.15. Hipótesis 1-40: Sexo-Posibles causas de accidentes de trabajo.....	553
6.1.6.16. Hipótesis 1-41: Sexo-Molestias musculares o articulares de origen laboral.....	556
6.1.6.17. Hipótesis 1-43: Sexo-Satisfacción con la temperatura de trabajo	557

6.1.6.18. Hipótesis 1-44: Sexo-Percepción sobre el ambiente térmico del invernadero	558
6.1.6.19. Hipótesis 1-49: Sexo-Incomodidad por corrientes de aire.....	560
6.1.6.20. Hipótesis 1-55: Sexo-Equipos de trabajo peligrosos.....	562
6.1.6.21. Hipótesis 1-71/73: Sexo-Aplicación de los tratamientos fitosanitarios	565
6.1.6.22. Hipótesis 1-76: Sexo-Acumulación de trabajo entre jornadas laborales	568
6.1.6.23. Hipótesis 1-81: Sexo-Variedad de tareas.....	569
6.1.6.24. Hipótesis 1-84: Sexo-Número de días de trabajo por semana.....	570
6.1.6.25. Hipótesis 1-85: Sexo-Turnicidad.....	571
6.1.6.26. Hipótesis 1-88: Sexo-Iniciativa en el trabajo	572
6.1.6.27. Hipótesis 1-92: Sexo-Salario neto mensual.....	574
6.1.6.28. Hipótesis 1-93: Sexo-Satisfacción con el salario.....	575
6.1.6.29. Hipótesis 1-97: Sexo-Episodios de discriminación o humillación laboral.....	576
6.1.6.30. Hipótesis 1-98: Sexo-Existencia de superiores jerárquicos	578
6.1.6.31. Hipótesis 1-99: Sexo-Existencia de compañeros.....	578
6.1.6.32. Hipótesis 2-3: Edad-Formación académica oficial	579
6.1.6.33. Hipótesis 2-5: Edad-Enfermedad respiratoria crónica	581
6.1.6.34. Hipótesis 2-8: Edad-Tipo de relación laboral	582
6.1.6.35. Hipótesis 2-10: Edad-Tarea frecuente: tratamientos fitosanitarios.....	583
6.1.6.36. Hipótesis 2-11: Edad-Antigüedad en la explotación.....	584
6.1.6.37. Hipótesis 2-12: Edad-Bajas médicas de origen laboral.....	586
6.1.6.38. Hipótesis 2-15: Edad-Tamaño de la plantilla laboral en temporada alta	587
6.1.6.39. Hipótesis 2-16: Edad-Morfología de la estructura del invernadero.....	589
6.1.6.40. Hipótesis 2-25: Edad-Formación en PRL a cargo de la empresa	590
6.1.6.41. Hipótesis 2-29: Edad-Técnicas formativas más efectivas	592
6.1.6.42. Hipótesis 2-37: Edad-Recuperación física entre jornadas de trabajo	594
6.1.6.43. Hipótesis 2-38: Edad-Presencia de obstáculos en lugares de trabajo	596
6.1.6.44. Hipótesis 2-39: Edad-Riesgos presentes en el trabajo	597
6.1.6.45. Hipótesis 2-40: Edad-Causas probables de accidente de trabajo	600
6.1.6.46. Hipótesis 2-42: Edad-Conocimiento de la temperatura del invernadero.....	602
6.1.6.47. Hipótesis 2-59: Edad-Satisfacción mantenimiento equipos de trabajo.....	603
6.1.6.48. Hipótesis 2-60: Edad-Frecuencia de utilización de los equipos de protección.....	604
6.1.6.49. Hipótesis 2-61: Edad-Equipos de protección utilizados	606
6.1.6.50. Hipótesis 2-65: Edad-Presencia de equipos de protección contra incendios.....	608
6.1.6.51. Hipótesis 2-72/73: Edad-Aplicación de los tratamientos fitosanitarios	610
6.1.6.52. Hipótesis 2-74: Edad-Presencia de agentes biológicos en los invernaderos	614
6.1.6.53. Hipótesis 2-75: Edad-Rapidez en la toma de decisiones.....	616
6.1.6.54. Hipótesis 2-76: Edad-Acumulación del trabajo entre jornadas laborales	617

6.1.6.55. Hipótesis 2-80: Edad-Gravedad de las consecuencias de cometer un error	618
6.1.6.56. Hipótesis 2-81: Edad-Variación de tareas en los invernaderos	620
6.1.6.57. Hipótesis 2-82: Edad-Órdenes o instrucciones erróneas o contradictorias	621
6.1.6.58. Hipótesis 2-83: Edad-Posibilidad de relaciones sociales (trabajos aislados).....	622
6.1.6.59. Hipótesis 2-87: Edad-Control sobre el orden de realización de las tareas.....	623
6.1.6.60. Hipótesis 2-88: Edad-Iniciativa en el trabajo	624
6.1.6.61. Hipótesis 2-91: Edad-Posibilidad de promoción profesional.....	626
6.1.6.62. Hipótesis 2-92: Edad-Salario mensual neto percibido.....	627
6.1.6.63. Hipótesis 2-96: Edad-Situaciones laborales con afectación emocional.....	628
6.1.6.64. Hipótesis 2-98: Edad-Existencia de superiores jerárquicos	629
6.1.6.65. Hipótesis 2-99: Edad-Existencia de compañeros de trabajo	632
6.1.6.66. Hipótesis 2-102: Edad-Sentimiento de pertenencia a la organización	634
6.1.6.67. Resumen de las hipótesis analizadas.....	635
6.2. Resultados procedentes de las encuestas a los empresarios	652
6.2.1. Tipo de riego	652
6.2.2. Especies cultivadas	652
6.2.3. Rotación de cultivos.....	654
6.2.4. Intervalo de tiempo aplicado a la rotación de cultivos.....	654
6.2.5. Tipo de técnica de control de plagas	654
6.2.6. Tecnología instalada en los invernaderos.....	655
6.2.7. Superficie dedicada al cultivo en invernadero	656
Capítulo 7. Conclusiones y líneas futuras	659
7.1. Conclusiones	659
7.1.1. Conclusiones derivadas del análisis térmico del invernadero.....	659
7.1.2. Conclusiones derivadas de la presencia de metales pesados	661
7.1.3. Conclusiones derivadas del análisis de los datos de la encuesta	662
7.2. Líneas futuras	667
Capítulo 8. Bibliografía.....	669
Anexos.....	721
Anexo 1. Encuesta destinada a los propietarios de invernaderos.....	721
Anexo 2. Encuesta destinada a los trabajadores de invernaderos.....	723
Anexo 3. Distribución de los invernaderos en Extremadura	757
Anexo 3.1. Negocios dedicados al cultivo de invernadero en Extremadura.....	757
Anexo 3.2. Unidades estructurales de producción invernada.....	769
Anexo 3.3. Superficie dedicada al cultivo de invernadero en Extremadura.....	775
Anexo 4. Legislación aplicable a los trabajos en invernaderos.....	833

Índice de figuras

Figura 1. Siniestralidad laboral en España durante el período octubre 2012-septiembre 2013 [13].....	66
Figura 2. Distribución por CCAA de los índices de incidencia de los accidentes de trabajo totales en el período enero-diciembre de 2017 a diciembre de 2018 [14].	69
Figura 3. Variación porcentual de los accidentes de trabajo clasificados por su gravedad en Extremadura durante el período enero-diciembre 2017 a diciembre 2018 [14].	69
Figura 4. Diagrama simplificado del funcionamiento de un invernadero.	73
Figura 5. Invernadero tipo capilla de plástico rígido.....	79
Figura 6. Invernadero tipo túnel simple de plástico flexible.....	80
Figura 7. Esquema de la incorporación de la tecnología a un invernadero [73].....	96
Figura 8. Variación de la radiación solar total disponible en función de la orientación de un invernadero tipo capilla situado a 31° N [115].....	107
Figura 9. Relación entre la radiación incidente y la transpiración foliar [119].....	108
Figura 10. Influencia de la radiación PAR incidente sobre la fotosíntesis neta de dosel vegetal [114].	109
Figura 11. Tasas de ventilación obtenidas mediante simulaciones CFD para un invernadero tipo parral de 5 capillas en función de la anchura de las ventanas cenitales [128].....	115
Figura 12. Tasas de ventilación obtenidas mediante simulaciones CFD para un invernadero tipo parral de 5 capillas en función del grado de inclinación de cubierta [128].....	115
Figura 13. Relación entre la tasa de ventilación y la velocidad del viento para un invernadero multitúnel de 3 módulos dotado de ventanas idénticamente orientadas a barlovento y sotavento [128].....	117
Figura 14. Reducción estimada de la tasa de ventilación en un invernadero con mallas anti-insectos de diferentes diámetros de poro [128].....	118
Figura 15. Concentración de CO ₂ en un invernadero durante el transcurso del día [46].	119
Figura 16. Representación esquemática de un sistema de fertirrigación.....	126
Figura 17. Comparación de los índices de incidencia de los AT de la actividad constructiva de invernaderos en el SE de España, sector de la construcción en Almería y España, y general de todos los sectores en España [227].....	150
Figura 18. Identificación y cuantificación de riesgos ergonómicos por trabajadores agrícolas de invernaderos almerienses (n = 108) [209].....	200
Figura 19. Representación gráfica de los porcentajes correspondientes a la prevalencia de TME de origen laboral agrícola, en función de los datos expuestos en la Tabla 44.	206
Figura 20. Proceso de distribución y selección de los ejemplares de la encuesta.	255
Figura 21. Imagen aérea del invernadero utilizado para la medición del ambiente térmico [1041].	257

Figura 22. Perspectiva fronto-lateral de la fachada E-SE del invernadero de la Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz) de la Universidad de Extremadura.....	258
Figura 23. Imagen del interior del invernadero de referencia, en la que se aprecia la ocupación de los dos módulos.	258
Figura 24. Automatismo para la ventilación lateral.....	259
Figura 25. Refrigeración mediante pantalla húmeda o <i>cooling system</i>	259
Figura 26. Malla de sombreado automatizada.....	260
Figura 27. Equipo de fertirrigación.	260
Figura 28. Banquetas de cultivo de acero galvanizado.	261
Figura 29. Disposición del medidor de ambiente térmico en el invernadero.	262
Figura 30. Representación esquemática de la zona de toma de muestras de sustrato en el invernadero de la E. I. Agrarias (Badajoz).....	266
Figura 31. Representación esquemática de la zona de toma de muestras de suelo en un invernadero comercial de Montijo (Badajoz).	267
Figura 32. Temperaturas máximas absolutas de Extremadura en el año 2000 [1054].....	273
Figura 33. Temperaturas mínimas absolutas de Extremadura en el año 2000 [1054].....	274
Figura 34. Precipitación media anual en Extremadura en el año 2000 [1054].	275
Figura 35. Temperatura exterior media registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.	281
Figura 36. Temperatura exterior máxima absoluta registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.....	282
Figura 37. Temperatura exterior mínima registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.	282
Figura 38. Temperatura diaria exterior registrada a las 12:00 y 18:00 h durante el mes de julio de 2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.	283
Figura 39. Temperatura exterior media horaria registrada en el mes de julio de 2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.....	283
Figura 40. Régimen de temperaturas registradas por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia en el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016.....	284
Figura 41. Temperatura exterior media horaria registrada en el mes de febrero de 2015 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.....	285
Figura 42. Grado de dispersión o variabilidad (desviación típica) de las temperaturas mensuales exteriores desde noviembre de 2015 a octubre de 2016 durante la jornada laboral.....	285
Figura 43. Humedad relativa media registrada por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia durante los meses abril-octubre de 2014-2016.	286

Figura 44. Comparación de la tendencia de los valores de HR media (24 horas), para el período abril-octubre de 2016 entre los registros procedentes de la Base Aérea de Talavera la Real [30] y los del medidor de la E. I. Agrarias.	287
Figura 45. Humedad relativa exterior máxima registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.....	288
Figura 46. Humedad relativa exterior mínima registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.....	288
Figura 47. Humedad relativa media horaria registrada durante el mes de julio de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.	289
Figura 48. Régimen de humedad relativa registrada por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia en el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016.....	290
Figura 49. Humedad relativa media horaria registrada en el mes de febrero de 2015 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.....	290
Figura 50. Grado de dispersión o variabilidad de la humedad relativa desde noviembre de 2015 a octubre de 2016.	291
Figura 51. Radiación solar media registrada por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período abril-octubre de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	292
Figura 52. Radiación solar máxima absoluta registrada por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período abril-octubre de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	292
Figura 53. Comparación de los valores máximos absolutos de radiación solar registrados por la Estación Meteorológica de Talavera la Real y el medidor de la E. I. Agrarias.	293
Figura 54. Radiación solar media horaria registrada durante el mes de junio de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.	293
Figura 55. Régimen de radiación solar registrada por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período comprendido desde noviembre de 2015 a marzo de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	294
Figura 56. Radiación solar media horaria registrada durante el mes de febrero de 2015 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.	295
Figura 57. Temperatura de punto de rocío media registrada durante el período abril-octubre de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.....	296
Figura 58. Temperaturas de punto de rocío absolutas registradas durante el período abril-octubre de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.....	296
Figura 59. Influencia de la temperatura del aire y de la humedad relativa en el temperatura de punto de rocío durante el período abril-octubre de 2016.....	297
Figura 60. Régimen de temperaturas de punto de rocío registradas por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período comprendido desde noviembre de 2015 hasta marzo de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	297
Figura 61. Correlación lineal negativa mensual existente entre la temperatura y la humedad relativa exteriores al invernadero de referencia durante el período comprendido entre noviembre de 2015 y octubre de 2016 desde las 6:00 hasta las 22:00 h.....	299

Figura 62. Régimen de temperaturas medias registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	301
Figura 63. Temperaturas máximas absolutas registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	301
Figura 64. Temperaturas mínimas absolutas registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	302
Figura 65. Régimen de temperaturas medias diarias registradas en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	303
Figura 66. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	303
Figura 67. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	304
Figura 68. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	305
Figura 69. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	305
Figura 70. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	306
Figura 71. Temperaturas medias horarias registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio de 2015 y junio y agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	307
Figura 72. Influencia del control climático en el comportamiento de la T_a en el invernadero durante dos días consecutivos, el 8 (control desactivado) y 9 (control activado) de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	308
Figura 73. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el período frío, comprendido entre diciembre de 2014 y febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	309
Figura 74. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.	309
Figura 75. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	310
Figura 76. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	311
Figura 77. Comparación de las temperaturas medias diarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	311
Figura 78. Comparación de las temperaturas máximas absolutas diarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	312
Figura 79. Comparación de las temperaturas mínimas absolutas diarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	312
Figura 80. Comparación de las temperaturas medias horarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	313

Figura 81. Comparación de las oscilaciones de las temperaturas medias diarias registradas en el invernadero el 31 de diciembre de 2014 y 1 de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	313
Figura 82. Humedad relativa media registrada en el invernadero durante los meses de junio a agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	314
Figura 83. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	315
Figura 84. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	316
Figura 85. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	317
Figura 86. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	317
Figura 87. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	318
Figura 88. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	319
Figura 89. Comparación del régimen de humedad relativa media horaria en el interior del invernadero en los meses de junio de 2015 y junio y agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	320
Figura 90. Influencia del control climático en el comportamiento de la humedad relativa en el invernadero durante dos días consecutivos, el 8 (control desactivado) y 9 (control activado) de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.	321
Figura 91. Régimen de la humedad relativa en el invernadero durante el período frío, comprendido entre diciembre de 2014 y febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	322
Figura 92. Régimen de humedad relativa media diaria registrada en el invernadero durante el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.	322
Figura 93. Régimen de humedad relativa registrada en el invernadero durante el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	323
Figura 94. Régimen de humedad relativa registrada en el invernadero durante el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	324
Figura 95. Comparación de la humedad relativa media diaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	324
Figura 96. Comparación de la humedad relativa máxima absoluta diaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	325
Figura 97. Comparación de la humedad relativa mínima absoluta diaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	325
Figura 98. Comparación de la humedad relativa media horaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	326

Figura 99. Comparación de las oscilaciones de la humedad relativa media registrada en el invernadero los días 20 y 21 de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	327
Figura 100. Principales valores de la velocidad del aire en el invernadero en el período comprendido entre diciembre de 2014 y marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	328
Figura 101. Régimen de velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	329
Figura 102. Régimen de velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	329
Figura 103. Régimen de velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	330
Figura 104. Régimen de la velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	331
Figura 105. Régimen de velocidad del aire media horaria registrada en el invernadero desde el mes de diciembre de 2014 hasta marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	332
Figura 106. Régimen de presión atmosférica registrado en el invernadero en los meses de enero y julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	333
Figura 107. Presión atmosférica diaria registrada en enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	333
Figura 108. Presión atmosférica diaria registrada en el invernadero en el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	334
Figura 109. Presión atmosférica media horaria registrada en el invernadero en los meses de enero y julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	335
Figura 110. Comportamiento de la presión atmosférica en días de altas y bajas presiones en los meses de enero y julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	336
Figura 111. Comportamiento del Índice PMV entre los meses de diciembre de 2014 a mayo de 2015 y de julio a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	338
Figura 112. Comportamiento del Índice PMV medio diario durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.....	339
Figura 113. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PMV durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.....	340
Figura 114. Comportamiento del Índice PMV medio diario durante los meses correspondientes al período templado (marzo, abril y mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.....	342
Figura 115. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PMV durante los meses correspondientes al período templado (marzo, abril y mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.....	343
Figura 116. Comportamiento del Índice PMV medio diario durante los meses correspondientes al período cálido (julio, agosto y septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.....	345
Figura 117. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PMV durante los meses correspondientes al período cálido (julio, agosto y septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.....	346

Figura 118. Índice PMV medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	347
Figura 119. Índice PMV medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período templado entre las 6:00 y las 22:00 h.	348
Figura 120. Índice PMV medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período cálido entre las 6:00 y las 22:00 h.	349
Figura 121. Comparación del Índice PMV medio horario registrado en el invernadero durante los meses más representativos de cada período (enero, abril, agosto y septiembre) entre las 6:00 y las 22:00 h.	349
Figura 122. Representación gráfica de la relación existente entre los índices PMV y PPD [305].	351
Figura 123. Comportamiento del Índice PPD en el período comprendido entre el mes de diciembre de 2014 y mayo de 2015 y de julio a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	352
Figura 124. Comportamiento del Índice PPD medio diario durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.	353
Figura 125. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PPD durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.	353
Figura 126. Comportamiento del Índice PPD medio diario durante los meses de la estación templada (desde marzo a mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.	354
Figura 127. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PPD durante los meses del período templado (desde marzo a mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.	355
Figura 128. Comportamiento del Índice PPD medio diario durante los meses del período cálido (desde julio a septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.	356
Figura 129. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PPD durante los meses del período cálido (desde julio a septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.	357
Figura 130. Índice PPD medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.	358
Figura 131. Índice PPD medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período templado entre las 6:00 y las 22:00 h.	359
Figura 132. Índice PPD medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período cálido entre las 6:00 y las 22:00 h.	360
Figura 133. Comparación del Índice PPD medio horario registrado en el invernadero durante los meses más representativos de cada período (enero, abril, agosto y septiembre) entre las 6:00 y las 22:00 h.	360
Figura 134. Valor de referencia del Índice WBGT en función de la tasa metabólica asociada a la actividad y del estado de aclimatación del individuo [302].	362
Figura 135. Relación entre el consumo metabólico, Índice WBGT y régimen de trabajo-descanso [1058].	363
Figura 136. Régimen del Índice WBGT registrado en el invernadero en los meses de mayo a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	363
Figura 137. Índice WBGT medio diario registrado en el mes de mayo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	364

Figura 138. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de junio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	365
Figura 139. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	366
Figura 140. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de agosto de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	366
Figura 141. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	367
Figura 142. Índice WBGT medio horario registrado en el invernadero de mayo a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	368
Figura 143. Comportamiento del Índice DR registrado en el invernadero desde octubre de 2014 hasta abril de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	371
Figura 144. Comportamiento del Índice DR registrado en el invernadero en el mes de octubre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.	372
Figura 145. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de noviembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.	372
Figura 146. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.	373
Figura 147. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	373
Figura 148. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	374
Figura 149. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	374
Figura 150. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de abril de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	375
Figura 151. Comportamiento del Índice DR medio horario registrado en el invernadero desde octubre de 2014 hasta abril de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	376
Figura 152. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero desde diciembre de 2014 hasta febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	377
Figura 153. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero en diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.	378
Figura 154. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero en enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	378
Figura 155. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero en febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	379
Figura 156. Comportamiento del Índice WCI medio horario registrado en el invernadero desde diciembre de 2014 hasta febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.	380

Figura 157. Correlación lineal existente entre la temperatura y la humedad relativa mensual del invernadero durante el período comprendido entre diciembre de 2014 a noviembre de 2015 y entre junio y noviembre de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	382
Figura 158. Correlación lineal existente entre la temperatura exterior e interior del invernadero durante el período comprendido desde enero hasta septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	384
Figura 159. Correlación lineal existente entre la humedad relativa exterior e interior del invernadero durante el período comprendido desde enero hasta septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	385
Figura 160. Correlación lineal existente entre la radiación solar y la presión atmosférica durante el período comprendido desde enero hasta septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.....	385
Figura 161. Distribución por sexos de los trabajadores de invernadero en Extremadura.	390
Figura 162. Distribución por grupos de edad de los trabajadores de invernadero en Extremadura.	391
Figura 163. Población activa ocupada en el sector agrario en España en 2015, distribuida por grupos de edad [1070].	391
Figura 164. Distribución de los trabajadores de invernadero de Extremadura en función de su titulación profesional y académica oficial.....	393
Figura 165. Distribución de los trabajadores autónomos de invernadero en función de su nivel de estudios, en España en 2009 [1069].	394
Figura 166. Distribución de los trabajadores de invernadero de Extremadura en función de su relación laboral en la explotación.....	396
Figura 167. Número de trabajadores agrícolas en Extremadura y España, en 2016, en función de la relación laboral en instalaciones de más de 1 ha [1071].	396
Figura 168. Porcentaje de explotaciones agrícolas de Extremadura, Andalucía y España en 2016, en función de las contrataciones fijas y eventuales [1072].	398
Figura 169. Distribución de los trabajadores de invernadero en función de su puesto de trabajo principal.	398
Figura 170. Distribución de los trabajadores de invernadero en función de las principales tareas desempeñadas.....	399
Figura 171. Distribución de los trabajadores de invernadero en función de su antigüedad.....	400
Figura 172. Tipología de las tareas causantes de las bajas laborales en los invernaderos de Extremadura.	402
Figura 173. Distribución de los trabajadores de invernadero de Extremadura en función del número de efectivos por instalación.....	405
Figura 174. Distribución de los invernaderos de Extremadura en función de su morfología.....	406
Figura 175. Distribución de los invernaderos extremeños en función del tipo de material de cubierta.....	407
Figura 176. Correlación entre el tipo de estructura de invernadero y su material de cubierta.....	408
Figura 177. Tipos de residuos generados en los invernaderos de Extremadura.....	408
Figura 178. Destino final de los residuos generados en los invernaderos de Extremadura.....	409

Figura 179. Posibles causas de las dificultades que impiden una gestión correcta de los residuos de los invernaderos de Extremadura.	410
Figura 180. Formación medioambiental, a cargo de la empresa, de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	410
Figura 181. Tipo de acción formativa ambiental recibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	411
Figura 182. Conocimientos medioambientales de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	412
Figura 183. Periodicidad de la vigilancia de la salud en los invernaderos de Extremadura.	413
Figura 184. Modalidad de las acciones formativas en PRL recibidas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	415
Figura 185. Frecuencia de las acciones formativas en prevención de riesgos laborales entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	416
Figura 186. Frecuencia de las acciones formativas en prevención de riesgos laborales ante cambios en las condiciones de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	416
Figura 187. Grado de relación entre las acciones formativas en prevención de riesgos laborales y el trabajo desempeñado en los invernaderos de Extremadura.	417
Figura 188. Principales carencias formativas en PRL entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	418
Figura 189. Grado de adecuación de las dimensiones del puesto de trabajo en los invernaderos de Extremadura. ..	420
Figura 190. Grado de comodidad de las posturas de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	421
Figura 191. Posturas de trabajo habituales entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	422
Figura 192. Manipulación manual de cargas en los invernaderos de Extremadura.	424
Figura 193. Nivel de exigencia física requerida por el trabajo en los invernaderos de Extremadura.	426
Figura 194. Frecuencia de aparición de agotamiento físico al final de la jornada laboral entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	427
Figura 195. Recuperación física diaria de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	427
Figura 196. Frecuencia de la presencia de obstáculos en los lugares de paso y de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	429
Figura 197. Riesgos señalados por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	431
Figura 198. Posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	434
Figura 199. Regiones anatómicas afectadas por trastornos musculares y articulares (TME) de origen laboral entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	438
Figura 200. Grado de conocimiento de la temperatura por parte de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	440
Figura 201. Grado de satisfacción de la temperatura de trabajo por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	441

Figura 202. Sensación térmica percibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	442
Figura 203. Grado de conocimiento, por los trabajadores, de la humedad existente en los invernaderos de Extremadura.	444
Figura 204. Grado de satisfacción con la humedad por parte de los trabajadores de invernadero de Extremadura..	445
Figura 205. Grado de adecuación de la vestimenta entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	447
Figura 206. Frecuencia de materialización de molestias causadas por la radiación solar a los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	448
Figura 207. Tipo de molestias causadas por la radiación solar a los trabajadores de invernadero de Extremadura. ..	448
Figura 208. Nivel de incomodidad por la presencia de corrientes de aire entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	449
Figura 209. Grado de molestia debida al ruido entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	451
Figura 210. Grado de satisfacción por el nivel de iluminación entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	453
Figura 211. Frecuencia de aparición de molestias por deslumbramientos o reflejos de luz entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	454
Figura 212. Frecuencia de aparición de afecciones oculares inespecíficas, de etiología laboral, entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	455
Figura 213. Opinión de los trabajadores de invernadero de Extremadura sobre la posible presencia de contaminación en el aire interior.....	456
Figura 214. Frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	458
Figura 215. Equipos de trabajo peligrosos más utilizados por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	459
Figura 216. Frecuencia de utilización de equipos de trabajo defectuosos en los invernaderos de Extremadura.	460
Figura 217. Equipos de trabajo defectuosos más utilizados en los invernaderos de Extremadura.	460
Figura 218. Grado de satisfacción por la información recibida sobre el uso correcto de los equipos de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	461
Figura 219. Modalidad de adquisición de la información relativa al uso correcto de los equipos de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	462
Figura 220. Accesibilidad a los manuales de los equipos por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	463
Figura 221. Grado de satisfacción de los trabajadores de invernadero de Extremadura por el mantenimiento de sus equipos de trabajo.	465
Figura 222. Asiduidad en el empleo de equipos de protección en los invernaderos de Extremadura.....	466
Figura 223. Equipos de protección más utilizados en los invernaderos de Extremadura.....	468
Figura 224. Comparación en la utilización de los principales EPI entre trabajadores de invernadero de Extremadura y autónomos agrícolas de España [1069].....	468

Figura 225. Grado de conocimiento del manejo correcto de los equipos de protección disponibles en los invernaderos de Extremadura.	469
Figura 226. Grado de satisfacción por la formación e información recibida sobre la manipulación y uso correcto de los equipos de protección disponibles en los invernaderos de Extremadura.	470
Figura 227. Asiduidad en la manipulación de sustancias y materiales inflamables en los invernaderos de Extremadura.	473
Figura 228. Presencia de sustancias y materiales inflamables en los invernaderos.....	473
Figura 229. Grado de conocimiento en el manejo de los equipos de protección contra incendios por los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	474
Figura 230. Grado de satisfacción de los trabajadores por la distribución y cantidad de equipos de protección contra incendios en sus invernaderos.....	475
Figura 231. Grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de protección contra incendios en los invernaderos de Extremadura.	475
Figura 232. Sustancias químicas más frecuentemente empleadas en los invernaderos de Extremadura.....	478
Figura 233. Identificación y etiquetado correcto de las sustancias químicas presentes en los invernaderos de Extremadura.	479
Figura 234. Plazo de seguridad para la entrada de los trabajadores en los invernaderos recién tratados con productos fitosanitarios.....	482
Figura 235. Grado de cumplimiento de las medidas adecuadas de prevención y protección en relación a la aplicación de productos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.....	483
Figura 236. Comparación de los valores procedentes de diferentes investigaciones en relación al grado de cumplimiento de las medidas adecuadas de prevención y protección en la aplicación de tratamientos fitosanitarios.	483
Figura 237. Consecuencias sobre la salud de los trabajadores que realizan los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.	484
Figura 238. Frecuencia de aparición de contaminantes biológicos en los invernaderos de Extremadura.....	486
Figura 239. Tipos de agentes biológicos presentes en los invernaderos de Extremadura.	487
Figura 240. Rapidez en la toma de decisiones entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	489
Figura 241. Acumulación de tareas entre jornadas laborales entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	490
Figura 242. Enriquecimiento del contenido del trabajo mediante el aprendizaje de cosas nuevas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	491
Figura 243. Nivel de atención requerida por el trabajo en los invernaderos de Extremadura.	492
Figura 244. Ritmo de trabajo en los invernaderos de Extremadura.....	493
Figura 245. Gravedad de las consecuencias de la comisión de un error por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	495

Figura 246. Variedad de tareas en los invernaderos de Extremadura.	496
Figura 247. Frecuencia relativa a la existencia de instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias recibidas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	497
Figura 248. Posibilidad de establecer relaciones sociales por parte de los trabajadores de invernadero de Extremadura (trabajos aislados).	498
Figura 249. Duración (días) de la jornada laboral semanal en los invernaderos de Extremadura.	500
Figura 250. Frecuencia del trabajo a turnos en los invernaderos de Extremadura.	502
Figura 251. Trabajo nocturno en los invernaderos de Extremadura.	503
Figura 252. Frecuencia en el control del orden de realización de tareas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	506
Figura 253. Grado de iniciativa aplicada por el trabajador o requerida por el trabajo en los invernaderos de Extremadura.	507
Figura 254. Grado de control sobre la elección del período vacacional por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	508
Figura 255. Salario neto mensual percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura en 2015.	511
Figura 256. Grado de satisfacción en relación al salario percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	513
Figura 257. Modalidad salarial en los invernaderos de Extremadura.	514
Figura 258. Grado de transferencia de los problemas laborales al ámbito privado entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	515
Figura 259. Frecuencia de aparición de situaciones de conflicto emocional entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	516
Figura 260. Frecuencia de aparición de situaciones personales de humillación o discriminación en los invernaderos de Extremadura.	517
Figura 261. Calidad de las relaciones de los trabajadores con sus superiores jerárquicos en los invernaderos de Extremadura.	520
Figura 262. Calidad de la relación de los trabajadores de invernadero con sus compañeros.	521
Figura 263. Calidad de la relación de los trabajadores con sus subordinados en los invernaderos de Extremadura.	522
Figura 264. Consideración subjetiva sobre la importancia del trabajo realizado en los invernaderos de Extremadura.	523
Figura 265. Presumir de la empresa en el ámbito extralaboral por los trabajadores de invernadero.	524
Figura 266. Número de días de baja de los trabajadores de invernadero de Extremadura en los últimos 12 meses.	525
Figura 267. Relación entre la edad y el sexo de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	533
Figura 268. Relación entre el sexo y la titulación académica oficial de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	535

Figura 269. Relación entre el sexo y el tipo de relación laboral en los invernaderos de Extremadura.....	537
Figura 270. Relación entre el sexo y el puesto de trabajo principal en los invernaderos de Extremadura.	538
Figura 271. Relación entre el sexo y el tipo de tareas frecuentes que realizan los trabajadores de invernadero.....	539
Figura 272. Relación entre el sexo y la antigüedad de los trabajadores en la misma explotación.....	541
Figura 273. Relación entre el sexo y el tamaño de la plantilla en los invernaderos de Extremadura.....	542
Figura 274. Relación entre el sexo y la práctica y periodicidad de la vigilancia de la salud en los invernaderos.....	543
Figura 275. Relación entre el sexo y las posturas habituales de trabajo en los invernaderos.....	545
Figura 276. Relación entre el sexo y la frecuencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos..	546
Figura 277. Relación entre el sexo y el nivel de exigencia física requerida en los trabajos de invernadero.	547
Figura 278. Relación entre el sexo y el nivel de agotamiento físico tras la jornada laboral en los invernaderos.	549
Figura 279. Relación entre el sexo y la percepción de los riesgos laborales presentes en los invernaderos de Extremadura.	550
Figura 280. Relación entre el sexo y la percepción de las posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	554
Figura 281. Relación entre el sexo y la presencia de trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral en los trabajadores de invernadero de Extremadura.	556
Figura 282. Relación entre el sexo y el grado de satisfacción con la temperatura de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	558
Figura 283. Relación entre el sexo y la percepción térmica estacional del ambiente interior en los invernaderos de Extremadura.	559
Figura 284. Relación entre el sexo y el grado de incomodidad provocada por corrientes de aire en los invernaderos de Extremadura.	561
Figura 285. Relación entre el sexo y la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos por los trabajadores de invernadero.....	562
Figura 286. Relación entre el sexo y la utilización en los invernaderos de determinados equipos de trabajo considerados peligrosos por los encuestados.....	563
Figura 287. Relación entre el sexo y la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.	566
Figura 288. Relación entre el sexo del trabajador y la acumulación de tareas entre jornadas en los invernaderos de Extremadura.	568
Figura 289. Relación entre el sexo y la variedad de tareas que desempeñan los trabajadores de invernadero.....	569
Figura 290. Relación entre el sexo y el número de días de trabajo semanales en los invernaderos de Extremadura..	570
Figura 291. Relación entre el sexo y la frecuencia de la turnicidad en los invernaderos.	571
Figura 292. Relación entre el sexo y el grado de iniciativa que ejercen los trabajadores de invernadero.....	573

Figura 293. Relación entre el sexo y el salario neto mensual percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	574
Figura 294. Relación entre el sexo y el grado de satisfacción de los trabajadores de invernadero de Extremadura por el salario percibido.	575
Figura 295. Relación entre el sexo del trabajador y la vivencia personal de situaciones de discriminación o humillación en los invernaderos de Extremadura.	577
Figura 296. Relación entre los grupos de edad y la titulación formativa oficial que poseen los trabajadores de invernadero de Extremadura.	580
Figura 297. Relación entre los grupos de edad y la presencia de enfermedades respiratorias crónicas en los trabajadores de invernadero.	581
Figura 298. Relación entre los grupos de edad y el tipo de relación laboral que poseen los trabajadores de invernadero de Extremadura.	582
Figura 299. Relación entre la edad de los trabajadores y la asunción, como tarea frecuente, de la aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.	583
Figura 300. Relación entre la edad y la antigüedad de los trabajadores en la actual explotación agrícola invernada. .	585
Figura 301. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y el número de bajas médicas de etiología laboral.	586
Figura 302. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y el número de días de baja de etiología laboral.	587
Figura 303. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y el tamaño de la plantilla laboral.	588
Figura 304. Relación entre la edad de los trabajadores y la morfología de la estructura de los invernaderos.	589
Figura 305. Relación entre la edad y la formación en PRL recibida por los trabajadores de invernadero.	590
Figura 306. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y la modalidad empleada por sus empresas para impartir formación en PRL.	591
Figura 307. Relación entre la edad de los trabajadores y las técnicas formativas por ellos preferidas.	593
Figura 308. Relación entre la edad de los trabajadores y la frecuencia en la recuperación física entre jornadas de trabajo.	595
Figura 309. Relación entre la edad de los trabajadores y la existencia de obstáculos en los lugares de trabajo y zonas de paso.	596
Figura 310. Relación entre la edad y los riesgos presentes en los invernaderos.	597
Figura 311. Relación entre la edad y las posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos.	600
Figura 312. Relación entre la edad y el grado de conocimiento de la temperatura en el invernadero.	602
Figura 313. Relación entre la edad y el grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados en los invernaderos.	603

Figura 314. Relación entre la edad y la frecuencia de utilización de los equipos de protección puestos a disposición en los invernaderos.	605
Figura 315. Relación entre la edad y los equipos de protección utilizados en los invernaderos.	606
Figura 316. Relación entre la edad de los trabajadores y la presencia en los invernaderos de equipos de protección contra incendios.	609
Figura 317. Relación entre la edad de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios y el grado de cumplimiento de las medidas de protección, tomando como base el número total de trabajadores.	610
Figura 318. Relación entre la edad de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios y el grado de cumplimiento de las medidas de protección, tomando como base el porcentaje total de cada grupo de edad.	611
Figura 319. Relación entre la edad y las consecuencias negativas para la salud de los aplicadores de fitosanitarios derivadas del incumplimiento de alguna de las medidas de protección.	612
Figura 320. Relación entre la edad de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios y la aparición de consecuencias negativas para su salud, tomando como base el porcentaje de cada grupo de edad.	613
Figura 321. Relación entre la edad y la presencia de agentes biológicos en los invernaderos.	614
Figura 322. Relación entre la edad y el tipo de agentes biológicos presentes en los invernaderos.	615
Figura 323. Relación entre la edad de los trabajadores y la rapidez en la toma de decisiones en los invernaderos.	616
Figura 324. Relación entre la edad de los trabajadores y la acumulación de tareas entre jornadas laborales.	617
Figura 325. Relación entre la edad y la calificación de la gravedad de las consecuencias de cometer un error en el trabajo.	619
Figura 326. Relación entre la edad de los trabajadores y la variedad de tareas en los invernaderos.	620
Figura 327. Relación entre la edad de los trabajadores y la frecuencia de órdenes erróneas o contradictorias en los invernaderos.	621
Figura 328. Relación entre la edad y la posibilidad de establecer relaciones sociales en los invernaderos (trabajos aislados).	622
Figura 329. Relación entre la edad y el control del orden de realización de tareas.	623
Figura 330. Relación entre la edad de los trabajadores y el grado de iniciativa ejercida en los invernaderos.	625
Figura 331. Relación entre la edad y la posibilidad de promocionar profesionalmente en las explotaciones con invernaderos.	626
Figura 332. Relación entre la edad y el salario mensual neto percibido por los trabajadores de invernadero.	627
Figura 333. Relación entre la edad y la frecuencia de aparición de situaciones laborales con implicación emocional.	628
Figura 334. Relación entre la edad del trabajador y la existencia de un superior jerárquico en el invernadero.	630
Figura 335. Relación entre la edad de los trabajadores y la calidad del trato que estos mantienen con sus superiores jerárquicos en los invernaderos.	631
Figura 336. Relación entre la edad del trabajador y la existencia de compañeros en los invernaderos.	632

Figura 337. Relación entre la edad de los trabajadores y la calidad del trato que estos mantienen con sus compañeros en los invernaderos.	633
Figura 338. Relación entre la edad de los trabajadores y el sentimiento de pertenencia a la organización expresado verbalmente.....	634
Figura 339. Tipo de riego en los invernaderos de Extremadura (n = 48).	652
Figura 340. Especies cultivadas en los invernaderos de Extremadura (n = 48).	653
Figura 341. Especies hortícolas identificadas en los invernaderos de Extremadura (n = 32).	653
Figura 342. Intervalo temporal empleado para rotar cultivos en los invernaderos de Extremadura (n = 14).....	654
Figura 343. Técnicas de control de plagas empleadas en los invernaderos de Extremadura (n = 48).....	655
Figura 344. Tecnología instalada en los invernaderos de Extremadura (n = 48).	656
Figura 345. Mapa de las OCA de Extremadura con referencias al número de municipios con invernaderos y al número de negocios con este tipo de instalaciones.	766
Figura 346. Invernadero de 12 ha situado en el TM de Navavillar de Pela (Badajoz) (el de mayor superficie de la C.A. de Extremadura) [1039].....	770
Figura 347. Invernadero de vidrio de 9,7 ha (el segundo de mayor tamaño en la C.A. de Extremadura) situado en el TM de Don Benito [1039].	771

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución autonómica de las explotaciones agrarias e importancia económica según PET, 2016 [1].	60
Tabla 2. Principales cultivos hortícolas en invernadero según superficie, rendimiento y producción, 2017 [1].....	61
Tabla 3. Distribución autonómica de las explotaciones agrícolas con cultivos de regadío en invernadero, 2016 [1]. 62	
Tabla 4. Distribución de la superficie destinada a invernadero por comunidades autónomas, 2018 [2].....	63
Tabla 5. Distribución porcentual de la población activa en el sector agrario, en función de la edad, 2018 [1].	63
Tabla 6. Valores medios de las principales variables climáticas regionales y provinciales (1971-2000) [1] [5].....	64
Tabla 7. Variables sobre siniestralidad laboral, total y del sector agrario (España, oct. 2012-sept. 2013) [13].	67
Tabla 8. Distribución por CCAA de los accidentes de trabajo con baja en jornada de trabajo e índices de incidencia durante el período enero-diciembre 2017 a diciembre 2018 [14].....	68
Tabla 9. Matriz DAFO de la agricultura protegida en la España mediterránea [19].....	74
Tabla 10. Clasificación de los invernaderos en función de su período de vida útil [33].....	82
Tabla 11. Duración de plásticos normalizados para invernaderos [46].....	87
Tabla 12. Valoración de las principales propiedades de los materiales de cubierta más utilizados [47].....	87
Tabla 13. Características de diversos materiales flexibles para cubierta de invernaderos [48] [49] [50].	88
Tabla 14. Clasificación de películas para cubiertas basada en la duración mediante envejecimiento artificial [51].	92
Tabla 15. Objetivos ecológicos del I Plan Nacional de RPUA [67].	94
Tabla 16. Características de los principales tipos de lámparas para invernaderos.	101
Tabla 17. Transmisividad a la radiación PAR e IR larga de varios tipos de films de cubierta [48].....	105
Tabla 18. Mejores orientaciones del eje longitudinal de diferentes invernaderos según latitud y especies cultivadas.	107
Tabla 19. Patologías del cultivo de tomate en función del control de la HR [30].	113
Tabla 20. Relación entre tasa de ventilación, número de módulos de un multicapilla y tipo de ventanas [140].	116
Tabla 21. Incremento de la producción (ΔP) para diferentes tipos de invernaderos, con y sin calefacción, sometidos a distintas concentraciones de CO ₂ en condiciones de cultivo mediterráneas [147].	119
Tabla 22. Valores de incremento de la concentración de CO ₂ y de gasto de CO ₂ en dos cultivos con distintos niveles de enriquecimiento carbónico [147].	121
Tabla 23. Volumen de agua aportada y consumida por un cultivo de pepino en dos ciclos de otoño consecutivos [165] [166].....	122
Tabla 24. Agua distribuida a explotaciones agrícolas en Extremadura según técnicas de riego empleadas (2016) [168].	123

Tabla 25. Agua consumida por tonelada de fruto en invernaderos de Almería y al aire libre en otras zonas [170]....	124
Tabla 26. Relación entre salinidad del agua de riego y productividad de cultivos sensibles y tolerantes a la misma [30].	124
Tabla 27. Caudal mínimo de aporte y volumen del tanque de agua en función del tipo de material de la pantalla húmeda y de su grosor [80].....	126
Tabla 28. Coeficientes de pérdidas por conducción-convección en función del material de cubierta [205].....	136
Tabla 29. Formulación matemática de los diferentes balances térmicos obtenidos mediante simulación (SIMICROC) para cada uno de los parámetros que intervienen en el microclima de un invernadero [206].....	137
Tabla 30. Aplicación del Método CJSA para evaluar el daño de una caída desde la cubierta de un invernadero [215].	148
Tabla 31. Relación entre el número de AT graves y mortales y el tamaño de las empresas (Taiwán, 2000-2007) [229].	149
Tabla 32. Tendencia del Índice de Incidencia de AT con baja laboral en sectores agrario y de la construcción (España y Extremadura, 2009-2018) [238].	149
Tabla 33. Riesgos en los lugares de trabajo [261].	153
Tabla 34. Agentes materiales [261].	154
Tabla 35. Agentes y condiciones materiales específicos relacionados con los riesgos de Seguridad en invernaderos.	154
Tabla 36. Lesiones sufridas por los trabajadores a causa de un AT en función de los riesgos de los lugares de trabajo.	160
Tabla 37. Medidas preventivas específicas diseñadas para combatir los principales riesgos de seguridad.	165
Tabla 38. Valores de referencia del Índice WBGT en relación al gasto metabólico en personas aclimatadas y no aclimatadas al calor [302].	174
Tabla 39. Límites de los intervalos horarios para una jornada de 6:00 a 19:00 h en el verano del sureste español, en función de los valores límite establecidos por el Índice WBGT, según metabolismo, aclimatación y movimiento del aire [288].	176
Tabla 40. Principales agentes químicos presentes en invernaderos tecnificados y su procedencia y usos específicos.	177
Tabla 41. Niveles de exposición potencial dérmica laboral, en el organismo, por hora de aplicación [396].....	183
Tabla 42. Mecanismos de actuación de los agentes biológicos y posibles efectos sobre la salud de los trabajadores.	191
Tabla 43. Comparación y cuantificación de las posturas de trabajo habituales en España, entre los trabajadores autónomos de invernaderos y resto de agricultores autónomos [284].....	202
Tabla 44. Porcentajes correspondientes a la prevalencia de TME de origen laboral agrícola, distribuidos por regiones anatómicas, en función de estudios realizados por autores de diferentes países y con distintos tamaños de muestra.	206

Tabla 45. Resultados correspondientes a un estudio aplicado al sector agrícola (Hungría, n = 677), sobre la percepción, por los trabajadores, de determinados factores de riesgo psicosocial [746].....	212
Tabla 46. Correspondencia, para los riesgos psicosociales, entre las preguntas del Apartado IV del cuestionario CoPsoQ-istas21 [981] y las de la encuesta presentada a los trabajadores de invernadero.	251
Tabla 47. Correspondencia, para los riesgos psicosociales, entre las preguntas del Apartado III del cuestionario CoPsoQ-istas21 [981] y las de la encuesta presentada a los trabajadores de invernaderos.....	252
Tabla 48. Clasificación agroclimática de Papadakis aplicada al clima de la ciudad de Badajoz [1052].....	271
Tabla 49. Definición del clima de la zona del registro de datos en función de los recogidos en la Estación Meteorológica de la Base Aérea de Talavera la Real (Badajoz) en 2016 [5].	271
Tabla 50. Distribución de la superficie de Extremadura en función de la altitud [1053].	272
Tabla 51. Escala de Fanger [304].	276
Tabla 52. Escala de puntuaciones del Índice PMV como resultado de la aplicación de la Escala de Fanger.....	277
Tabla 53. Significado del valor del Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson.	279
Tabla 54. Condiciones ambientales límite de los trabajos en invernaderos considerados como lugares de trabajo atendiendo a lo establecido en el Anexo III del R.D. 486/1997 [1056].	280
Tabla 55. Comparación de los valores de HR media para el período abril-octubre de 2016 entre los registros procedentes de la Base Aérea de Talavera la Real [30] y los del estudio sobre invernaderos de Extremadura.....	287
Tabla 56. Valores de Correlación Lineal de Pearson (ρ) obtenidos en el análisis de las medias de las variables climáticas exteriores en horario laboral (6:00-22:00 h).....	298
Tabla 57. Origen del valor de 0,60 clo como cifra habitual para cuantificar el aislamiento debido a la vestimenta de trabajo en ambientes calurosos.	337
Tabla 58. Agrupación de los registros diarios invernales categorizados en función de las clases en las que pueden encuadrarse aplicando la Escala de Fanger.	340
Tabla 59. Agrupación de los registros diarios del período templado categorizados en función de las clases en las que pueden encuadrarse aplicando la Escala de Fanger.	343
Tabla 60. Agrupación de los registros diarios del Índice PMV del período cálido categorizados en función de las clases en las que pueden encuadrarse aplicando la Escala de Fanger.....	346
Tabla 61. Número de horas diarias y porcentaje de la jornada laboral mensual de todo el período seleccionado que se corresponde con las diferentes clases en las que se clasifica el Índice PMV aplicando la Escala de Fanger.....	350
Tabla 62. Distribución de los porcentajes de personas insatisfechas en función de los valores del PMV [305].	351
Tabla 63. Relación del número de días de cada mes del período frío con el valor del Índice PPD medio registrado en el invernadero durante la jornada laboral.	354
Tabla 64. Relación del número de días de cada mes del período templado con el valor del PPD medio registrado en el invernadero durante la jornada laboral.	355
Tabla 65. Relación del número de días de cada mes del período cálido con el valor del Índice PPD medio registrado en el invernadero durante la jornada laboral.....	357

Tabla 66. Relación entre las franjas horarias laborales de los meses seleccionados y sus respectivas medias del Índice PPD.....	361
Tabla 67. Número de días en los meses seleccionados que superan los límites establecidos para el Índice WBGT..	368
Tabla 68. WBGT medio horario clasificado por colores en función de los valores límites establecidos para este índice.....	369
Tabla 69. Correlación existente entre los valores de los índices PPD, PMV y DR [305].....	370
Tabla 70. Distribución mensual de registros válidos para el cálculo del Índice DR.....	370
Tabla 71. Distribución de los valores de WCI con capacidad para provocar situaciones de incomodidad ligera a los trabajadores en función del día y del momento de la jornada laboral.....	379
Tabla 72. Valores de Correlación Lineal de Pearson (ρ) obtenidos en el análisis de las medias de las variables climáticas interiores en horario laboral (6:00-22:00 h).....	381
Tabla 73. Valores de Correlación Lineal de Pearson (ρ) obtenidos de la comparación de las principales variables climáticas exteriores e interiores en horario laboral (6:00-22:00 h).	384
Tabla 74. Resultados del análisis de la concentración de metales pesados en sustratos y suelos de invernaderos de Badajoz y Montijo (Badajoz).....	386
Tabla 75. Valores límite de concentración de metales pesados en sustratos y suelos (Clase A, pH < 7) agrícolas [1059] [1060].	387
Tabla 76. Comparación de la distribución por sexos entre trabajadores de invernadero de Extremadura y Almería [209], y trabajadores autónomos agrícolas y de invernadero de España en 2009 [1069] y en 2020 [1068].	390
Tabla 77. Distribución por grupos de edad de los trabajadores de invernadero de Extremadura y del sector agrario español en 2015 [1070].....	392
Tabla 78. Distribución de los trabajadores de invernadero en Extremadura (1) y España (2) [1069] en función de su titulación profesional o académica oficial.....	393
Tabla 79. Frecuencias y porcentajes de trabajadores de invernadero que padecen minusvalía o enfermedad respiratoria o cutánea crónica.....	394
Tabla 80. Frecuencias, porcentajes y tipos de lesiones/enfermedades causadas por el trabajo en invernaderos.....	395
Tabla 81. Relación numérica entre trabajadores propietarios, familiares y asalariados fijos en España y Extremadura, en 2016.	397
Tabla 82. Distribución de las explotaciones agrarias en Extremadura, Andalucía y España en 2009, en función de la relación laboral de los trabajadores [1072].	397
Tabla 83. Distribución de los trabajadores de invernadero en función del número de bajas laborales causadas por el trabajo.....	400
Tabla 84. Número de días laborables perdidos por bajas médicas de origen profesional en los invernaderos.....	401
Tabla 85. Calificación de las tareas causantes de las bajas en invernaderos agrupadas por especialidades preventivas.	402

Tabla 86. Tareas causantes de las bajas laborales en trabajadores de invernadero de Almería [209] y trabajadores autónomos agrícolas de España [1069].....	403
Tabla 87. Distribución de los trabajadores de invernadero encuestados en función de los accidentes <i>in itinere</i>	404
Tabla 88. Comparación de la siniestralidad debida a accidentes <i>in itinere</i> procedente de diversas fuentes.	404
Tabla 89. Principales parámetros estadísticos correspondientes a la valoración, mediante la Escala de Likert, de la frecuencia de realización de acciones formativas en PRL en general, y ante cambios en las condiciones de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	418
Tabla 90. Posturas habituales en el sector agrícola y en los invernaderos: comparación de los resultados del estudio realizado en Extremadura con los obtenidos en otras investigaciones [284] [1069].....	422
Tabla 91. Carga metabólica de las posturas de trabajo habituales en el sector agrícola [1055] [1077].	423
Tabla 92. Principales parámetros estadísticos correspondientes a la valoración, mediante la Escala de Likert, del grado de adecuación de las dimensiones del puesto de trabajo, de la comodidad de las posturas de trabajo y la presencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos de Extremadura.	425
Tabla 93. Principales parámetros estadísticos correspondientes al nivel de los requerimientos físicos del trabajo, agotamiento al final de la jornada, grado de recuperación física diaria de los trabajadores y presencia de obstáculos en zonas de paso en los invernaderos de Extremadura.	429
Tabla 94. Riesgos detectados por los trabajadores de invernadero de Extremadura, clasificados por orden de importancia.	432
Tabla 95. Comparación de los resultados alcanzados por la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario y el estudio de los invernaderos de Extremadura, sobre determinados aspectos del trabajo con la consideración subjetiva de riesgo.	433
Tabla 96. Comparación de los resultados procedentes de la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario ⁽³⁾ [1069] y los estudios sobre trabajadores de invernadero ^(a) , autónomos agrícolas ^(b) y trabajadores agrícolas en general ^(c) efectuados en Almería ⁽²⁾ [209] y Extremadura ⁽¹⁾ , sobre los riesgos existentes ^(A) , la posibilidad de que ocasionen accidentes de trabajo ^(B) o hayan sido causa de accidente laboral con baja ^(C)	435
Tabla 97. Comparación de la existencia de trastornos del aparato locomotor en diferentes estudios realizados sobre trabajadores del sector agrícola.	438
Tabla 98. Comparación de los resultados obtenidos en el estudio sobre los invernaderos de Extremadura y los procedentes de la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069].	442
Tabla 99. Grado de satisfacción de diferentes colectivos agrícolas con las condiciones de humedad presentes en su trabajo, procedente de distintas fuentes bibliográficas.	445
Tabla 100. Principales parámetros estadísticos correspondientes al grado de conocimiento y de satisfacción, por los trabajadores, de la temperatura y la humedad de trabajo en el interior de los invernaderos de Extremadura.	446
Tabla 101. Comparación del grado de incomodidad causada por el ruido en los trabajadores de invernadero de Extremadura y autónomos agrícolas y de invernadero de España [1069].	451
Tabla 102. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes al grado de adecuación de la vestimenta, frecuencia de aparición de molestias causadas por la radiación solar, grado de incomodidad originado por la presencia de corrientes de aire y de ruido entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	452

Tabla 103. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes al grado de satisfacción con la iluminación, la frecuencia de molestias por deslumbramientos o reflejos, de afecciones oculares inespecíficas y el nivel de contaminación del aire interior entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	456
Tabla 104. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes a la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos y defectuosos, el grado de satisfacción por la información sobre el uso correcto de los equipos y la accesibilidad a los manuales de los equipos por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	464
Tabla 105. Clasificación de los equipos de protección más utilizados en los invernaderos en función de su uso colectivo o individual.....	467
Tabla 106. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes al grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de trabajo, la frecuencia de uso de equipos de protección, el grado de conocimiento de su manejo y de la satisfacción por la información recibida sobre su uso correcto por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	470
Tabla 107. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes a la frecuencia de manipulación de sustancias inflamables, grado de conocimiento en el manejo de los equipos contra incendios y nivel de satisfacción por su distribución y mantenimiento en los invernaderos de Extremadura.....	476
Tabla 108. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al etiquetado correcto de las sustancias químicas presentes en los invernaderos de Extremadura.....	479
Tabla 109. Comparación del grado de asiduidad en la actividad de aplicación de tratamientos fitosanitarios entre trabajadores autónomos de invernadero y del resto del sector agrícola nacional [1069].....	481
Tabla 110. Comparación de los valores procedentes de diferentes investigaciones en relación con las consecuencias sobre la salud de los trabajadores que aplican productos fitosanitarios.....	485
Tabla 111. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a la frecuencia de aparición de contaminantes/agentes biológicos en los invernaderos de Extremadura.....	486
Tabla 112. Comparación de los datos obtenidos de diferentes investigaciones sobre la importancia del ritmo de trabajo como factor de riesgo psicosocial en el sector agrario.....	494
Tabla 113. Comparación, en relación a la posibilidad de establecer relaciones en el trabajo (trabajos aislados), entre los trabajadores de invernadero de Extremadura y los del sector agrícola de España [1069].	499
Tabla 114. Relación entre la forma social de realizar el trabajo y el número diario de horas trabajadas en el sector agropecuario español [1069].	499
Tabla 115. Duración de la jornada semanal en los invernaderos de Extremadura y entre los trabajadores autónomos agrícolas y de invernadero de España.	501
Tabla 116. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a la duración, en días, de la jornada laboral semanal en los invernaderos de Extremadura.	501
Tabla 117. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a los aspectos del trabajo relacionados con las demandas psicológicas del trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	504
Tabla 118. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a los aspectos del trabajo relacionados con la autonomía ejercida en el ámbito laboral por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	508
Tabla 119. Evolución del salario bruto medio pagado en España por jornada de trabajo en el ámbito rural en el período 2008-2017 [1099].....	512

Tabla 120. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al grado de satisfacción por el salario percibido entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.	513
Tabla 121. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al grado de implicación emocional de origen laboral de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	518
Tabla 122. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al apoyo social recibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	522
Tabla 123. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a la implicación de los trabajadores de invernadero con su organización.	524
Tabla 124. Comparación de los valores relacionados con el motivo de asistencia médica en los últimos 12 meses por los trabajadores autónomos del sector agropecuario, autónomos agrícolas y autónomos de invernadero en España en 2009 [1069].	526
Tabla 125. Medias procedentes de las 58 preguntas confeccionadas con una Escala de Likert de cinco niveles, distribuidas por especialidades preventivas.	527
Tabla 126. Grado de confiabilidad de los 58 ítems confeccionados con la Escala de Likert y agrupados en dimensiones, aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach.	528
Tabla 127. Grado de confiabilidad de cada uno de los elementos confeccionados con la Escala de Likert aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach.	528
Tabla 128. Comparación de las medias procedentes de los diferentes aspectos psicosociales, como resultado de las 22 preguntas confeccionadas con la Escala de Likert.	532
Tabla 129. Comparación de los resultados de España [1069] con los obtenidos en Extremadura ($\Sigma n = 100\%$) en relación a la distribución de los grupos de edad de los trabajadores en función del sexo.	533
Tabla 130. Población ocupada en España en el sector agrario (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) por sexos y grupos de edad durante el tercer trimestre de 2020 [1068].	534
Tabla 131. Test de chi-cuadrado sexo*titulación académica oficial poseída por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	535
Tabla 132. Test de chi-cuadrado sexo*aparición de trastornos de tipo cutáneo en los trabajadores de invernadero de Extremadura.	536
Tabla 133. Test de chi-cuadrado sexo*tipo de relación laboral en los invernaderos de Extremadura.	537
Tabla 134. Test de chi-cuadrado sexo*tipo de tarea principal desempeñada en los invernaderos.	538
Tabla 135. Test de chi-cuadrado sexo*trabajo de atención al público como tarea habitual realizada en los invernaderos.	540
Tabla 136. Test de chi-cuadrado sexo*trabajo de aplicación de los tratamientos fitosanitarios como tarea habitual realizada en los invernaderos.	540
Tabla 137. Test U de Mann-Whitney sexo*antigüedad del trabajador de invernadero en su actual explotación.	541
Tabla 138. Test U de Mann-Whitney sexo*tamaño de la plantilla en los invernaderos de Extremadura.	542
Tabla 139. Test de chi-cuadrado sexo*práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos.	544

Tabla 140. Test de chi-cuadrado sexo*periodicidad de la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos. .	544
Tabla 141. Test de chi-cuadrado sexo*postura de pie estático, como posición habitual de trabajo en los invernaderos.	545
Tabla 142. Test de chi-cuadrado sexo*frecuencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos..	547
Tabla 143. Test U de Mann-Whitney sexo*nivel de exigencia física requerida por el trabajo de invernadero.....	548
Tabla 144. Test U de Mann-Whitney sexo*nivel de agotamiento físico tras una jornada de trabajo en los invernaderos.....	549
Tabla 145. Comparación de los resultados procedentes de los invernaderos extremeños y de los trabajadores autónomos del sector agropecuario nacional [1069] en relación a la percepción de los riesgos presentes en el trabajo.	550
Tabla 146. Test de chi-cuadrado sexo*percepción de los riesgos laborales presentes en los invernaderos de Extremadura.	552
Tabla 147. Comparación de los resultados procedentes de los invernaderos extremeños y de los trabajadores autónomos del sector agropecuario nacional [1069] en relación a las posibles causas de accidentes de trabajo.....	554
Tabla 148. Test de chi-cuadrado sexo*percepción de las posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos de Extremadura.	555
Tabla 149. Test de chi-cuadrado sexo*presencia de TME de origen laboral y zonas corporales afectadas en los trabajadores de invernadero de Extremadura.	557
Tabla 150. Test U de Mann-Whitney sexo*grado de satisfacción con la temperatura de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	558
Tabla 151. Comparación de los resultados procedentes de los invernaderos extremeños y de los trabajadores autónomos del sector agropecuario nacional [1069] en relación a la percepción térmica estacional.	559
Tabla 152. Test de chi-cuadrado sexo*percepción térmica estacional del ambiente interior por los trabajadores de invernadero de Extremadura.....	560
Tabla 153. Test U de Mann-Whitney sexo*grado de incomodidad causada por la presencia de corrientes de aire en los invernaderos de Extremadura.	561
Tabla 154. Test U de Mann-Whitney sexo*frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos.....	562
Tabla 155. Resultados del análisis estadístico del empleo de equipos de trabajo considerados peligrosos en función del sexo.....	564
Tabla 156. Test de chi-cuadrado sexo*utilización de herramientas eléctricas, consideradas como equipos de trabajo peligrosos por los propios trabajadores de invernadero.	564
Tabla 157. Test de chi-cuadrado sexo*conducción de vehículos a motor, considerados como equipos de trabajo peligrosos, en los invernaderos.	565
Tabla 158. Test de chi-cuadrado sexo*conocimiento del plazo de latencia para la entrada segura en un invernadero recién tratado con productos fitosanitarios.....	566

Tabla 159. Test de chi-cuadrado sexo*realización de la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.	567
Tabla 160. Chi-cuadrado y valor de ρ sexo*realización de la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios y las medidas de protección implantadas para esta actividad en los invernaderos de Extremadura.	567
Tabla 161. Test U de Mann-Whitney sexo*acumulación de trabajo entre jornadas laborales en los invernaderos de Extremadura.	569
Tabla 162. Test U de Mann-Whitney sexo*variedad de tareas en los invernaderos.	570
Tabla 163. Test U de Mann-Whitney sexo*número de días de trabajo semanales en los invernaderos de Extremadura.	571
Tabla 164. Test U de Mann-Whitney sexo*frecuencia del trabajo a turnos en los invernaderos.	572
Tabla 165. Test U de Mann-Whitney sexo*grado de iniciativa ejercida por los trabajadores de invernadero.	573
Tabla 166. Test U de Mann-Whitney sexo*cuantía salarial neta mensual percibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.	575
Tabla 167. Test U de Mann-Whitney sexo*nivel de satisfacción de los trabajadores de invernadero por el salario percibido.	576
Tabla 168. Test U de Mann-Whitney sexo*vivencia personal de situaciones de discriminación o humillación en el trabajo desempeñado en los invernaderos.	577
Tabla 169. Test de chi-cuadrado sexo*existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos.	578
Tabla 170. Test de chi-cuadrado sexo*existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos.	579
Tabla 171. Test H de Kruskal-Wallis edad*nivel formativo oficial de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	580
Tabla 172. Test de chi-cuadrado edad*presencia de patologías respiratorias crónicas entre los trabajadores de invernadero.	582
Tabla 173. Test de chi-cuadrado edad*tipo de relación laboral de los trabajadores de invernadero de Extremadura.	583
Tabla 174. Test de chi-cuadrado edad*realización de los tratamientos fitosanitarios, como tarea habitual en los invernaderos de Extremadura.	584
Tabla 175. Test H de Kruskal-Wallis edad*antigüedad de los trabajadores de invernadero de Extremadura en la actual explotación.	585
Tabla 176. Test H de Kruskal-Wallis edad*número de bajas médicas de origen laboral en los invernaderos.	587
Tabla 177. Test H de Kruskal-Wallis edad*tamaño de la plantilla laboral en los invernaderos.	588
Tabla 178. Test de chi-cuadrado edad*morfología de la estructura de los invernaderos.	590
Tabla 179. Test de chi-cuadrado edad*formación en PRL recibida por los trabajadores de invernadero.	591
Tabla 180. Test de chi-cuadrado edad*formación en PRL recibida a través de cursos de formación.	592
Tabla 181. Test de chi-cuadrado edad*formación en PRL recibida a través de charlas informativas.	592

Tabla 182. Test de chi cuadrado edad*preferencia por los cursos presenciales de formación como técnica formativa más efectiva entre los trabajadores de invernadero.	593
Tabla 183. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia en la recuperación física entre jornadas laborales.	595
Tabla 184. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia en la presencia de obstáculos en lugares de trabajo.	597
Tabla 185. Riesgos laborales presentes en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.	598
Tabla 186. Test de chi-cuadrado edad*choques con objetos móviles como riesgo presente en el trabajo de los invernaderos.	599
Tabla 187. Test de chi-cuadrado edad*humedad excesiva como riesgo presente en el trabajo de los invernaderos.	600
Tabla 188. Posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.	601
Tabla 189. Test de chi-cuadrado edad*manipulación de sustancias químicas como posible causa de accidente de trabajo en los invernaderos.	602
Tabla 190. Test H de Kruskal-Wallis edad*grado de conocimiento de la temperatura en el interior del invernadero.	603
Tabla 191. Test H de Kruskal-Wallis edad*grado de satisfacción debido al mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados en los invernaderos.	604
Tabla 192. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia de utilización de los equipos de protección en los invernaderos.	605
Tabla 193. Equipos de protección utilizados en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.	607
Tabla 194. Test chi-cuadrado edad*utilización del casco, equipos contra incendios, gafas de seguridad y mascarillas como equipos de protección en los invernaderos.	608
Tabla 195. Test de chi-cuadrado edad*presencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos.	609
Tabla 196. Medidas de protección seguidas por los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos en función de la edad (% basado en n = 257) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.	611
Tabla 197. Consecuencias negativas para la salud de los aplicadores de tratamientos fitosanitarios en los invernaderos en función de la edad (% basado en n = 257) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.	613
Tabla 198. Test H de Kruskal-Wallis edad*presencia de agentes biológicos molestos en los invernaderos.	615
Tabla 199. Tipos de agentes biológicos detectados en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.	616
Tabla 200. Test H de Kruskal-Wallis edad*rapidez en la toma de decisiones en los invernaderos.	617
Tabla 201. Test H de Kruskal-Wallis edad*acumulación de tareas entre jornadas laborales.	618
Tabla 202. Test H de Kruskal-Wallis edad*gravedad de las consecuencias de cometer un error en los invernaderos.	619

Tabla 203. Test H de Kruskal-Wallis edad*variedad de tareas existente en los invernaderos.....	621
Tabla 204. Test H de Kruskal-Wallis edad*órdenes o instrucciones erróneas o contradictorias en los invernaderos.	622
Tabla 205. Test de chi cuadrado edad*posibilidad de establecer relaciones sociales en los invernaderos.....	623
Tabla 206. Test H de Kruskal-Wallis edad*control sobre el orden de realización de tareas en los invernaderos.....	624
Tabla 207. Test H de Kruskal-Wallis edad*grado de iniciativa ejercida en los trabajos de invernadero.	625
Tabla 208. Test de chi-cuadrado edad*posibilidad de promoción profesional en los invernaderos.	627
Tabla 209. Test H de Kruskal-Wallis edad*percepción salarial neta en los invernaderos.....	628
Tabla 210. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia de situaciones laborales con afectación emocional.....	629
Tabla 211. Test de chi-cuadrado edad*existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos.	630
Tabla 212. Test H de Kruskal-Wallis edad*calidad de las relaciones de los trabajadores con sus superiores jerárquicos.	631
Tabla 213. Test de chi-cuadrado edad*existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos.	633
Tabla 214. Test H de Kruskal-Wallis edad*calidad de las relaciones de los trabajadores con sus compañeros.	634
Tabla 215. Test H de Kruskal-Wallis edad*verbalización del sentimiento de pertenencia a una determinada organización dedicada al cultivo protegido.	635
Tabla 216. Resumen de las hipótesis analizadas procedentes de las encuestas a los trabajadores.	635
Tabla 217. Superficie y ubicación geográfica de las instalaciones de los propietarios encuestados.....	656
Tabla 218. Distribución territorial de los negocios dedicados al cultivo de invernadero en la Comunidad Autónoma de Extremadura.	758
Tabla 219. Clasificación de las OCA de Extremadura en función del número de negocios dedicados al cultivo en invernadero y de los municipios en los que estos se ubican.	764
Tabla 220. Clasificación de las comarcas y mancomunidades administrativas de Extremadura en función del número de negocios dedicados al cultivo en invernadero.	767
Tabla 221. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias del número de negocios dedicados al cultivo de invernadero en función del término municipal.....	768
Tabla 222. Principales variables estadísticas correspondientes al número de negocios dedicados a esta modalidad de cultivo en función del término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.....	769
Tabla 223. Clasificación de las OCA de Extremadura en función del número de unidades estructurales de producción.	771
Tabla 224. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias del número de unidades estructurales de producción en función del término municipal.....	774
Tabla 225. Principales variables estadísticas correspondientes al número de unidades estructurales de producción por TM, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.....	775

Tabla 226. Superficie invernada en los municipios de la Comunidad Autónoma de Extremadura.	776
Tabla 227. Municipios extremeños con más de 1 ha de superficie invernada.	782
Tabla 228. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada por término municipal.....	784
Tabla 229. Principales variables estadísticas correspondientes a la superficie invernada por término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.....	788
Tabla 230. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada media por negocio dedicado al cultivo en invernadero en función del término municipal.	788
Tabla 231. Principales variables estadísticas correspondientes a la superficie invernada media por unidad de negocio y por término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.....	792
Tabla 232. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada media por unidad estructural de producción en función del término municipal.	793
Tabla 233. Principales variables estadísticas correspondientes a la superficie invernada media por unidad estructural de producción y por término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.....	797
Tabla 234. Distribución de la superficie invernada en Extremadura en función de las oficinas comarcales agrarias.	797
Tabla 235. Resumen estadístico de la superficie invernada de Extremadura en función de las oficinas comarcales agrarias.	799
Tabla 236. Distribución de la superficie invernada de Extremadura en función de las comarcas-mancomunidades.	816
Tabla 237. Resumen estadístico de la superficie invernada regional en función de las comarcas y mancomunidades administrativas de Extremadura.....	817
Tabla 238. Resumen estadístico de la superficie invernada de Extremadura por provincias.	827

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Índice de Incidencia AT.....	67
Ecuación 2. Tasa de renovación de aire.....	97
Ecuación 3. Tasa de ventilación por m ² de suelo.....	97
Ecuación 4. Tasa de ventilación por m ² de suelo.....	97
Ecuación 5. Tasa de asimilación neta.....	107
Ecuación 6. Humedad relativa	112
Ecuación 7. Humedad absoluta	112
Ecuación 8. Déficit de presión de vapor	114
Ecuación 9. Eficiencia del aporte de CO ₂	120
Ecuación 10. Eficiencia del aporte de CO ₂ en función de su asimilación	121
Ecuación 11. Eficiencia del aporte de CO ₂ en función de la MSV	121
Ecuación 12. Estimación de la ET ₀	128
Ecuación 13. Energía radiante según la Ley de Stefan-Boltzmann	130
Ecuación 14. Calor emitido en un invernadero.....	130
Ecuación 15. Densidad de la corriente convectiva	131
Ecuación 16. Calor emitido por convección.....	131
Ecuación 17. Calor de convección de la cubierta con el interior.....	131
Ecuación 18. Transmisión turbulenta de calor por convección.....	132
Ecuación 19. Transmisión laminar de calor por convección.....	132
Ecuación 20. Transformación del calor sensible en latente.....	132
Ecuación 21. Balance energético del invernadero.....	133
Ecuación 22. Necesidades específicas de calor por m ²	133
Ecuación 23. Necesidades específicas de calor bajo determinadas condiciones	133
Ecuación 24. Energía perdida en un invernadero	133
Ecuación 25. Balance energético de un invernadero	134
Ecuación 26. Energía solar incidente.....	134
Ecuación 27. Balance energético en invernaderos aislados y no aislados.....	134

Ecuación 28. Balance energético en invernaderos con menor valor de Q_s	135
Ecuación 29. Pérdidas por conducción-convección.....	135
Ecuación 30. Pérdidas por conducción-convección.....	135
Ecuación 31. Pérdidas de calor por fugas.....	136
Ecuación 32. Pérdidas de calor por radiación nocturna.....	136
Ecuación 33. Fórmula de Lehmann y Spitzer sobre tiempos de descanso	223
Ecuación 34. Valor del Índice WBGT.....	264
Ecuación 35. Punto de rocío.....	265
Ecuación 36. Cálculo del Índice PPD.....	277
Ecuación 37. Cálculo del factor K (WBGT).....	278
Ecuación 38. Cálculo del Índice DR.....	369
Ecuación 39. Cálculo del Índice WCI.....	376

Abstract

The agrarian sector is characterized by the coexistence of a various activities as agriculture, cattle industry, forestry, hunting, fish farming, etc. The knowledge of the conditions of safety and health in the sector is, in general terms, extended, profound and it's well documented; nevertheless, it doesn't happen the same to some of the activities that compose it sector, for instance the work in greenhouses. The modality of protected cultivation, generally under plastic in areas of Mediterranean influence, presents specific characteristics too difficult to find in other job occupations, even inside the agricultural sector.

The main objective of this work is the exhaustive study of the safety and health conditions in the greenhouses of Extremadura, a region in Southwestern Spain, characterized by its hot summers and mild winters. The principal focal points of greenhouses are located in traditional irrigated areas, whose workers are used to the exercise of intensive agricultural labours and whose productions are usually marketed through local cooperatives.

First of all, an approximation to the real situation of this subsector is established due to a significant absence of literature about ORP. For this reason, it has been necessary to initiate a detailed search for this kind of facilities in each local council of the region, as well as to prepare an extensive questionnaire to collect information on the working conditions inherent to this activity.

On the other hand, the climatic environment of this activity is designed to satisfy the crop needs, not the comfort of the workers. So the farmers that work in the greenhouses with technologies of climate control it's possible to get a certain balance between the comfort of the cultivated plant species and the people who take care of them. Therefore, the farmers who make their labour activity inside the greenhouses are exposed to additional risks, by effect of high levels of temperature and humidity that makes the essence of this type of facilities.

The results obtained, from both the surveys and the measurements carried out to determine the physical environment inside a type greenhouse, confirm the existence of an element of discomfort associated with high levels of temperature and relative humidity during the spring and summer months. This situation is aggravated by long workdays, frequently performed by temporary workers without previous experience and training, or even by people from Eastern Europe, not used to local temperatures.

After the performed analysis it can be concluded in addition, that the conditions of safety and health in the greenhouses, specially in smaller ones, that they're majority in Extremadura, reveal disappointing results in many aspects, including those referred to observance of the health surveillance, the existence of technological elements that facilitate work, the temporality employment, the amount of salaries, the preventive formation towards the real job, the protocols of handling and application of pesticides and the attention towards the psychosocial risks, still not known for many workers and owners.

Resumen

El sector agrario se caracteriza por la coexistencia de actividades tan diversas como la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza, la acuicultura, etc. El conocimiento de las condiciones de seguridad y salud existentes en el sector es, en líneas generales, amplio, profundo y se encuentra bien documentado; sin embargo, no sucede lo mismo con algunas de las actividades que lo componen, entre las que se encuentra la desempeñada en los invernaderos. La modalidad de cultivo protegido, generalmente bajo plástico en áreas de influencia mediterránea, presenta características específicas difíciles de encontrar en otras ocupaciones laborales, incluso dentro del sector agrícola.

El objetivo principal de este trabajo es el estudio exhaustivo de las condiciones de seguridad y salud en los invernaderos de Extremadura, comunidad autónoma del suroeste español, caracterizada por sus veranos calurosos e inviernos suaves. Sus principales núcleos de superficie invernada se encuentran en zonas tradicionales de regadío, cuyos trabajadores están habituados al ejercicio de labores agrícolas intensivas y cuyas producciones suelen ser comercializadas a través de cooperativas locales.

Se establece en primer lugar una aproximación a la situación real de este subsector debido a una ausencia significativa de bibliografía en materia de PRL. Para ello ha sido necesario iniciar una búsqueda pormenorizada de instalaciones invernadas en cada uno de los términos municipales de la comunidad autónoma, así como elaborar un extenso cuestionario destinado a recabar información sobre las condiciones de trabajo inherentes a esta actividad.

Por otra parte, el ambiente interior de un invernadero está diseñado para satisfacer las necesidades del cultivo, no la comodidad del trabajador. En las instalaciones con control climático es posible conseguir cierto equilibrio entre el confort de las especies cultivadas y el de las personas que las mantienen. Así, los agricultores que realizan su actividad laboral en el interior de un invernadero están expuestos a riesgos adicionales, por efecto de las elevadas temperatura y humedad que constituyen la esencia de este tipo de estructuras.

Los resultados obtenidos, procedentes tanto de las encuestas como de las mediciones efectuadas para determinar el ambiente físico en el interior de un invernadero tipo, confirman la existencia de un elemento de discomfort asociado a unos elevados niveles de temperatura y humedad relativa durante los meses de primavera y verano. Esta situación se ve agravada por el ejercicio de unas largas jornadas de trabajo, frecuentemente desempeñadas por personal temporero sin experiencia y preparación previa, o incluso por trabajadores procedentes de países del este europeo, poco acostumbrados a las temperaturas locales.

Tras el análisis realizado se puede concluir además, que las condiciones de seguridad y salud en los invernaderos, especialmente en los de menor tamaño, que son mayoría en Extremadura, revelan unos resultados desalentadores en numerosos aspectos, entre otros los relacionados con el cumplimiento de la vigilancia de la salud, la existencia de elementos tecnológicos facilitadores del trabajo, la temporalidad en el empleo, la cuantía de los salarios percibidos, la formación preventiva dirigida hacia el puesto de trabajo, los protocolos de manejo y aplicación de plaguicidas y la atención hacia los riesgos psicosociales, aún desconocidos para muchos trabajadores y empresarios.

Résumé

Le secteur agraire se caractérise par la coexistence d'activités aussi diverses que l'agriculture, le bétail, la sylviculture, la chasse, l'aquaculture, etc. La connaissance des conditions de sécurité et santé existantes dans le secteur est, grossièrement, vaste, profond et il est bien documenté; cependant, n'arrive pas la même chose avec quelques des activités qui le composent, parmi lesquels se trouve celle effectuée dans les serres. La modalité de culture protégée, généralement sous plastique dans les secteurs d'influence méditerranéenne, présente des caractéristiques spécifiques difficiles à trouver chez les autres occupations de travail, même dans le secteur agraire.

L'objectif principal de ce travail est l'étude exhaustive des conditions de sécurité et santé dans les serres de l'Estrémadure, région du sud-ouest espagnol, caractérisée par ses étés chauds et ses hivers tempérés. Ses principaux centres de culture protégée se trouvent dans les zones irriguées traditionnelles, dont les agriculteurs sont habitués à l'exercice de travaux agricoles intensifs et dont les productions sont généralement commercialisées pour les coopératives locales.

D'abord, une approximation de la situation réelle de ce sous-secteur est établie en raison d'une absence significative de littérature sur la PRP. Pour cela, il a été nécessaire d'initier une recherche détaillée d'installations avec serres dans chacune des municipalités de la région, ainsi que de préparer un vaste questionnaire visant à recueillir des informations sur les conditions de travail inhérents à cette activité.

D'autre part, l'atmosphère climatique du travail est conçue pour satisfaire les nécessités des cultures, pas le confort des travailleurs. Dans les installations avec contrôle du climat il est possible d'obtenir un certain équilibre entre le confort des espèces végétales cultivées et celui des personnes qui les maintiennent. Par conséquent, les agriculteurs qui effectuent leur activité de travail dans une serre sont exposés à des risques additionnels, sous l'effet de la température et de l'humidité qui constituent l'essence de cette type d'installations.

Les résultats obtenus, dérivés à la fois des enquêtes et des mesures effectuées pour déterminer l'environnement physique à l'intérieur d'une serre type, confirment l'existence d'un élément d'inconfort associé à des niveaux élevés de température et d'humidité relative au printemps et en été. Cette situation est aggravée par des longues journées de travail, souvent effectuées par du personnel temporaire sans expérience ni préparation préalable, même par des travailleurs des pays d'Europe de l'Est, peu habitués aux températures locales.

Après l'analyse effectuée on peut également conclure que les conditions de sécurité et santé dans les serres, surtout celles qui sont de petite taille, majoritaires en l'Estrémadure, révèlent des résultats décevants sur un grand nombre d'aspects, tels que l'accomplissement de la surveillance de la santé, l'existence d'éléments technologiques qui facilitent le travail, la temporalité à l'emploi, le montant des salaires perçus, la formation préventive dirigée vers le poste de travail, les protocoles de manipulation et application de pesticides et l'attention vers les risques psychosociaux, encore inconnus pour beaucoup de travailleurs et entrepreneurs.

Resumo

O setor agrário caracteriza-se pela coexistência de atividades diversas como a agricultura, a pecuária, a silvicultura, a caça, a aquicultura, etc. O conhecimento das condições de segurança, saúde e bem-estar no setor é, as linhas principais, amplo, profundo e bem documentado; não obstante, o mesmo não acontece em algumas das atividades que o compõem, entre elas as feitas em estufas. As culturas protegidas, geralmente debaixo de plásticos, nas zonas com grande influência do clima mediterrânico, apresentam características específicas e difíceis de encontrar noutras atividades dentro do setor agrário.

O objetivo principal deste trabalho foi o estudo exaustivo das condições de segurança, saúde e bem-estar nas estufas da Extremadura espanhola, sudoeste de Espanha, caracterizada pelos seus verões quentes e invernos temperados. Os seus principais núcleos de culturas protegidas (estufas) encontram-se nas tradicionais áreas irrigadas, cujos trabalhadores estão habituados ao exercício de tarefas agrícolas intensivas e cujas produções são normalmente comercializadas por meio de cooperativas locais ou organizações de produtores.

Em primeiro lugar, estabelece-se uma aproximação da situação real deste setor, uma vez que existe pouca literatura disponível sobre PRP. Para tal, foi necessário iniciar um estudo detalhado das instalações ou propriedades com estufas em cada um dos concelhos da região, assim como elaborar um extenso questionário destinado a recolher informação sobre as condições de trabalho inerentes a esta atividade.

Por outro lado, o padrão climático das estufas é definido de forma a responder às reais necessidades das culturas, não propriamente ao conforto dos trabalhadores. Nas estufas com controlo climático, é possível obter um certo equilíbrio entre o conforto da espécie cultivada e a quem cuida dela. Consequentemente, os agricultores ou funcionários que realizam a sua atividade dentro delas, são expostos a riscos adicionais, como o efeito das altas temperaturas e humidades relativas que constituem a base climática deste tipo de instalações.

Os resultados obtidos, derivados tanto dos questionários quanto das medições efetuadas para determinar o ambiente físico dentro de uma estufa tipo, confirmam a existência de um elemento de desconforto associado aos elevados níveis de temperatura e humidade relativa durante os meses de primavera e verão. Esta situação é agravada por longas jornadas de trabalho, frequentemente desempenhadas por empregados temporários sem experiência e preparação prévia, ou por trabalhadores de países da Europa de Leste, não habituados a estas temperaturas durante estes períodos.

Após a análise realizada, pode-se concluir, que as condições da segurança e saúde e bem-estar nas estufas, especialmente naquelas de menor tamanho, que são a maioria nesta região, mostraram resultados alarmantes em muitos aspetos, como os relacionados com o cumprimento da vigilância da saúde, com a existência de elementos tecnológicos facilitadores do trabalho, o emprego temporário, as remunerações recebidas, a formação preventiva dirigida para cada posto de trabalho, os protocolos de manipulação e aplicação dos fitofármacos e a atenção aos riscos psicossociais, ainda não conhecidos por muitos trabalhadores e empresários.

Capítulo 1. Introducción

1.1. Alcance del trabajo

Entre las líneas desarrolladas por el Grupo de Investigación en Energía del Área de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad de Extremadura (ENERMYT), se encuentra la de prevención de riesgos laborales (PRL); dentro de esta línea se enmarca el presente trabajo sobre la actividad laboral en invernaderos, como subsector del sector agrícola. Dicho grupo ENERMYT, dirigido por la Dra. María Teresa Miranda García-Cuevas, posee una dilatada experiencia en la investigación de la seguridad y salud laboral en diferentes sectores de actividad, gracias a la dirección de tesis doctorales relacionadas con la PRL. Así, cabe mencionar en este ámbito los trabajos desarrollados por C. Rojas (2016), S. Nogales (2016), Rui (2013), etc.

Siguiendo esta línea de investigación, se elige el análisis de las condiciones de seguridad y salud en invernaderos, tras verificar la escasez de fuentes documentales referidas a esta actividad en Extremadura (e incluso a nivel nacional), y comprobar la importancia creciente de este subsector en el agro extremeño, aunque no alcance los niveles de las regiones del sur y sureste de España.

Con el fin de conocer los riesgos propios de esta actividad, se ha confeccionado y presentado una encuesta con 103 preguntas a una muestra representativa de trabajadores. Los resultados obtenidos sirven de punto de partida para centrar el estudio, haciendo hincapié en el examen de los riesgos de mayor relevancia y frecuencia, pero sin olvidar los menos conocidos.

Las explotaciones extremeñas presentan, sin duda, similitudes con las andaluzas y murcianas; todas ellas sufren veranos implacables, con un ambiente físico poco hospitalario para el trabajador. Sin embargo, también muestran diferencias, debidas a las particularidades que caracterizan a los invernaderos extremeños, como su menor tamaño medio por estructura, la tipología de la misma, la presencia mayoritaria de mano de obra familiar y asalariada eventual, el escaso número de trabajadores por explotación, la altitud de algunas de ellas, como sucede en las mancomunidades de La Vera y del Valle del Jerte, la heterogeneidad en la recuperación selectiva y tratamiento posterior del plástico desechado, la ausencia de formación e información específica de los trabajadores principiantes, la irregularidad en la práctica de la vigilancia de la salud, la impericia de algunos de los trabajadores que aplican los tratamientos fitosanitarios, la disparidad en la utilización de equipos de protección individual, etc., como podrá comprobarse al analizar los resultados del presente estudio.

En este sentido, el trabajo desarrollado analiza las características de la población dedicada al cultivo protegido: sexo, edad, nivel de estudios, presencia de minusvalías y enfermedades previas. Se estudia, asimismo, la estructura profesional de esta actividad, cuál es el porcentaje de empresarios, asalariados fijos, eventuales y trabajadores familiares; la categoría profesional predominante, los diferentes tipos de tareas, la antigüedad en la empresa y los accidentes sufridos.

Los datos relacionados con las explotaciones proporcionan una información muy útil para profundizar en el conocimiento de esta actividad: número de trabajadores por explotación en temporada alta, tipos de invernaderos más frecuentes, materiales de cubierta, residuos generados y su posterior tratamiento, formación de los trabajadores o concienciación ambiental, entre otros.

Los principales riesgos higiénicos abordados están interconectados con las condiciones físicas del ambiente interior del invernadero: temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. El tratamiento de

los aspectos psicosociales está directamente relacionado con los resultados obtenidos de las cuestiones que, sobre esta materia, contiene la encuesta ya referida.

El ambiente interior del invernadero, durante la canícula, constituye la fuente principal de quejas entre los trabajadores; por este motivo ha sido necesario recabar información sobre la percepción que el individuo tiene sobre las condiciones termohigrométricas en las que trabaja, su grado de satisfacción, prevalencia de alteraciones somáticas originadas por el ambiente interior del invernadero, posible presencia de ruidos, condiciones de iluminación, etc.

El diseño del puesto de trabajo es fundamental para prevenir dolencias músculo-esqueléticas, las de mayor prevalencia en el sector agrícola. Así, son cuestiones a analizar: las dimensiones de los puestos, las posturas de trabajo y cuáles son las más habituales, el transporte manual de cargas pesadas, los requerimientos físicos de las tareas, posibles riesgos y su frecuencia de aparición, causas que podrían generar accidentes de trabajo, etc.

Las tareas desarrolladas en un invernadero, como en el resto del sector agrícola, son extremadamente heterogéneas; por ello, es necesario conocer los equipos de trabajo utilizados; la percepción que los trabajadores tienen de su peligrosidad; estado de conservación y mantenimiento de herramientas y maquinaria; existencia, disponibilidad, uso y calidad de los equipos de protección individual, y presencia de equipos de extinción de incendios.

Uno de los aspectos que caracterizan la agricultura intensiva es el uso frecuente de plaguicidas en una instalación cerrada como es el invernadero. Su aplicación es potencialmente peligrosa si no se siguen unas normas básicas de seguridad y si no se dispone de la formación necesaria. En cada explotación suele haber un trabajador encargado de tratar los cultivos. En este trabajo se recogen sus respuestas a determinadas cuestiones relacionadas con esta tarea, así como su percepción del nivel de riesgo al que están expuestos.

La existencia de agentes biológicos nocivos o molestos en los invernaderos está recogida en numerosas publicaciones. El interior del invernadero puede ser el hábitat de pequeños mamíferos (roedores, gatos asilvestrados, etc.), arañas, insectos, hongos, bacterias, etc.; algunos de ellos tienen capacidad para causar diversas alteraciones orgánicas, generalmente leves. Los trabajadores han sido preguntados sobre esta cuestión, que no parece tener gran importancia para ellos, salvo pequeñas molestias fácilmente solucionadas mediante la instalación de mosquiteras.

Los aspectos psicosociales han sido, asimismo, estudiados. Se aportan datos sobre la percepción que los propios trabajadores tienen sobre su estado de salud, el grado de satisfacción con las condiciones de trabajo, la calidad de las relaciones interpersonales, la existencia de situaciones potencialmente estresantes, el grado de autonomía del trabajador, la posibilidad de establecer cierta prioridad en la ejecución de las tareas o nivel de iniciativa, la utilidad del propio trabajo, el ritmo impuesto por el propietario, etc., sin olvidar el grado de satisfacción por el salario percibido.

1.2. Antecedentes

El progreso de la humanidad no puede ser comprendido sin la intervención de la agricultura, históricamente asociada al sedentarismo humano. Este permitió al hombre avanzar, crear sociedades y erigir civilizaciones. El rápido incremento de la población mundial exigió una intensificación de las técnicas y producciones agrícolas. La creación artificial de vastas áreas de regadío permitió obtener

mayores cosechas y satisfacer la demanda creciente de alimentos. En España, en 2018, el 22% de las tierras agrícolas estaban destinadas a cultivos de regadío [1] [2]. Las técnicas de cultivo se perfeccionan continuamente con el fin de maximizar los rendimientos por unidad de superficie cultivada; y para ello nada mejor que una instalación dotada de una cubierta permisiva a la radiación solar, con las variables del ambiente interior controladas y con un aporte hídrico menor al empleado en los cultivos a cielo abierto.

Una explotación agraria puede ser definida como aquella unidad técnico-económica de la que se obtienen productos agrarios bajo la supervisión de un titular, con gestión única y disposición de mano de obra y medios de producción (maquinaria, edificios, tierras, aperos, fertilizantes, etc.) [1]. El valor monetario de la producción bruta al precio de salida de la explotación se conoce como Producción Estándar Total (PET). La Tabla 1 recoge la distribución autonómica de las explotaciones agrarias y la importancia de las mismas, en función de su PET [1]. Como se puede apreciar, Extremadura ocupa el sexto lugar entre las CCAA.

Tabla 1. Distribución autonómica de las explotaciones agrarias e importancia económica según PET, 2016 [1].

Comunidad Autónoma	Nº total explotaciones agrarias	PET (miles de €)
Andalucía	242.324	8.105.509
Aragón	48.457	3.624.265
Canarias	12.283	519.244
Cantabria	9.391	354.953
Castilla y León	90.036	5.780.420
Castilla-La Mancha	117.760	3.621.967
Cataluña	56.701	4.472.068
Comunidad Foral de Navarra	14.583	915.358
Comunidad Valenciana	111.425	2.365.522
Extremadura	61.626	2.376.968
Galicia	74.994	2.468.551
Islas Baleares	10.101	258.543
La Rioja	9.362	436.901
Madrid	7.417	225.151
País Vasco	15.564	379.601
Principado de Asturias	21.926	476.872
Región de Murcia	29.101	1,982.787
España	933.059	38.364.750

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [1]).

La introducción del plástico en la agricultura hizo posible que zonas áridas e improductivas (amplias áreas del sureste español) se transformaran en grandes productoras agrícolas, con procesos de trabajo durante todo el año. Así, la provincia de Almería, paradigma del éxito de los invernaderos, prácticamente duplica la producción de tomate de la provincia de Badajoz, que es la de mayor superficie de regadío. En España, en el año 2017, los rendimientos obtenidos para el tomate fueron de 12.911 kg·ha⁻¹ en secano, 79.985 kg·ha⁻¹ en regadío y 97.209 kg·ha⁻¹ en invernadero [1].

El cultivo protegido de invernadero constituye un sistema agrícola especializado caracterizado por un control más o menos férreo (generalmente depende de la latitud en la que se halle) de las variables que influyen en el rendimiento del cultivo, como la humedad, temperatura, radiación solar, velocidad del aire, composición edáfica, calidad y cantidad del agua de riego, fertilizantes, productos fitosanitarios, etc.

En España, los invernaderos se dedican mayoritariamente a la producción hortícola, seguida a gran distancia por el cultivo de flores y plantas ornamentales, plantas de vivero y cultivos frutícolas. La Tabla 2 muestra la importancia de los cultivos hortícolas en función de su superficie, rendimiento y producción [1].

Tabla 2. Principales cultivos hortícolas en invernadero según superficie, rendimiento y producción, 2017 [1].

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)	Producción (t)
Berenjena	2.480	74.888	185.722
Calabacín	8.922	56.306	502.362
Espárrago	926	5.799	5.370
Fresa y fresón	6.625	53.877	356.935
Judías verdes	2.585	21.713	56.128
Lechuga	949	28.400	26.952
Melón	2.523	41.789	105.434
Pepino	6.746	91.086	614.466
Pimiento	13.525	74.185	1.003.352
Sandía	7.753	61.240	474.794
Tomate	19.129	97.209	1.859.511

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [1]).

El número de explotaciones agrícolas destinadas al cultivo de regadío en invernadero es de 22.592 para el conjunto del Estado (2,4% del número total de explotaciones agrarias) y de 120 para Extremadura (0,3% del total regional), valor que revela el aún escaso peso específico de esta actividad en la región. En la Tabla 3 se muestra la distribución, por comunidades autónomas, de este tipo de explotaciones agrícolas [1].

Tabla 3. Distribución autonómica de las explotaciones agrícolas con cultivos de regadío en invernadero, 2016 [1].

Comunidad Autónoma	Nº total explotaciones agrícolas con invernadero	Nº explotaciones con invernadero para hortalizas	Nº explotaciones con invernadero para flores y plantas ornamentales	Nº explotaciones con invernadero para cultivos leñosos
Andalucía	16.159	14.534	1.189	436
Aragón	236	171	8	57
Canarias	747	529	152	66
Cantabria	88	72	16	0
Castilla y León	213	187	23	3
Castilla-La Mancha	230	221	7	2
Cataluña	450	288	148	14
Comunidad Foral de Navarra	152	142	8	2
Comunidad Valenciana	708	469	194	45
Extremadura	158	93	12	53
Galicia	1.207	853	348	6
Islas Baleares	64	41	23	0
La Rioja	55	46	9	0
Madrid	68	60	7	1
País Vasco	295	269	26	0
Principado de Asturias	456	104	352	0
Región de Murcia	1.305	1.010	285	10
España	22.592	19.090	2.807	695

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [1]).

En 2018, en España, la superficie destinada a invernadero sumaba 70.545 ha, cifra que supone un incremento del 7,4% con respecto a 2016. Su distribución autonómica se muestra en la Tabla 4 [2], contando Extremadura con 203 ha.

La población activa española era, en 2018, de 28.806.800 personas, de las cuales 924.700 (4,1%) estaban empleadas en el sector agrario (agricultura, ganadería, caza, silvicultura, y servicios relacionados). La distribución por sexos, en este sector y para el mismo año, era de un 74,3% para el masculino y un 25,7% el femenino (79,5 y 20,5%, respectivamente, en el tercer trimestre de 2020). Por lo que respecta al reparto de la población activa agraria por grupos de edad, los porcentajes correspondientes se muestran en la Tabla 5 [1].

Tabla 4. Distribución de la superficie destinada a invernadero por comunidades autónomas, 2018 [2].

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)
Andalucía	53.528
Aragón	239
Canarias	6.092
Cantabria	39
Castilla y León	195
Castilla-La Mancha	81
Cataluña	839
Comunidad Foral de Navarra	533
Comunidad Valenciana	1.078
Extremadura	203
Galicia	493
Islas Baleares	128
La Rioja	44
Madrid	163
País Vasco	264
Principado de Asturias	116
Región de Murcia	6.511
España	70.545

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [2]).

Tabla 5. Distribución porcentual de la población activa en el sector agrario, en función de la edad, 2018 [1].

2018	Grupos de edad (%)						
	16-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-64	>64
	1,7	13,4	23,4	28,6	24,7	6,7	1,5

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [1]).

1.2.1. Extremadura

Extremadura, situada en el suroeste peninsular, es la quinta región española más extensa, con una superficie de 41.634 km² (8,2% del territorio nacional), 21.766 km² pertenecientes a la provincia de

Badajoz (52,3% de la superficie regional) y 19.868 km² a la de Cáceres (47,7%). El 86,9% de su territorio se encuentra en un intervalo de altitud de 201-600 m, porcentaje que en el conjunto de España no alcanza el 31% [1]. La región extremeña se ve atravesada por dos cuencas hidrográficas, la del Tajo al norte, que riega 90.966 ha, y la del Guadiana al sur, de la que se benefician 153.610 ha [3]. El regadío constituye la base de la industria agroalimentaria extremeña gracias a la producción, transformación y comercialización de productos como el tomate, pimiento, maíz, etc. Los recursos hídricos necesarios para abastecer esta vasta extensión de regadío proceden de la importante red de embalses de ambas cuencas.

La climatología condiciona la producción agraria. En Extremadura, el clima es Mediterráneo Subtropical, con invierno tipo Citrus y verano tipo Algodón, según la Clasificación Climática de Papadakis [4]. La precipitación anual media durante el período 1971-2000, en la Estación Meteorológica de Badajoz fue de 463 mm y en la de Cáceres de 523 mm [1] [5].

La región forma parte, pues, de la "España seca", caracterizada por precipitaciones totales anuales menores de 600 mm, caídas fundamentalmente en otoño e invierno (68% de la lluvia total anual), veranos muy calurosos e inviernos suaves [5].

En la Tabla 6 se muestran los valores medios de las variables climáticas más relevantes para el período citado.

Tabla 6. Valores medios de las principales variables climáticas regionales y provinciales (1971-2000) [1] [5].

Variables climáticas	Extremadura	Badajoz	Cáceres
Precipitación anual media (mm)	492	463	523
Temperatura anual media (°C)	16,4	16,6	16,1
Temperatura máxima absoluta (°C)	44,4	44,4	42,0
Número de días con temperatura ≤ 0 °C	20	20	9
Las estaciones de AEMET en las provincias de Badajoz y Cáceres están ubicadas, respectivamente, en la Base Aérea de Talavera la Real y en la carretera Cáceres-Trujillo.			

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura y AEMET [1] [5]).

Extremadura cuenta con 388 municipios, cifra que representa el 4,7% del total nacional. La extensión media de los términos municipales extremeños es de 109 km², superficie sólo superada por los de la Región de Murcia (251 km²) y Andalucía (114 km²). Los municipios pacenses poseen una extensión media de 134 km², frente a los 62,4 km² de los cacereños [1].

En 2018, Extremadura tenía 1.072.863 habitantes (-0,7% con respecto al año anterior y -3,2% con respecto a 2012), valor que representaba el 2,3% del total nacional (2,3% también en 2012) [1]. Por tanto, se trata de una de las CCAA que pierden población.

1.2.2. Prevención de riesgos laborales y siniestralidad

El trabajo forma parte ineludible de la actividad humana, constituyéndose en un derecho del individuo [6], cuya salud y, por ende, su calidad de vida, no puede verse mermada por el ejercicio del mismo.

La salud puede ser definida como un estado completo de bienestar físico, mental y social, y no sólo como ausencia de enfermedad [7]. El desempeño de una actividad laboral ha sido fuente incesante de riesgos, cuya creciente complejidad y diversidad está relacionada con el desarrollo tecnológico humano.

La posibilidad de que un riesgo se materialice y altere el estado de salud del individuo siempre existe (daño derivado del trabajo). La Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales [8], modernizó la normativa preventiva española adaptándola a la europea, dando lugar a la publicación de gran número de leyes y reales decretos de carácter preventivo.

La acción preventiva puede ser definida como el conjunto de medidas previstas o adoptadas en todas las fases de actividad de una organización, con el fin de evitar o, al menos, atenuar la presencia de riesgos laborales, cuya importancia está determinada por la posibilidad de que el trabajador sufra un daño derivado del trabajo y por la gravedad de este [8].

Las condiciones de trabajo son aquellas características del mismo que pueden influir en la aparición de riesgos laborales, e incluye aspectos como el estado de los locales de trabajo, de equipos y productos, naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en los mismos y cualquier otro elemento que pueda tener incidencia en el estado de seguridad y salud del trabajador [8]. Estos elementos son los factores de riesgo laboral, que pueden ser clasificados en cuatro grupos [9]:

- Factores o condiciones de seguridad (aspectos materiales), de cuyo estudio se encarga la Seguridad del Trabajo, técnica preventiva destinada a combatir los accidentes de trabajo.
- Factores físicos (ruido, radiaciones, temperatura, humedad, etc.), químicos (sustancias inertes presentes en el aire en forma de gases, vapores, polvo, etc.) y biológicos (existencia de microorganismos o sus productos en el ambiente de trabajo), con capacidad para causar enfermedades profesionales. La técnica preventiva que los estudia es la Higiene Industrial o del Trabajo.
- Factores derivados de las características del trabajo, diferentes para cada actividad y susceptibles de producir fatiga en el trabajador (esfuerzos, manipulación manual de cargas, posturas de trabajo, etc.). De su análisis se ocupa la Ergonomía, cuyo objetivo final es adaptar el trabajo a la persona.
- Factores derivados, bien de la organización temporal del trabajo, como horarios, nocturnidad, ritmo de trabajo, etc., bien de los factores dependientes de la ejecución de la tarea, como la monotonía, las relaciones interpersonales, etc. La técnica preventiva que se ocupa de ellos es la Psicología Aplicada a la Prevención.

La prevención, más que la curación, es la técnica adecuada para proteger la salud del individuo, ya sea empleando las técnicas no médicas ya indicadas, o utilizando técnicas médicas, de cuya aplicación se ocupa la Medicina del Trabajo, a través de la vigilancia de la salud y la educación sanitaria, principalmente.

El accidente de trabajo puede ser entendido como aquel escenario que propicia la aparición de una lesión corporal en el trabajador con ocasión o por consecuencia del trabajo que realiza por cuenta ajena [10], o bien puede asimilarse a la definición de daño derivado del trabajo [8]. La enfermedad profesional no sobreviene de forma brusca e intempestiva como el accidente de trabajo, sino lenta y paulatinamente, deteriorando la salud del trabajador a causa de una exposición prolongada a una situación ambiental

adversa o a una organización tóxica del trabajo. El Cuadro de Enfermedades Profesionales recoge aquellas que, oficialmente, son consideradas como tales, en función de su clínica, etiología y agente causal [11].

El riesgo laboral presenta varias perspectivas de análisis [12]: daño físico a los trabajadores, pérdida de procesos y sistemas, apreciación subjetiva del riesgo, y percepción y alarma social causadas por la desigualdad, injusticia e incompetencia de quien pretende minimizar o ignorar los riesgos. Estos deben ser identificados, evaluados [8] y neutralizados por el empresario.

La siniestralidad laboral en España disminuyó un 57,3% en la década 2002-2012, un 30,2% en el sector agrario para el mismo período. El origen de este descenso hay que buscarlo, entre otras razones, en el aumento del desempleo; es decir, en el menor número de población activa ocupada. El sector agrario protagonizó el 6,8% de los siniestros laborales ocurridos en España durante 2012. La Figura 1 muestra la siniestralidad laboral total y la correspondiente al sector agrario, durante el período comprendido entre octubre de 2012 y septiembre de 2013 [13].

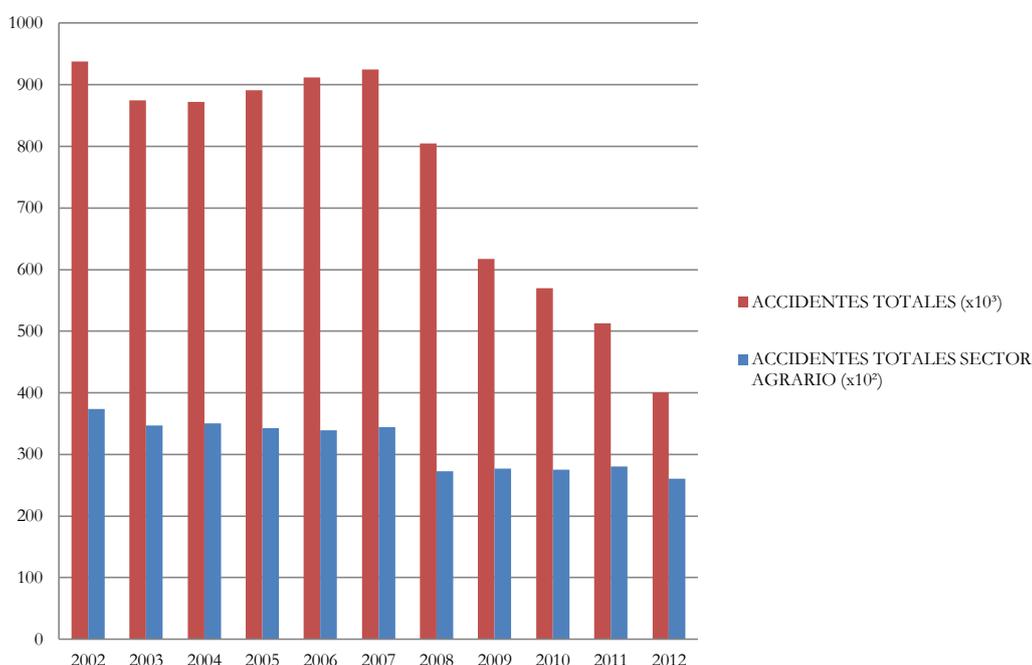


Figura 1. Siniestralidad laboral en España durante el período octubre 2012-septiembre 2013 [13].
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Empleo y Seguridad Social [13]).

Considerando el citado período, el 98,1% de los accidentes de trabajo concernientes al sector agrario tuvo carácter leve y un 0,2% mortal. En la Tabla 7 se exponen las principales variables de siniestralidad total y del sector agrario, así como los coeficientes de variación del período mencionado con respecto a los doce meses anteriores [13].

Estudios más recientes muestran que, en el año 2017, se registraron en España 596.606 accidentes de trabajo con baja, el 86,3% de ellos en jornada de trabajo y el 13,7% *in itinere*. Todo ello para una población activa afiliada a la Seguridad Social con la contingencia por accidente de trabajo de unos 15.100.000 trabajadores, un 4% más con respecto a 2016 [14].

Tabla 7. Variables sobre siniestralidad laboral, total y del sector agrario (España, oct. 2012-sept. 2013) [13].

Variables siniestralidad	Todos los sectores	Sector agrario	Sector agrario/total (%)
Nº total accidentes trabajo (t.a.t.)	383.997	26.102	6,8
Variación período anterior (t.a.t.) (%)	-8,3	-2,6	
Nº accidentes trabajo leves (a.t.l.)	380.315	25.608	6,7
Variación período anterior (a.t.l.) (%)	-8,2	-2,6	
Nº accidentes trabajo graves (a.t.g.)	3.243	439	13,5
Variación período anterior (a.t.g.) (%)	-13,2	-3,9	
Nº accidentes trabajo mortales (a.t.m.)	439	55	12,5
Variación período anterior (a.t.m.) (%)	-3,5	3,8	
Población afiliada (p.a.)	13.888.559	998.153	7,2
Variación período anterior (p.a.) (%)	-3,8	-6,4	
Índice de Incidencia (i.i.)	2.765	2.615	
Variación período anterior (i.i.) (%)	-4,6	4,0	

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Empleo y Seguridad Social [13]).

Para cuantificar la siniestralidad se pueden emplear varios tipos de índices. Uno de los más utilizados, sobre todo cuando se desconoce el número de horas trabajadas, es el Índice de Incidencia, descrito por la siguiente expresión:

$$\text{Índice de Incidencia} = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes trabajo} \times 10^5}{N^{\circ} \text{ trabajadores}} \quad \text{Ecuación 1. Índice de Incidencia AT}$$

En 2017, el Índice de Incidencia de accidentes con baja en el sector agrario fue de 5.382, muy lejos del correspondiente al sector de la construcción (7.646) y muy parejo al de la industria (5.398). Este índice fue, para el conjunto del Estado y el mismo año, de 3.409 [14].

En la Tabla 8 y Figura 2 se muestran los diferentes índices de incidencia de los accidentes de trabajo por comunidades autónomas y clasificados en función de su gravedad, así como los coeficientes de variación de los mismos en el período estudiado [14].

Tabla 8. Distribución por CCAA de los accidentes de trabajo con baja en jornada de trabajo e índices de incidencia durante el período enero-diciembre 2017 a diciembre 2018 [14].

Comunidades Autónomas	Nº AT leves	Ind. Inc. leves	Nº AT graves	Ind.Inc. graves	Nº AT mortales	Ind. Inc. mortales	Nº AT totales	Ind. Inc. totales	Variación período anterior (%)	Población afiliada
Andalucía	87.530	3.731	899	38,3	78	3,3	88.507	3.773	-0,6	2.345.777
Aragón	15.112	3.226	98	20,9	25	5,3	15.235	3.253	1,6	468.409
Canarias	23.962	3.456	220	31,7	20	2,9	24.202	3.490	-2,7	693.446
Cantabria	5.406	3.007	35	19,5	8	4,4	5.449	3.031	1,2	179.788
Castilla y León	24.598	3.318	206	27,8	41	5,5	28.845	3.351	2,2	741.402
Castilla-La Mancha	22.684	3.999	171	30,1	23	4,1	22.878	4.033	-1,5	567.283
Cataluña	89.663	3.120	478	16,6	54	1,9	90.195	3.139	0,1	2.873.411
C. F. de Navarra	8.746	3.674	60	25,2	6	2,5	8.812	3.700	5,3	238.137
Comunidad Valenciana	47.746	3.098	353	22,9	62	4,0	48.161	3.125	1,6	1.541.188
Extremadura	10.683	3.706	191	66,3	10	3,5	10.884	3.776	1,5	288.250
Galicia	27.387	3.316	430	52,1	50	6,1	27.867	3.374	-0,7	825.827
Islas Baleares	20.390	4.908	99	23,8	2	0,5	20.491	4.933	-0,7	415.425
La Rioja	3.716	3.544	38	36,2	1	1,0	3.755	3.581	-1,8	104.866
Madrid	74.495	2.709	302	11,0	58	2,1	74.855	2.722	0,6	2.749.850
País Vasco	25.854	3.284	134	17,0	30	3,8	26.018	3.304	-5,7	787.363
Principado de Asturias	10.092	3.349	103	34,2	13	4,3	10.208	3.387	0,2	301.377
Región de Murcia	16.397	3.443	91	19,1	23	4,8	16.511	3.467	-1,9	476.268
Ceuta	501	2.678	4	21,4	2	10,7	507	2.710	-16,3	18.708
Melilla	652	3.426	5	26,3	0	0,0	657	3.452	8,8	19.031
España	515.614	3.298	3.917	25,1	506	3,2	520.037	3.326	-0,2	15.635.806

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Trabajo [14]).

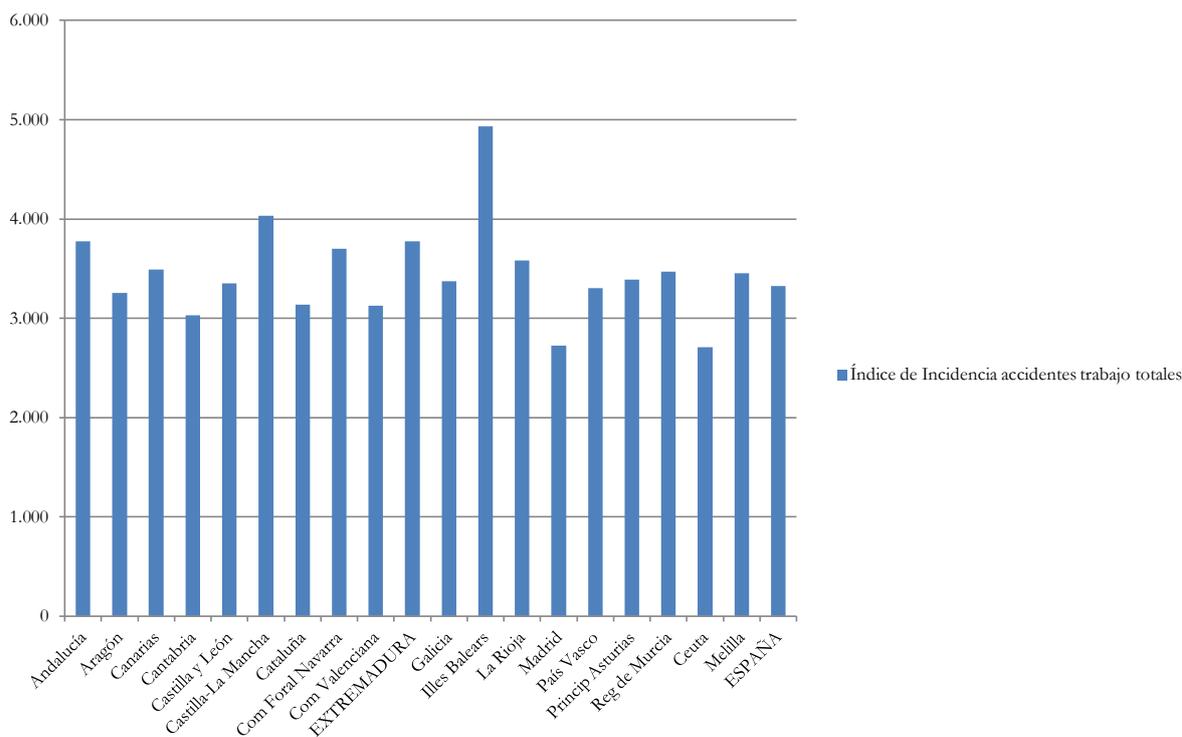


Figura 2. Distribución por CCAA de los índices de incidencia de los accidentes de trabajo totales en el período enero-diciembre de 2017 a diciembre de 2018 [14].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Trabajo [14]).

La Figura 3 muestra los porcentajes de variación de los accidentes de trabajo en Extremadura, clasificados en función de su gravedad, correspondientes al período enero-diciembre 2017 a diciembre 2018 [14].

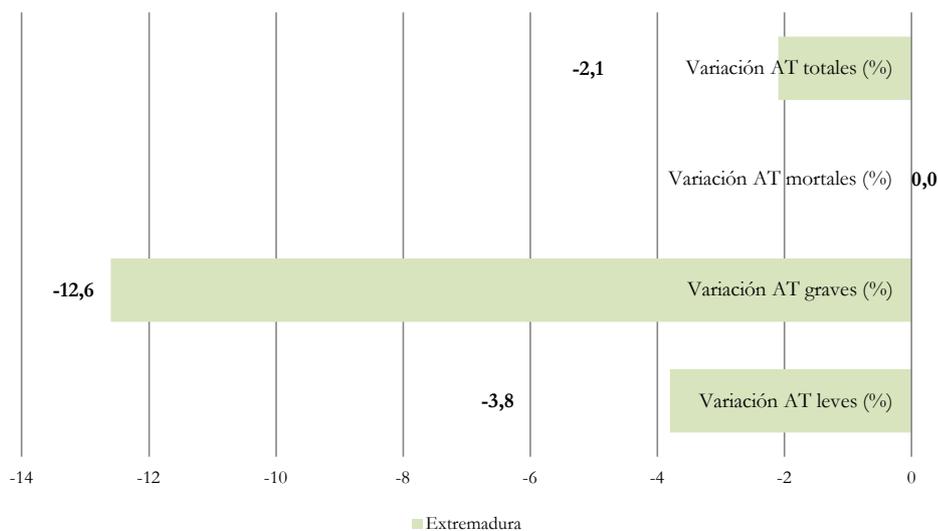


Figura 3. Variación porcentual de los accidentes de trabajo clasificados por su gravedad en Extremadura durante el período enero-diciembre 2017 a diciembre 2018 [14].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Trabajo [14]).

Los accidentes de trabajo pueden provocar graves daños a los trabajadores y sus familias, cuantiosas pérdidas a las empresas e inquietud, inseguridad y preocupación en el tejido social adyacente. Los accidentes de trabajo tienen unas causas identificables y, por tanto, controlables. Los principios de la acción preventiva [8] muestran el camino a seguir en este proceso de identificación y evaluación de los riesgos laborales:

- a Evitar los riesgos.
- b Evaluar los riesgos no evitables.
- c Combatir los riesgos en su origen.
- d Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que atañe al puesto de trabajo, elección de equipos y métodos de trabajo y producción, con el fin de atenuar el trabajo monótono y repetitivo, así como sus efectos negativos en la salud.
- e Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- f Sustituir lo peligroso por lo inocuo.
- g Planificar la prevención, integrando la técnica, las condiciones de trabajo y su organización, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales.
- h Priorizar la protección colectiva frente a la individual.
- i Proporcionar una instrucción adecuada a los trabajadores.

1.3. Objetivos del trabajo

El principal objetivo de esta tesis es identificar los peligros inherentes a los trabajos agrícolas realizados en invernaderos, analizarlos y trazar posibles soluciones para eliminarlos o, al menos, minimizarlos. Es preciso determinar el nivel de riesgo de las variables expuestas en el cuestionario presentado a los trabajadores para poder profundizar en el conocimiento, tanto de las condiciones de trabajo, como de la población empleada, atendiendo a las posibles variaciones diferenciadoras propias del ámbito extremeño.

Es objetivo prioritario, pues, estudiar las condiciones de trabajo del cultivo en invernadero, así como sus principales riesgos. Para ello es preciso caracterizar previamente el estado de esta actividad agrícola en España en general y en Extremadura en particular. El análisis de los riesgos laborales constituye la etapa previa a la instauración de las medidas preventivas que resulten necesarias.

Al ser Extremadura una región eminentemente agraria, resulta interesante analizar las condiciones de trabajo de algún colectivo de este sector que no hubiese sido estudiado con anterioridad en este ámbito territorial. Esta circunstancia, apoyada por la posibilidad de disponer en todo momento de un invernadero en funcionamiento para realizar las mediciones ambientales necesarias, hizo posible focalizar la atención sobre un colectivo concreto, manejable y de importancia paulatinamente creciente en la región, como es el de los trabajadores agrícolas de invernaderos, cuyo análisis, además de para Extremadura, puede ser extrapolable a regiones ricas en invernaderos como Andalucía, Región de Murcia, etc.

Los principales objetivos que se han pretendido alcanzar con la elaboración de este trabajo son:

- **Caracterización de la actividad agrícola del cultivo protegido bajo cubierta en Extremadura, comparando sus provincias, comarcas o mancomunidades, oficinas comarcales agrarias y términos municipales:** caracterización geográfica de este tipo de cultivo mediante la confección de un mapa de invernaderos y valoración del peso específico de esta actividad en el conjunto del agro extremeño.

- **Determinación y análisis del colectivo formado por los trabajadores agrícolas de invernaderos y la comparación de las características e importancia de esta actividad en Extremadura con respecto al conjunto de España:** caracterización demográfica, económica, social y preventiva. La ausencia de fuentes documentales sobre la siniestralidad de esta actividad ha requerido la confección de un extenso cuestionario que fue presentado a los trabajadores con el fin de obtener información muy heterogénea, esencial para la elaboración de la investigación.
- **Análisis de los riesgos propios de esta actividad y de los accidentes de trabajo detectados y sus causas, entre el colectivo de trabajadores de invernaderos, a través de la elaboración, aplicación y análisis estadístico, descriptivo e inferencial, de las respuestas obtenidas tras la presentación y realización de una encuesta:** la información aportada por los trabajadores y empresarios constituye la principal fuente de información de este trabajo, de ahí la importancia de analizar cada una de las respuestas emitidas.
- **Verificación del grado de cumplimiento, en los invernaderos de Extremadura, de la normativa española de seguridad y salud laboral:** desde la publicación de la Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, la legislación preventiva española ha crecido y madurado notablemente con el fin de adaptarse a las directrices europeas en esta materia. El cuerpo normativo español sobre seguridad y salud laboral es exigente en cuestiones como el cumplimiento de la vigilancia de la salud, la formación e instrucción de los trabajadores, etc., y en general, con el respeto de los derechos laborales. La dejadez empresarial en materia preventiva es directamente proporcional a los niveles de siniestralidad de sus trabajadores.
- **Contribución a la mejora de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores de invernaderos de Extremadura y, por extensión, del resto de España:** una eficaz política preventiva tiene por objeto la promoción de la mejora de las condiciones de trabajo y de los niveles de seguridad y salud laboral. La elaboración de políticas preventivas ha de llevarse a cabo con la participación de todos los colectivos afectados; es decir, empresarios, trabajadores y autoridades administrativas. Estas, a la hora de legislar, han de basarse, entre otros factores, en los estudios publicados, en los que se revelan los fallos del sistema y se proponen soluciones para corregirlos y anularlos [8]. Asimismo, las administraciones públicas deben promover el estudio y la investigación en materia de prevención de riesgos laborales para localizar y aislar situaciones de injusticia e ilegalidad laboral [8] y aplicar la normativa existente o legislar de nuevo si la norma se revela obsoleta.

1.4. Descripción de capítulos

A continuación se describen, brevemente, el desarrollo y contenido de los capítulos que constituyen este trabajo:

- **Capítulo 1. Introducción:** caracteriza el sector agrario en España y Extremadura, introduce la actividad agrícola del cultivo en invernadero y expone su peso específico en el agro español y extremeño, fija los principales conceptos preventivos, presenta unos esbozos sobre siniestralidad laboral total y del sector agrario y describe los objetivos principales de este trabajo, así como sus capítulos.

- **Capítulo 2. El invernadero:** en esta parte del trabajo se define el invernadero desde el punto de vista legal, se refiere su ya dilatada historia, su extensa tipología en función de determinadas variables, así como los diferentes elementos que forman su estructura, incidiendo en las características de las cubiertas y la importancia que la introducción del plástico en la agricultura o plasticultura tiene en el incremento de los rendimientos de los cultivos. También se muestra información sobre la gestión de los residuos generados en los invernaderos, en especial la gran cantidad de desechos plásticos, y se exponen los criterios para la elección del material de cubierta más adecuado en función de determinadas variables, como la latitud, climatología, disponibilidad económica del agricultor, etc.
- **Capítulo 3. Estudio de las condiciones de trabajo:** en este capítulo se exponen las condiciones de trabajo de la población ocupada en la actividad agrícola del cultivo en invernadero, tanto en los aspectos de Seguridad del Trabajo (posibilidad de sufrir accidentes de trabajo), de Higiene Industrial (especialmente el ambiente físico) y de Ergonomía y Psicología Aplicada a la Prevención (causantes de gran número de bajas laborales).
- **Capítulo 4. Materiales y métodos:** en él se refiere el proceso seguido para la localización de invernaderos; especifica las herramientas y métodos empleados para realizar mediciones ambientales; describe las características del invernadero utilizado para la investigación y la climatología del lugar de su ubicación; contiene la caracterización de muestras de suelo del invernadero a fin de poder detectar posibles niveles de contaminación, así como el proceso de elaboración del cuestionario, su contenido y presentación a los trabajadores y empresarios, y la descripción del método estadístico seguido para extraer información preventiva relevante.
- **Capítulo 5. Resultados y discusión I:** en esta parte de la tesis se exponen los resultados procedentes del estudio del ambiente climático del invernadero de referencia y de la analítica de los suelos y sustratos agrícolas de dos instalaciones diferentes, una comercial de gran tamaño y la de referencia, ubicadas en distintas poblaciones.
- **Capítulo 6. Resultados y discusión II:** en este capítulo se presentan los datos extraídos del análisis estadístico de las encuestas a trabajadores y empresarios, tanto de las cuestiones cualitativas, como de las cuantitativas.
- **Capítulo 7. Conclusiones y líneas futuras:** en él se exponen las conclusiones alcanzadas y se presentan futuras líneas de investigación, tanto para otros colectivos agrarios, como ganaderos, acuicultores o trabajadores relacionados con las actividades cinegéticas, como una posible extrapolación de este trabajo a invernaderos de otras regiones y latitudes.
- **Capítulo 8. Bibliografía.**
- **Anexos:** incluye los modelos de encuesta a empresarios y trabajadores, la distribución territorial de los invernaderos localizados en Extremadura, la confección de un mapa de instalaciones invernadas y la legislación aplicable a este tipo de actividad laboral.

Capítulo 2. El invernadero

2.1. Definición de invernadero

La agricultura intensiva propone un sistema de producción agrícola especializado, caracterizado por el control del medio edafoclimático (suelo, humedad, radiación solar, temperatura, velocidad del aire y composición atmosférica del ambiente interior) y por un uso intensivo de los medios de producción, obteniendo rendimientos significativos en una menor superficie disponible. Buen ejemplo de ello es el cultivo protegido en invernadero.

Se define el invernadero como una instalación accesible, permanente y con cerramiento total, provista de estructura de madera, metálica o de hormigón y cuya altura media debe ser, al menos, de 1,7 m. Se establece como unidad estructural de invernadero aquella que se encuentra bajo la misma superficie, considerándose invernaderos diferentes a los aislados entre sí en el espacio, o por cerramiento permanente de separación en los adosados. En función del material empleado en su cubierta existen dos tipos de invernaderos: los de plástico (flexible y rígido) y cristal, y los de malla o umbráculos, confeccionados con mallas de sombreo [15]. Este trabajo sólo se ocupa de los primeros. La Figura 4 muestra un esquema de los procesos propios de un invernadero.

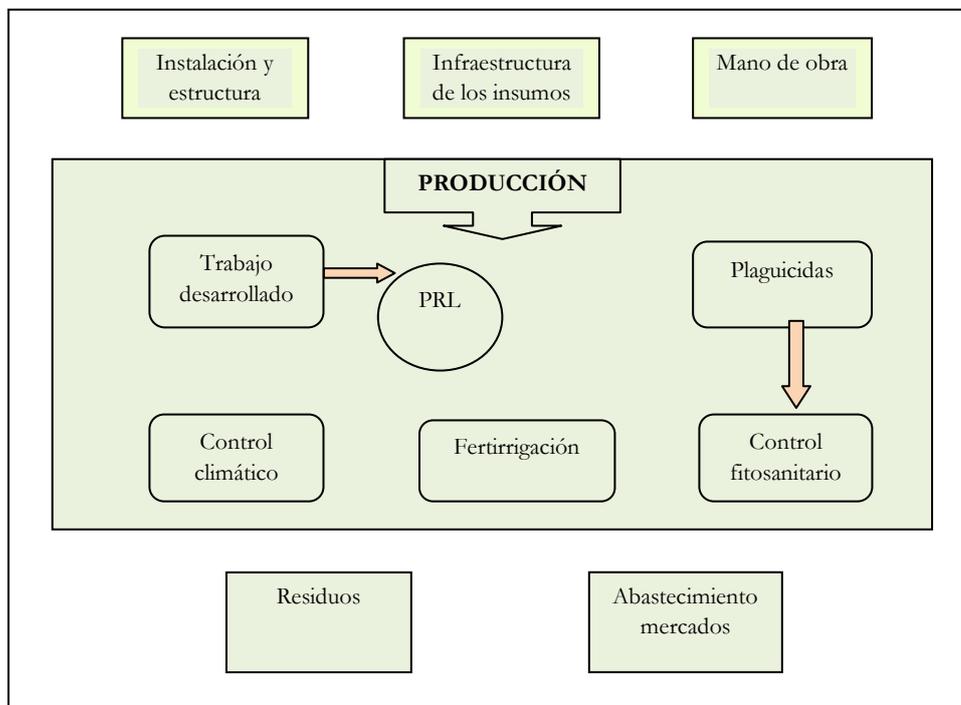


Figura 4. Diagrama simplificado del funcionamiento de un invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

Los invernaderos son, pues, estructuras destinadas al cultivo y protección de plantas y cosechas, que optimizan la transmisión de radiación solar bajo condiciones controladas para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior [16]. El invernadero propiamente dicho está cubierto con materiales transparentes para configurar, mantener y controlar un microclima interior idóneo y específico para el crecimiento de la especie cultivada.

El desarrollo de nuevos materiales plásticos (estructurales y de cubierta), ha posibilitado un rápido incremento del cultivo protegido en los últimos 50 años, sobre todo en aquellas áreas geográficas cuyos inviernos no son demasiado rigurosos. Las técnicas aplicadas consiguen modificar el entorno natural de la especie cultivada, controlando la influencia de los factores edafoclimáticos, principales responsables del rendimiento del invernadero.

Las ventajas más interesantes del cultivo protegido consisten en la reducción de los aportes hídricos destinados a los cultivos, el control de los parámetros del microclima interior, la disminución de la frecuencia de aparición de plagas y malas hierbas, la extensión de las áreas de cultivo, la limitación del impacto de los climas áridos en los cultivos, el incremento del número de cosechas (cultivando fuera de temporada y reduciendo el ciclo vegetativo de la planta), la mejora de la calidad del producto, la preservación de los recursos y la estabilización y estandarización del suministro de productos a los mercados [17]. Son sus inconvenientes más significativos aquellos que tienen relación con la elevada especialización técnica y empresarial que requiere esta actividad agrícola, así como la considerable inversión económica previa.

Existen, básicamente, dos concepciones diferentes de invernadero: en los países del centro y norte de Europa las instalaciones son muy sofisticadas, con un férreo control climático, en las que se obtienen grandes rendimientos; por el contrario, en los países cálidos los invernaderos son más simples, el control del clima no es tan determinante, y los rendimientos son menores, aunque los costes de mantenimiento se reducen notablemente. En definitiva, la elección dependerá de las exigencias de la especie cultivada, de la ubicación de la instalación, de la disponibilidad económica del agricultor, de las condiciones socioeconómicas locales y de la escasez o abundancia de mano de obra [18]. Las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la agricultura protegida en España se recogen en la matriz DAFO mostrada a continuación (Tabla 9).

Tabla 9. Matriz DAFO de la agricultura protegida en la España mediterránea [19].

Fortalezas y oportunidades	Debilidades y amenazas
Climatología favorable	Problemas en la calidad de los productos por presencia de residuos de fertilizantes y fitosanitarios
Alta productividad*	Escaso porcentaje de certificación de productos de calidad diferenciada
Sistemas de cultivo tecnificados*	Dependencia tecnológica de otros países*
Producción durante todo el año, circunstancia que favorece las exportaciones	Competencia de otros países con menores costes de producción
Cooperativismo arraigado*	Tensiones sociales a causa de una inmigración incontrolada
Desarrollo de la industria auxiliar*	Problemas ambientales
Mano de obra de bajo coste	
* Ítems que no tienen lugar, de forma habitual, en Extremadura . Por tanto: no muy alta productividad; escasa tecnificación, por lo que no existe dependencia tecnológica de otros países; cooperativismo poco arraigado, excepto en zonas muy concretas de la región (Miajadas, Don Benito, etc.); y bajo desarrollo de la industria auxiliar.	

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Tolón *et al.* [19]).

2.2. Historia y evolución de los invernaderos

Las primeras referencias escritas sobre la existencia de invernaderos se remontan al Imperio Romano, en tiempos de Tiberio (s. I d.C.). Según el historiador Columella, se trataba de unos artefactos similares a grandes cajones con techo de cristal plano y transparente, en los que se cultivaban pepinos y otros vegetales, dispuestos a la intemperie en los días soleados y guardados a cubierto cuando el clima era adverso [17].

Estas prácticas fueron olvidadas hasta que, en el siglo XIII, en algunas ciudades-estado italianas, se idearon unas estructuras con techo de cristal para conservar las especies vegetales exóticas traídas por los comerciantes italianos en sus viajes por Oriente.

En el siglo XVI se fabricaron en Centroeuropa, China y Japón, unos invernaderos rudimentarios de madera o bambú cubiertos de vidrio o papel aceitado. Poco tiempo después, en algunos países europeos se idearon invernaderos a una sola agua, cuya pared norte era de ladrillo y en los que ya se experimentaba un primitivo sistema de calefacción, que consistía en proteger la estructura con mantas o paja por la noche. En Inglaterra y Francia, gracias al interés y apoyo de sus monarcas, los invernaderos evolucionaron, construyéndose a dos aguas a principios del siglo XIX. A mediados de ese siglo, los mercados ingleses se surtían de uvas, melones, melocotones y fresas procedentes de invernaderos, comercializándose los tomates hacia 1870-80. A finales de la mencionada centuria, las producciones procedentes de invernaderos nutrían con normalidad los mercados británicos. Hacia 1850, las técnicas desarrolladas en Inglaterra fueron exportadas a Estados Unidos, país en el que se produjo, rápidamente, una verdadera revolución del cultivo bajo cubierta, estimándose que hacia el año 1900 había unos 1.000 invernaderos [17].

En el siglo XX, especialmente tras la Segunda Guerra Mundial, se generalizó el uso de los invernaderos de cristal. Holanda, por ejemplo, poseía unas 5.000 ha a mediados de siglo, dedicadas, fundamentalmente, al cultivo del tomate [17]. En 1948, el investigador estadounidense Emery Myers Emmert, utilizó por primera vez el polietileno como cubierta de invernadero, al ser más económico que el vidrio. Esta circunstancia supuso la masificación del uso del plástico y la gran expansión de los invernaderos, sobre todo en Japón, China y países mediterráneos. El abaratamiento de los costes de estas estructuras permitió que compitieran con ventaja con las de los países del norte de Europa, que eran de cristal. Con el fin de seguir siendo competitivos, estos se especializaron en la producción de plantas ornamentales. Actualmente, las estructuras de cristal siguen siendo mayoritarias en los países centroeuropeos, como Alemania (90%) y Holanda (98%), sumando, este tipo de invernaderos, aproximadamente 25.000 ha en toda Europa [20].

La mejora de las redes de transporte y comunicaciones permitió, a finales del siglo pasado, la exportación masiva de las producciones procedentes de invernadero. Hacia 1990 la superficie estimada en todo el mundo era de unas 310.000 ha [21], aunque estudios más recientes consideran que, hacia 2004, la superficie invernada (sólo bajo plástico) total alcanzaba las 750.000 ha [22].

En la actualidad, China y el área mediterránea lideran la superficie de cultivo bajo cubierta. España, con 70.545 ha estimadas en 2018 [2], es el primer país europeo en superficie de cultivo, en volumen de producción y en mano de obra empleada. El 99% de los invernaderos españoles presentan cubierta plástica y en países como Japón, en el que el vidrio era el material más empleado, los invernaderos

plásticos suponen ya el 95% del total [23]; así mismo, casi la totalidad de las 363.000 ha de invernadero que poseía China en 1999, mostraba idéntico tipo de cubierta [24].

En España, la proliferación del cultivo en invernadero se produjo en la década de los setenta en áreas geográficas muy localizadas de las provincias de Alicante, Almería, Granada y Murcia. Hoy, poblaciones como El Ejido ("La Huerta de Europa") o La Mojonera, gozan de fama mundial.

En líneas generales, y como se puede deducir de lo dicho en este epígrafe, existen dos formas de entender el cultivo en invernadero: en los países de la Europa Central y Septentrional se utilizan estructuras de cristal con un rígido control del microclima interior y tecnologías muy sofisticadas; por el contrario, en los países de influencia mediterránea, China, Japón, América del Sur y África, los invernaderos presentan cubierta plástica, normalmente el clima interior está poco controlado y, en general, su nivel tecnológico es pobre, obteniéndose unos rendimientos menores por unidad de superficie.

2.3. Tipos de invernaderos

La elección del tipo de invernadero depende de varios factores, como el clima del lugar, las especies vegetales a cultivar, sus exigencias climáticas, la presencia de fuertes vientos (circunstancia que requiere un estudio previo de su intensidad, velocidad y dirección), la necesidad de aplicación de tecnologías de control climático (calefacción, ventilación, humidificación, iluminación, inyección de dióxido de carbono, etc.) y las posibilidades económicas del empresario. En general, se puede optar por un invernadero frío, sin equipamiento ni calefacción, con escaso nivel de estanqueidad y mínimo control del microclima interior; o bien por un invernadero caliente, muy tecnificado, calefactado y hermético.

Existe una amplia tipología de protecciones plásticas para cultivos. Así, atendiendo a la morfología de la estructura protectora, destacan los siguientes tipos:

- Acolchado: se trata de una técnica muy antigua consistente en la aplicación de sustratos naturales sobre el suelo del cultivo, como virutas de madera, paja, papel, residuos de cultivos de maíz; o sustratos artificiales, como láminas plásticas, con el fin de proteger y aislar las raíces de las plantas cultivadas de las agresiones climáticas o, como sucede con la fresa, conservar el fruto limpio y sano. El desarrollo del polietileno extendió el uso de esta técnica, que mejora la textura del suelo, incrementa la concentración de dióxido de carbono, retiene la humedad, interviene como protector fitosanitario al separar la planta del suelo, dificulta el desarrollo de malezas, impide que la temperatura bajo el plástico sea inferior a la ambiental y acelera la maduración del cultivo, mejorando su calidad y producción y, por tanto, la rentabilidad de la explotación. El acolchado limita la transmisión de calor hacia el exterior y la intensidad de la radiación solar sobre la planta protegida, transformando el microclima del espacio cubierto [25]. Incrementa la temperatura del suelo entre 1 y 5 °C [26].
- Cortavientos: consisten en unas protecciones laterales muy utilizadas en algunos cultivos, como el de la vid, para evitar que el viento altere la evapotranspiración.
- Cubierta flotante: protege a la planta de la acción del ambiente exterior, especialmente de las bajas temperaturas, del viento, lluvia, pájaros e insectos. Cuando las condiciones externas mejoran, la lámina plástica se desenrolla o se retira. Utiliza materiales muy ligeros, como láminas de polietileno de 46 g·m⁻² con 500-1.000 perforaciones por metro cuadrado, que proporcionan índices de ventilación del 4-8%, o bien tejidos de 15-25 g·m⁻², más porosos y con

mayor resistencia mecánica [26]. Debe permitir el crecimiento normal de la planta. La cubierta flotante reposa sobre el cultivo sin que intervenga ningún tipo de soporte estructural.

- Túnel bajo: apareció por primera vez en la Francia del siglo XVIII y el material utilizado para su construcción era el vidrio; los plásticos se popularizan en Japón hacia 1950, utilizando caña de bambú como elemento de soporte de la cubierta. Fautz, en 1959, patentó una campana hortícola de plástico dispuesta sobre unos arcos de metal, madera o alambre, colocados cada 2-3 m [26]. A partir de 1960 su uso se generaliza. El túnel bajo presenta una sencilla estructura de sujeción de hasta 1 metro de altura, que cubre y aísla toda una hilera de cultivo. Se utiliza durante breves períodos de tiempo para acelerar la progresión del cultivo en sus primeras etapas, cuando las temperaturas son aún bajas. Se puede emplear con el acolchado, incrementando la temperatura del suelo y del aire entre 5 y 10 °C durante el día. Para ventilar, se practican perforaciones o se enrolla la lámina plástica. Su cultivo recibe el nombre de semiforzado por su posición intermedia entre el cultivo al aire libre y el protegido. Abarata la producción, reduce el período vegetativo de la planta y mejora su calidad y producción. Sus principales ventajas radican en su extrema sencillez, economía y facilidad de instalación. Por el contrario, sus desventajas estriban en la ausencia de calefacción y deficiente ventilación, y en su exiguo volumen de aire interior. El túnel bajo puede ser emplazado dentro de un invernadero, como protección adicional del cultivo.
- Túnel alto o macrotúnel: dispone de un sustentáculo de mayor complejidad y amplitud, permitiendo que el agricultor penetre en su interior para realizar las tareas culturales [27]. Diferenciar un túnel alto de un invernadero puede no resultar fácil a primera vista, pues se disponen de escasos parámetros concluyentes. Sin embargo, se apunta como elemento distintivo el volumen de aire por metro cuadrado de suelo: el invernadero debe superar un valor aproximado de 2,75-3 m³·m⁻², no alcanzando esta cifra el macrotúnel [28] [29]. Ese escaso volumen de aire dificulta una regulación térmica eficaz, tal que en los días soleados de primavera, la temperatura interior puede duplicar la exterior, aunque durante las noches cubiertas, la temperatura dentro del macrotúnel es sólo 1-3 °C superior a la exterior y, en las noches despejadas es de 1-2,5 °C inferior. Este fenómeno se conoce como inversión térmica y se trata de un efecto indeseado y temido por el agricultor, pues demora el crecimiento vegetativo de la planta y, si se alcanza el punto de mínima letal por helada, se podría malograr toda la producción. Con el empleo del policloruro de vinilo (PVC), el polietileno con acetato de vinilo (EVA) o el polietileno modificado, se consigue aumentar la temperatura mínima 1-2 °C con respecto al polietileno normal (PE). En las zonas de clima cálido, los túneles altos permanecen siempre abiertos, salvo cuando se producen fuertes vientos. La utilización de plásticos de 1.000 perforaciones de 1,5 cm de diámetro por m², proporciona un índice de ventilación del 20%, con capacidad suficiente para reducir la temperatura interior, la condensación y la contratación de la mano de obra necesaria para ventilar los túneles tradicionales, al tiempo que se refuerza la resistencia al viento. Si la temperatura exterior es muy alta, el índice de ventilación puede incrementarse utilizando láminas con mayor número de perforaciones por m², o bien con orificios de mayor diámetro. Una ventilación deficiente produce condensaciones en la cara interior del plástico, que gotean sobre el cultivo dando lugar a la aparición de enfermedades fúngicas. Los macrotúneles poseen una ventaja adicional, consistente en su utilización como cortavientos en las hileras de cultivos ubicados entre ellos, siempre que su separación no supere los 2-3 m.
- Invernadero: consiste en una estructura utilizada para el cultivo y protección de plantas y cosechas, que optimiza la transmisión de la radiación solar bajo condiciones controladas para

mejorar el entorno del cultivo, y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior [15].

En los invernaderos se pueden establecer diferentes clasificaciones en función del criterio seleccionado. Así, según su estilo arquitectónico, existen dos tipos de estructura: el invernadero unimodular o monocabilla, que es aquel que se encuentra aislado y no yuxtapuesto a ninguna otra estructura, y el invernadero multimodular o multicapilla, que está formado por la unión de varias unidades unimodulares, conformando estructuras compactas que posibilitan un aprovechamiento más eficiente del suelo. Resultan más económicos de construir, calefactar y ventilar al mostrar una menor relación entre la superficie de cerramiento y de suelo.

La geometría de la cubierta permite establecer la clasificación más conocida y comúnmente utilizada para diferenciar los invernaderos. La forma de la cubierta influye en el nivel de captación de energía solar; por tanto, dependiendo de su intensidad, se opta por uno u otro tipo de cubierta. Los invernaderos curvos captan más radiación que los rectos a dos aguas, y estos, a su vez, más que los planos, en los que, a medida que aumenta su inclinación, crece el valor de captación solar. En función de este criterio clasificatorio, estos son los tipos de invernaderos más comunes:

- Invernaderos con cubierta de sección recta:
 - ✓ Invernadero plano, tipo parral o Almería, cuya cubierta es plana y recta; presenta una óptima adaptación a las singularidades del clima seco, con pluviometría inferior a 200 mm/año, desaconsejándose su empleo en zonas con mayores regímenes de pluviosidad, salvo que se dote a sus cubiertas de cierta inclinación. Se trata de una versión evolucionada de los arborescentes de alambre empleados en los parrales para uva de mesa, de ahí su nombre. Su estructura es muy simple, realizada con postes de madera o acero galvanizado apoyados verticalmente en zapatas individuales de cemento, y unidos entre sí por alambres en tensión en la zona superior, mientras que en la perimetral se sitúan pilares inclinados hacia afuera para proporcionar estabilidad al conjunto. Fue muy utilizado en zonas poco lluviosas, como Almería, aunque cada vez menos debido a su escaso volumen de aire interior; su difícil ventilación derivada de la imposibilidad de instalar ventanas cenitales; el peligro de hundimiento por el peso de bolsas de agua cuando llueve torrencialmente; su deficiente estanqueidad al agua de lluvia, que gotea sobre las plantas a través de los agujeros efectuados en el plástico para el paso de los alambres, con el consiguiente riesgo de aparición de enfermedades fúngicas; el elevado número de obstáculos estructurales interiores que dificultan la realización de las tareas culturales; la excesiva especialización que requiere su construcción y conservación; su rápido envejecimiento, pues es frecuente encontrar la madera como material estructural de soporte, de baja calidad, como la de eucalipto en el Algarve y la de pino en Andalucía Oriental, sin aplicación de tratamientos conservantes, con lo que su vida útil se reduce a no más de cuatro años; la disminución de la transmisividad durante el solsticio de invierno debido a su reducida pendiente de cubierta, y el corto período de vida útil de los plásticos a causa de los agujeros practicados para los alambres. No obstante, presenta ciertas ventajas, como su sólida cimentación en piedra o pozo de hormigón y la posibilidad de utilizar acero galvanizado en lugar de madera, con el fin de aumentar su período de vida útil; su excelente resistencia a la acción de fuertes vientos, a pesar de su aparente fragilidad estructural, debido a su espléndido sistema de anclaje y cimentación; la posibilidad de efectuar unas sencillas y amplias aberturas laterales que mejoren su ventilación, si bien las plantas situadas en la zona central del invernadero sufren por falta de renovación

del aire [30]; el bajo coste de su cubierta plana; su proporcionado y uniforme reparto luminoso, y su buena adaptabilidad a todo tipo de condiciones orográficas. Por último, el invernadero plano presenta varios subtipos, como el simétrico de raspa y amagado y el asimétrico de raspa y amagado, con inclinaciones de cubierta de 15-20°.

- ✓ Invernadero tipo capilla o monocapilla simple (Figura 5), que presenta cubierta recta y sus paredes laterales pueden mostrar, o no, una ligera inclinación para incrementar la transmisividad de luz a costa de disminuir la altura útil de la construcción, restringiendo el cultivo de especies entutoradas en esas zonas laterales más bajas. Su construcción y mantenimiento son sencillos y económicos, su ventilación, lateral y cenital, muy eficiente, evacuan bien el agua de lluvia, y aceptan todo tipo de plástico de cubierta. Su anchura habitual oscila entre 12 y 16 m y su altura en la cumbre entre 3,25-4 m. Cuando la inclinación de la cubierta supera los 25°, no se producen problemas para la evacuación de las aguas pluviales. Permiten la yuxtaposición de varias unidades en batería formando, bien un invernadero multicapilla simétrico (cuya ventilación cenital es espléndida), bien multicapilla asimétrico o inacral, que presenta mayor superficie de cubierta expuesta al sur, siguiendo el recorrido aparente del sol en el Hemisferio Norte, siempre que se oriente en dirección este-oeste, con el fin de captar la mayor cantidad posible de radiación solar. Los ángulos de cubierta ideales son de 8-11° en la cara sur y 18-30° en la orientada al norte, sin que deban sobrepasarse estos valores, pues la estructura de cubierta sería vulnerable a la acción de los vientos fuertes. Carece de problemas de sombreado a 37° N en el solsticio de invierno, aprovechando bien la luz en esta estación [31]. Son económicos, con buena inercia térmica por su alto volumen unitario, estancos a la lluvia y al aire, buena ventilación por su excelente altura y permiten la instalación de ventilación cenital a sotavento (superficie del invernadero más protegida del viento). Por el contrario, no aprovechan el agua de lluvia, el cambio del plástico de cubierta es complejo y las pérdidas de calor son mayores que en los invernaderos planos debido a su mayor superficie de cubierta.



Figura 5. Invernadero tipo capilla de plástico rígido.
(Fuente: elaboración propia).

- ✓ Invernadero de cristal, holandés o tipo Venlo, muy utilizado en Europa Septentrional, cuya cubierta y paredes son de vidrio. Los paneles del techo descansan sobre los canales de recogida de las aguas pluviales y sobre unas estructuras de soporte constituidas por barras transversales. Su estanqueidad es óptima, permitiendo mejorar el control climático; sin embargo, la abundancia de elementos estructurales dificulta la transmisión de luz y su precio es muy elevado. Las naves suelen tener pequeño tamaño debido a su complejidad estructural y al peso de la cubierta. El polvo acumulado en los cristales reduce notablemente la transmisividad. La anchura de cada módulo suele ser de 3,2 m.
- Invernaderos con cubiertas de sección curva: la estructura superior del invernadero muestra, en su sección, diferentes prototipos de arcos. Estos invernaderos son los más empleados en España, salvo en algunas zonas del SE, en las que aún abunda el parral. Son los principales tipos:
 - ✓ Invernadero tipo túnel simple (no confundir con el túnel alto o macrotúnel): posee escasos elementos estructurales, excelente circulación del aire, buena estanqueidad al agua y aire, admite la instalación de ventilación cenital, distribuye bien la luminosidad y su construcción es sencilla y rápida, pues suele tratarse de estructuras prefabricadas (Figura 6); permite optimizar el control climático y es más resistente al viento que el tipo plano. Sin embargo, su coste es elevado y desperdicia el agua de lluvia. Su altura hasta la cumbre es de 3,5-5 m y de 2,5-4 m en las bandas laterales; su anchura oscila entre 6 y 10 m, permitiendo la unión de varias unidades en batería.



Figura 6. Invernadero tipo túnel simple de plástico flexible.
(Fuente: elaboración propia).

- ✓ La yuxtaposición de varios túneles simples dispuestos en batería dan lugar a un invernadero multitúnel, siempre que el espacio interior no esté completamente compartimentado.

En función del tipo de material de su estructura, los hay de madera, de palos y alambres (parral), metálicos, de hormigón e instalaciones con pilares de plástico reciclado.

Dependiendo del tipo de material de cubierta, hay invernaderos revestidos de lámina flexible, formada por copolímeros, como el polipropileno, PVC, etilén-vinil-acetato (EVA) y PE; de placa semirrígida, constituida por policarbonato (PC), poliéster, PVC, polimetacrilato de metilo (PMMA) y, finalmente, de cristal.

Por último, existen otros tipos, como los invernaderos propios de las regiones tropicales, cuyo principal objetivo es proteger al cultivo de la acción de la intensa lluvia característica de estas áreas geográficas (efecto paraguas). La acción conjunta de una pluviometría abundante y unas elevadas temperaturas, provoca una excesiva humedad ambiental que requiere una ventilación permanente. En sus aberturas se instalan mallas mosquiteras [32]. Su altura es elevada y están dotados de sólidas estructuras para resistir los fuertes vientos, muy frecuentes en esas latitudes.

2.4. Elementos constructivos

El diseño y construcción del invernadero debe procurar el mayor rendimiento posible y, por tanto, la máxima rentabilidad. La elección del tipo de invernadero depende del objetivo perseguido, considerando las variables bioclimáticas de la zona, los requerimientos de la especie cultivada, la cuantía de la inversión que el agricultor está dispuesto a afrontar y la disponibilidad de mano de obra que el grado de especialización y tecnificación del invernadero requiera.

Entre los requisitos funcionales de un invernadero destaca la necesidad de optimizar la radiación solar transmitida para crear un ambiente adecuado para el cultivo. De estos requisitos derivan sus distintos diseños estructurales. Es preciso calcular la distribución de cargas estructurales, criterios de deformación y tolerancias requeridas para su adaptación a las normas de seguridad fijadas por los Eurocódigos Estructurales, Normas Europeas Experimentales ENV 1991-ENV 1999 [33].

Los invernaderos comerciales tienen un determinado período de vida útil y la presencia humana en su interior debe ser restringida a la mínima imprescindible y sólo a personal autorizado.

En la fase de proyecto del invernadero se debe comprobar que no se supera ningún estado límite, que depende, a su vez, de la clasificación del invernadero. Sus instalaciones deben cumplir determinados requisitos de durabilidad, tolerancia, mantenimiento y reparación; así, en función de su período de vida útil y de la tolerancia a los desplazamientos de la estructura dependiendo del tipo de cerramiento, se clasifican en invernaderos Clase A y Clase B (Tabla 10).

La durabilidad mínima teórica de la estructura es de 15, 10 ó 5 años. Los invernaderos de Clase A son aquellos en los que el cerramiento no permite desplazamientos (cambios de posición en un punto) de la estructura como consecuencia de la acción de las cargas; en los de Clase B el cerramiento sí permite ese desplazamiento. Los primeros están proyectados teniendo en cuenta los estados límites de servicio (ELS) y los estados límites últimos (ELU), mientras que los invernaderos Clase B sólo se atienden a los ELU. Los ELS, con respecto a los desplazamientos y flechas (deformaciones perpendiculares a la superficie sobre la cual actúa la acción), no pueden ser superados en los de Clase A por sus capacidades de servicio. La capacidad estructural de ambas clases de invernaderos ha de ser tal que los ELU no superen, por la acción de las cargas, los valores proyectados en la fase de diseño [33].

Tabla 10. Clasificación de los invernaderos en función de su período de vida útil [33].

Tipo de clasificación ^c	Período mínimo de vida útil		
	15 años	10 años	5 años
Clase A ^a	A15	A10	-
Clase B ^{b d}	B15	B10	B5

^a Los invernaderos Clase A tendrán una vida útil mínima de la estructura de 15 años o 10 años y serán designados respectivamente como Clase A15 ó A10.

^b Los invernaderos Clase B tendrán una vida útil mínima de la estructura de 15 años, 10 años o 5 años y serán designados respectivamente como Clase B15, B10 ó B5.

^c Los invernaderos con cerramiento de vidrio tendrán una vida útil mínima de 15 años.

^d Cuando las cosechas sean valiosas y/o exista maquinaria en el invernadero, se recomienda un período de vida útil de 10 años.

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la Norma UNE 76209:2002 IN [33]).

La estructura debe estar protegida frente a la corrosión y el deterioro para conservar su seguridad estructural durante un intervalo de tiempo mayor o igual al establecido en la fase de diseño. Durante la ejecución de las tareas de reparación y mantenimiento se debe evitar la colocación de cargas extras sobre las cubiertas, impidiendo que las personas permanezcan o caminen sobre los paneles en ellas instalados, así como el transporte de equipos y materiales a través de ellas, operaciones que han de realizarse por el interior del invernadero e izando posteriormente dichas cargas. Los fabricantes de invernaderos están obligados a proporcionar un manual que contenga las características de la instalación y los protocolos de reparación y mantenimiento, haciendo referencia específica a la prohibición de acumular materiales en la cubierta.

Todas las acciones y posibles influencias ejercidas sobre el invernadero durante el período de vida útil establecido deben ser previstas en los cálculos de la fase de diseño. Los coeficientes parciales tienen relación con la seguridad del invernadero, pueden ser menores que los de otros tipos de estructuras, pues sólo las personas autorizadas pueden permanecer en su interior. Los coeficientes de combinación dependen de la posible conjunción de determinadas acciones sobre el invernadero en función de su situación geográfica, pues la fuerza del viento, la presencia de nieve y la posibilidad de que se produzcan movimientos sísmicos, no son factores constantes. Por el contrario, las acciones permanentes están relacionadas con el peso de los propios elementos estructurales y no estructurales. Las acciones de servicio son las cargas originadas por las instalaciones de equipamiento permanente, como calefacción, refrigeración, iluminación, sombreo, riego, ventilación y aislamiento. Han de preverse las posibles acciones del viento, nieve y productos (cargas debidas al peso y crecimiento de las propias plantas y otros elementos). Las acciones verticales puntuales son las cargas procedentes del hombre cuando efectúa las tareas de mantenimiento y reparación.

La estructura del invernadero debe ser liviana, con parquedad de elementos estructurales que dificulten la transmisividad, y resistente, para superar las inclemencias atmosféricas, en especial el viento, la lluvia y la nieve. Las acciones protagonizadas por el viento se expresan en forma de presiones o de fuerzas calculadas a partir de la denominada “velocidad de referencia del viento” (calculada a partir de registros históricos), de fuerzas como la velocidad media del viento en un tiempo de 10 minutos, medida a 10 m de

altura sobre el nivel del suelo en un terreno de Categoría II (terrenos de granjas con setos, pequeñas estructuras agrarias ocasionales, casas y árboles) [33].

Los principales elementos constructivos del invernadero son la cimentación, las sujeciones estructurales verticales que soportan las diferentes cargas y la estructura de cubierta.

La cimentación ancla la instalación al suelo. En los invernaderos de bajo presupuesto se suelen presentar soluciones técnicas sencillas, como cimentar en profundidad (60-70 cm) sólo los pilares de las caras laterales y emplear una cimentación ligera para los pilares interiores que, puesto que sólo soportan tensión, necesitan zapatas de 10-20 cm de grosor. En el invernadero plano tipo parral, por ejemplo, los bloques que sostienen la base del pilar suelen ser de hormigón y se insertan en pozos de cimentación de 20 x 30 x 40 cm. No es infrecuente el uso de zapatas corridas para anclar los muertos (alambres unidos al suelo) perimetrales.

Las sujeciones verticales están constituidas por los pies derechos, pilares o rollizos y por los elementos que los anclan a las zapatas. Los primeros pueden ser de madera, metálicos o de hormigón. La madera se encuentra en las estructuras rectas verticales y horizontales de invernaderos de construcción económica en zonas de clima seco, como el sureste español y países del Magreb; debe ser tratada con productos no fitotóxicos, como el sulfato de cobre o el bórax. En general, la selección del material de sujeción se rige por unos criterios similares a los aplicados para elegir el tipo de invernadero: clima local, potencial económico de los agricultores del lugar, necesidades específicas de los cultivos y facilidad para encontrar y adquirir dichos materiales en la zona. El metal es muy maleable, adaptándose bien a los tramos curvos; presenta mayor resistencia y duración que la madera. El acero galvanizado, en tubo de sección circular u oval, se utiliza cada vez más en la zona de influencia mediterránea, levantándose invernaderos de hasta 10 m de anchura y 4 m de altura de cumbrera; se utiliza también para las estructuras del invernadero tipo multitúnel o, incluso, para el parral, alternándose en este caso con la madera, alambre u hormigón. Las estructuras de acero reducen el número de soportes interiores en el parral, mejorando la maniobrabilidad interior y la superficie no sombreada, y aumentando, por tanto, la transmisividad. El acero simplifica y abarata el montaje de los elementos de ventilación ubicados en la cubierta y supera en estanqueidad a la madera, aunque conduce mejor el calor, alterando levemente los parámetros del microclima interior. La estructura de hormigón proporciona mayor resistencia y longevidad al invernadero y se suele emplear en áreas de elevadas precipitaciones en forma de nieve, de fuertes vientos y en invernaderos de cristal.

Los elementos estructurales horizontales muestran mayor heterogeneidad que los verticales: pueden ser de aluminio, que permite perfiles complicados, aunque es caro; de alambre (en el parral), de acero, madera, etc. Los pilares interiores suelen estar interconectados en su extremo superior con barras de acero de 12 mm de diámetro. Las mallas y viguetas transversales y longitudinales constituyen los principales elementos del armazón horizontal del invernadero.

El tensado del plástico de cubierta puede efectuarse de diversas maneras: mediante perfiles de sujeción, empleando cuerdas de plástico extendidas sobre la lámina de cubierta, utilizando barras de fibra de vidrio, usando dispositivos mecánicos de tensado, enrollando el plástico en la tubería de un canalón, recurriendo a una lámina doble inflada con aire, disponiendo un tubo de plástico hinchado instalado sobre el eje longitudinal de la cumbrera e, incluso, incrementando la presión interior del invernadero. El plástico bien tensado posee mayor longevidad. Para evitar el contacto del plástico con los elementos metálicos que lo sustentan (posiblemente recalentados por la radiación solar), se puede blanquear su zona superior para reflejarla y no absorberla. Los tubos pueden también ser recubiertos por pedazos de tubería sintética. La instalación y retirada del plástico debe realizarse de forma segura y sencilla y en un breve lapso de tiempo.

Si la película plástica está bien colocada se evitarán aleteos en los días ventosos. Si el invernadero es de tipo plano, el reborde del plástico debe quedar atrapado entre el marco y los listones en él clavados. Esta técnica es cara por su necesidad de abundante mano de obra. Los perfiles de sujeción deben de carecer de bordes afilados, su montaje ha de ser sencillo, rápido y sin el empleo de herramientas de corte, sujetando dos láminas plásticas a la vez.

Los canales de evacuación de las aguas pluviales que se disponen longitudinalmente sobre los pilares; cumplen una doble función: evacuar el agua caída y sujetar el plástico de cubierta. El agua recogida puede ser almacenada y utilizada para el riego. Los bajantes deben tener una superficie de sección de 7 cm² por cada 10 m² de cubierta, con una capacidad de evacuación de aguas pluviales de hasta 75 mm/h [34]. Para evitar la caída sobre los cultivos de las gotas de agua condensadas en la cara interna de la lámina plástica, se debe proveer a la cubierta de una pendiente superior a 26° y diseñar un sistema de recogida de las aguas de lluvia o emplear un plástico antigoteo. Esta inclinación permite, además, despejar la cubierta de nieve.

Es necesario mantener una buena estanqueidad en el invernadero para optimizar el control climático y rebajar los costes energéticos impidiendo, por ejemplo, pérdidas nocturnas de calor o maximizando el abonado carbónico. Las ventanas o aberturas destinadas a la ventilación deben ser herméticas evitando la entrada de aguas pluviales.

Las medidas y características del funcionamiento de la ventilación de un invernadero dependen de determinados factores, como la necesidad de ventilación (natural o forzada), radio y área de abertura (la relación de abertura es el cociente entre el área total de abertura del invernadero y su área en planta), velocidad y dirección del viento, posición de la abertura de ventilación en el techo y paredes laterales, temperatura y humedad interior y exterior, forma de las aberturas, volumen interior del invernadero, volumen y tipo de productos existentes en el interior y equipamiento. El área total de abertura del invernadero es la suma de las áreas de abertura de cada una de las ventilaciones del mismo [34].

Para efectuar las tareas de mantenimiento y reparación se deben disponer los medios necesarios, como escaleras con apoyo firme para acceder a la cubierta (sólo en aquellos puntos del invernadero aptos para recibir tales cargas). La escalera debe sobresalir 1 m por encima de la superficie de cubierta para facilitar el acceso a la misma. El fabricante ha de aconsejar sobre los medios necesarios para llevar a cabo las acciones de mantenimiento y reparación de las cubiertas (escaleras, plataformas de elevación, etc.). La limpieza y el blanqueo de la cubierta se deben realizar con equipos específicamente diseñados para estos fines.

En el interior del invernadero, y en lugar visible, debe colocarse su placa de identificación. El contratista está obligado a proporcionar al empresario un manual del invernadero, que contenga información sobre los siguientes aspectos: fabricante, clase de invernadero, fecha de montaje o de entrega (cuando no es instalado por el fabricante), superficie, emplazamiento para el que ha sido diseñado, acciones características consideradas, posibilidad, o no, de transportar maquinaria de limpieza por la cubierta, requerimiento de cimentaciones y anclajes (cuando no es instalado por el fabricante), información útil para su correcto mantenimiento y reparación, instrucciones para mantener su durabilidad, indicaciones sobre las condiciones de apertura y cierre de las aberturas de ventilación en función de la velocidad del viento, información sobre la flecha de los cables sometidos a cargas ejercidas por los productos y una nota que haga referencia a que el diseño del invernadero ha seguido las recomendaciones de la Norma UNE-EN 13031-1:2002. Invernaderos: Proyecto y construcción. Parte 1: Invernaderos para producción comercial [16].

2.5. Materiales de cubierta

El material de cubierta permite maximizar la productividad y, por tanto, el rendimiento de una instalación invernada; así, el material ideal debe presentar excelentes propiedades ópticas, superficiales y de durabilidad. Entre las primeras, las más importantes son la transmisividad de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), la UV, la IR cercana y lejana, la difusión de la luz y la luminiscencia. Las propiedades superficiales están relacionadas con la capacidad de ese material para repeler el polvo y para evitar el goteo sobre el cultivo del agua de condensación que se suele acumular en la cara interna de la cubierta [35].

2.5.1. Materiales plásticos

La plasticultura o utilización de materiales plásticos en la agricultura se generalizó tras la invención del polietileno (PE) en 1948. El plástico está constituido por macromoléculas o polímeros procedentes de la unión de otras menores o monómeros. Si el polímero tiene sólo una molécula, se denomina homopolímero, y si dispone de dos o más, se conoce como copolímero. Casi todos los monómeros proceden del petróleo [36]. De su proceso de refinado se obtienen varias fracciones, una de las cuales, la de las naftas, es la empleada para fabricarlos. Mediante un proceso térmico llamado *cracking* o destilación secundaria, la nafta es transformada en una mezcla de etileno, propileno, butileno y otros hidrocarburos ligeros.

El plástico es un material ligero y de baja densidad, de gran resistencia mecánica, química y biológica, inocuo para plantas y seres humanos, impermeable al agua y gases, transparente a la luz y, además, barato. La densidad orienta sobre la cristalinidad de sus polímeros; si es baja, facilita su manipulación y transporte, contribuyendo a reducir su precio. Durante su proceso de fabricación, al plástico se le añaden aditivos que le confieren determinadas propiedades. Hay dos tipos de aditivos, los de procesado, que facilitan su transformación, y los funcionales o de aplicación, que aportan dichas cualidades, como los fotosensibilizadores, los antiácidos, los bloqueadores de la radiación infrarroja baja (de 7 a 14 μm) y corta, los modificadores de la tensión superficial y los aditivos de luminiscencia.

Los aditivos fotosensibilizadores retrasan el envejecimiento causado por la radiación ultravioleta, incrementando la vida útil de la lámina plástica; los más empleados son los complejos de níquel (*quencher*) que confieren al plástico un color amarillento, diferentes compuestos orgánicos como la benzofenona y los incoloros *bals* (*Hindered Amines Light Stabilizers*), así como sus mezclas [36]. Los aditivos antiácidos mejoran la resistencia de los *bals*, optimizando su efecto fotosensibilizador; uno de ellos, el óxido de zinc, perfecciona el efecto difusor de la luz en la lámina. Los bloqueadores de radiación infrarroja se encuentran en las láminas de PE térmico, mejorando la termicidad del PE normal. Los más utilizados son los silicatos y el hidróxido de magnesio. Existen dos clases de aditivos modificadores de la tensión superficial, los antiestáticos, con efecto antipolvo, evitando que este se deposite en la cara externa de la lámina, y los antigoteo que, al incrementar la tensión superficial de la película plástica, impiden la formación y ulterior caída de gotas de agua sobre el cultivo, transformando la condensación en una fina película que corre por la cara interna del filme sin gotear [36].

Los bloqueadores de la fracción infrarroja (760-2.500 nm) evitan la penetración de radiación calorífica en el invernadero, limitando su calentamiento, circunstancia muy práctica en zonas cálidas [37]. Los aditivos de luminiscencia, fluorescentes o fosforescentes, absorben las longitudes de onda aprovechables

por las plantas, transformándolas en otras más útiles para la fotosíntesis. Suelen convertir la radiación ultravioleta en luz visible, o la radiación verde en roja, de mayor eficiencia durante la fotosíntesis [38]. Los aditivos que alteran la relación rojo-rojo lejano de la luz resultan de gran importancia en la fotosíntesis gracias a la acción indispensable del fitocromo o pigmento verde. Los aditivos que bloquean la radiación ultravioleta alteran la capacidad visual de los insectos, contribuyendo a la aparición de enfermedades fúngicas. Los *bals* tienen el inconveniente de reaccionar positivamente con los sulfuros de algunos fungicidas.

Los aditivos antigoteo incrementan la tensión superficial del plástico, de manera que el agua de condensación no forma gotas, sino una fina película que aumenta la transmisividad con respecto al mismo plástico seco [20] [39], pero a costa de reducir su período de vida útil. Para que la gota de condensación resbale por la cara interna y no caiga sobre el cultivo se necesita cierta pendiente de cubierta, con un ángulo mínimo de 20-25° [20]. La nieve se desliza por la cara externa si el ángulo de cubierta es, al menos, de 26-26,5° [40]. Si los aditivos se emplean en láminas monocapa, su cara externa atrae el polvo, circunstancia que puede evitarse añadiendo aditivos sólo en esa cara una vez instalado el plástico [41]. El efecto de los aditivos caduca antes de que finalice el período de vida útil del plástico.

Las propiedades radiométricas de los plásticos radican en su transmisividad a la radiación solar (UV, PAR y NIR o IR cercano) e infrarroja larga (radiación terrestre), en su reflectividad y en su absortividad. La transmitancia es la propiedad de los materiales de dejar pasar la radiación solar, y se expresa como la relación entre la radiación en el interior del invernadero y la medida simultáneamente en el exterior. La transmitancia depende del ángulo de incidencia en la cubierta del invernadero.

El plástico ideal es aquel que logra el mayor porcentaje de transmisividad en el rango PAR (radiación fotosintéticamente activa); debe ser, por tanto, transparente a la fracción del IR cercano y opaco al IR lejano (consiguiendo un buen efecto invernadero), excelente difusor, mejor aislante y dotado de propiedades antigoteo [42]. La transmisividad es entorpecida por la condensación de vapor de agua sobre la cara interna del plástico de cubierta, así como por la propia forma de esas gotas. La condensación disminuye la transmisión del IR lejano, el polvo altera la transmisividad y acelera el envejecimiento del filme [42] [43].

Las propiedades mecánicas dependen del material empleado para confeccionar el plástico, de la heterogeneidad en el reparto de aditivos, de su espesor, etc. La acción de la radiación solar en el tiempo contribuye a la pérdida de estas propiedades, entre ellas la resistencia a la tracción, al rasgado y al impacto [44] [45]. Poseer una buena resistencia a la tracción es fundamental durante el montaje del plástico y para soportar la acción de fuertes vientos; la resistencia al desgarramiento es importante en el caso de cortes accidentales del filme, como sucede en el tipo parral con los orificios practicados para el paso de los alambres, y la resistencia al impacto es crucial para aguantar la acción del granizo y el viento.

El tiempo de vida útil del plástico es aquel en el que conserva, al menos, la mitad de sus propiedades mecánicas principales [36]. El plástico se degrada por la acción de los rayos UV sobre el polímero (fotodegradación), por la temperatura y radiación exterior, según el tipo de aditivo empleado, el espesor de la lámina, el propio manejo del invernadero debido a los productos fitosanitarios empleados y la incorrecta instalación del filme.

Los plásticos utilizados en invernaderos son el PE de baja densidad normal (PEBD), el de larga duración (PELD) y el térmico (PEIR), el EVA o copolímero de acetato de vinilo y etileno, el fluoruro de polivinilo (PVF o *Tedlar*), el tereftalato de polietileno, el terfano (poliéster) y el plástico multicapa, todos ellos para láminas flexibles; el PVC plastificado, para láminas rígidas y flexibles, y el PC, el PMMA y el

poliéster armado con fibra de vidrio, para placas rígidas. La Tabla 11 muestra la duración de los plásticos más frecuentes en condiciones climáticas semiáridas.

Tabla 11. Duración de plásticos normalizados para invernaderos [46].

Tipo de plástico	Espesor	Duración (en Almería)	Radiación solar resistida
PE (sin aditivos)	150 μm	6-8 meses	<148 kcal·cm ⁻²
PE larga duración	180 μm	2 años	296 kcal·cm ⁻²
PE térmico de larga duración	200 μm	2 años	296 kcal·cm ⁻²
Copolímero EVA (12% AV)	200 μm	2 años	296 kcal·cm ⁻²
Copolímero EVA (6% AV)	100 μm	1 año	148 kcal·cm ⁻²

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Serrano [46]).

La degradación de los plásticos puede deberse a un proceso químico o biológico (biodegradación) y físico (fotodegradación). La utilización de plásticos biodegradables es aún escasa; en su composición se adicionan rellenos nutritivos que sirven de alimento a los microorganismos del suelo, provocando que un elevado porcentaje del filme desaparezca en un tiempo determinado. Por el contrario, casi todos los plásticos son fotodegradables por la acción de los rayos UV, la oxidación, el calor, la fatiga mecánica, etc., aunque existen PE fotodegradables que siguen un programa de envejecimiento fijado desde el momento de su fabricación y cuyo precio sólo se ve incrementado un 5% respecto al PE normal [47]. La Tabla 12 muestra la evaluación de las principales propiedades de los materiales plásticos de cubierta.

Tabla 12. Valoración de las principales propiedades de los materiales de cubierta más utilizados [47].

Propiedad plásticos cubierta	PE	PVC	EVA	PC
Resistencia a UV	+/-	-/+	+	+
Transparencia a radiación visible	-/+	+	+	-
Propiedades térmicas	-/+	+	+/-	+
Antigoteo	-	-	-	+
Propiedades mecánicas	-/+	+/-	+	+
Compatibilidad con aditivos	-	+	+	+
Resistencia al rasgado	+	+	-	+
Resistencia a las bajas temperaturas	-	-	+	+
Resistencia a las altas temperaturas	+	-/+	-	+
Precio	+	-	+	-
Anchuras grandes	+	-	-	-

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Montero *et al.* [47]).

2.5.1.1. Plásticos flexibles

El plástico es un material muy ligero; así, una lámina de PE de 1 m² y de 0,2 mm de espesor pesa 200 g, frente a los 6,5 kg·m⁻² del vidrio de 2,7 mm [48]. Los más utilizados en invernaderos son el PEBD y el EVA y sus derivados, incorporando a menudo diferentes materiales en filmes multicapa. Los plásticos, en general, pesan menos de 200 g·m⁻², aliviando las cargas sobre la estructura; presentan excelentes propiedades mecánicas, si bien se reblandecen ante elevadas temperaturas e incrementan su fragilidad con las bajas; acumulan polvo a causa de la electricidad estática (especialmente el EVA y el PVC); la resistencia química es adecuada, aunque el empleo de plaguicidas azufrados o halógenos reduce su longevidad al incidir sobre los aditivos *bañs*. El coeficiente de dilatación térmica de los plásticos es mayor que el de los metales, circunstancia que debe tenerse en cuenta en el momento de su instalación sobre la estructura del invernadero. La Tabla 13 presenta las principales particularidades de diferentes tipos de plásticos de cubierta.

El PE es un polímero de etileno (C₂H₄), derivado a su vez de la hulla y del petróleo. El PEBD se obtiene por polimerización radical a alta presión y temperatura; su rigidez es directamente proporcional a su densidad, mostrando valores inferiores a 930 kg·m⁻³ [48]; el de densidad intermedia se sitúa entre 930 y 940 kg·m⁻³, y el PELD supera los 940 kg·m⁻³ [49]. Presenta dos tipos en función de su calidad, el radicular y el lineal; este no sufre el anterior proceso de polimerización; muestra una mayor resistencia mecánica, aunque su elasticidad es tan elevada que resulta difícil fabricar láminas de cierta anchura. El PEIR está aditivado con silicatos de magnesio y aluminio, que obstaculizan el paso de la radiación IR entre 7 y 11 μm, evitando la posibilidad de que se produzca una inversión térmica. El PE normal es transparente a la radiación IR y muy sensible a la UV, por lo que es preciso sustituirlo cada año. El PELD aporta antioxidantes e inhibidores de los rayos UV, incrementando su vida útil hasta dos años más. El PEIR es de larga duración, casi opaco a la radiación IR, difunde bien la luz, impide la formación de gotas de condensación, es muy ligero, de fácil instalación y con una transparencia del 70-85%; sin embargo, su resistencia a la rotura y al desgarro es escasa y la suciedad y el paso del tiempo merman sus propiedades [49]. Es el más recomendado y utilizado en España, desaconsejándose el uso del PE en zonas de clima frío, pues a temperaturas negativas se vuelve quebradizo.

Tabla 13. Características de diversos materiales flexibles para cubierta de invernaderos [48] [49] [50].

Características materiales cubierta	PE	PELD	PEIR	EVA	PVC
Espesor (mm)	0,10	0,18	0,18	0,18	0,18
Peso (g·m ⁻²)	92	165	173	179	230
Transmisividad PAR directa (%)	91	88-90	85-86	90	90
Transmisividad PAR indirecta (%)	90	86	86	76	89
Transmisividad IR largo (%)	68	63-65	< 25	18-27	10-15
Duración en clima poco agresivo (campañas)	1	≥ 3	3	3	2

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Castilla, CPA y Tesi [48] [49] [50]).

El copolímero EVA se obtiene por idéntico sistema de polimerización; se trata de un PE modificado con acetato de vinilo (AV). Si el porcentaje de este es bajo, sus propiedades se asemejan a las del PE normal, y cuando es elevado muestra gran similitud con el PVC. Mejora las prestaciones del PEBD en transmisividad PAR, propiedades térmicas y presenta menor turbidez. La transmisividad al IR largo depende de su contenido en AV (12-14%, normalmente), que es proporcional a la cantidad de IR largo absorbido, potenciando su efecto invernadero [48]. El porcentaje de AV que puede contener el filme sin que se alteren sus propiedades mecánicas (tracción) raramente sobrepasa el 18% [26]. Sus principales inconvenientes radican en la facilidad con la que atrae el polvo, cuya acumulación reduce la transparencia inicial, especialmente en áreas poco lluviosas; asimismo, en su tendencia a la fluencia o deformación en frío (*creep*), inadecuada en zonas ventosas al estirarse y no recuperar totalmente su forma; y, por último, en la aparición de dilataciones debidas al calor, que pueden causar embolsamientos de agua de lluvia y posteriores desgarros por la acción del viento. Son muy transparentes a la luz (variante “cristal”) o bien opalinos o translúcidos, con buen potencial difusor. Se recomienda el EVA en zonas de clima suave, como el norte de España, empleándose en láminas multicapa.

El PVC carece de flexibilidad, pero mediante la incorporación de aditivos plastificadores se obtiene una película, por extrusión e inflado, de 6,5 m de anchura máxima. La migración de los agentes plastificadores provoca una caducidad prematura de la película. Sus cualidades ópticas son similares a las del EVA, aunque mejora sus propiedades térmicas. El PVC flexible presenta una transparencia del 80-87%, es bastante opaco a la radiación IR, impide la condensación de agua, muestra mayor longevidad que el PE normal y similar al PELD, aunque su resistencia a la rotura es mayor que la de aquel [26]. Sus principales inconvenientes derivan de su capacidad para fijar el polvo en su cara externa y de su escasa resistencia al rasgado. Su uso es frecuente en Japón, pero exiguo en la zona de influencia mediterránea, debido a su coste y a su anchura limitada, restringiéndose su uso a los macrotúneles [48].

El PVF o *Tedlar* presenta espléndidas cualidades fotométricas y gran longevidad, aunque su precio es elevado, circunstancia que limita su empleo [26] [48].

Algunas películas flexibles utilizan materiales minoritarios, como el poliuretano o el poliestireno, dotados de buena resistencia mecánica, excelente transmisividad a la luz solar, larga duración y baja transmisión al IR largo. Serán muy competitivos el día que se consiga reducir su coste.

Existen tres zonas climáticas en función de la radiación solar (medida en kiloLangleys·año⁻¹): entre 70 y 100 kLy·año⁻¹, entre 100-130 y entre 130-160. De esta manera es posible calcular el período de vida útil del plástico. Así, una lámina que dure 2 años en una zona de radiación solar de 130-160 kLy·año⁻¹, podría mantener sus cualidades durante 4 años en un clima de 70-100 kLy·año⁻¹.

El fabricante está obligado a informar sobre el tipo de película plástica que comercializa, el polímero empleado en su fabricación, su anchura y espesor, los datos en horas de envejecimiento artificial acelerado, su fecha de fabricación, nombre comercial y otros datos que él mismo desee consignar [51].

2.5.1.2. Plásticos rígidos

Los materiales rígidos de cubierta, conocidos como “vidrios orgánicos”, se comercializan en forma de placas rígidas o semirrígidas simples, confeccionadas con PVC, poliéster, PC, o bien en forma de placas alveolares o celulares de doble o triple pared, de PC y PMMA. El tamaño de las placas está limitado por su resistencia a la flexión, que es similar a la del vidrio, aunque de menor peso y rigidez. Esta puede

incrementarse proporcionando a las placas formas onduladas y acanaladas, tabicándolas o incorporando una armadura de fibra de vidrio o poliéster. Su resistencia al impacto es mayor que la del vidrio, aguantando bien el granizo (especialmente el PVC). Por el contrario, su resistencia a la abrasión es menor, por lo que es preciso evitar posibles cortes. Su coeficiente de dilatación térmica es elevado, razón por la que hay que prever futuras dilataciones fijando sólo uno de los lados de la placa para permitir su deslizamiento [52]. Algunas planchas son inflamables, por lo que el montaje se debe realizar con cautela [49]. Los coeficientes globales de transmisión térmica son similares a los del vidrio para las paredes simples y mucho más aislantes en pared doble o triple. Los plásticos de PC y PMMA son permeables al vapor de agua; sus propiedades ópticas son parecidas a las del vidrio, aunque de menor duración, alterándose la transmisividad con el paso del tiempo. En muchos invernaderos las paredes laterales y frontales son de material plástico rígido, debido a su mayor duración y fácil manejo.

El poliéster armado con fibra de vidrio, o de “calidad hortícola”, compuesto normalmente por fibras de serinas (proteínas superficiales de excelente calidad) termoendurecibles de poliésteres no saturados en un 65% y fibra de vidrio de nilón el 35% restante, presenta una transmisividad a la radiación solar global excelente, de un 80% aproximadamente [52]; su cara externa está protegida para resistir la acción degradativa de la radiación UV; la transmisión luminosa es buena, con un aceptable potencial difusor; la transmisividad al IR corto es escasa, circunstancia muy ventajosa en verano; su resistencia al impacto es excelente, y es ligera y fácil de manipular. Las placas se ondulan y nervian para incrementar su rigidez. Su principal inconveniente radica en su menor transmisividad a la radiación difusa y su combustibilidad. Su éxito comercial depende de su precio y de la ligereza y durabilidad de sus estructuras de soporte con respecto a las del vidrio.

El PVC es el más antiguo de los materiales plásticos de cubierta. El PVC bi-orientado se presenta en forma de placas onduladas protegidas contra la radiación UV. Su transmisión luminosa es similar a la del poliéster, aísla mejor que el vidrio y resiste el granizo, aunque soporta mal las altas temperaturas.

El PC, material termoplástico de espesor variable (4-32 mm), se presenta en forma de placas alveolares de doble pared con una capa de aire en su interior que aísla el invernadero, reduciendo las pérdidas de calor (habituales con el vidrio). Se fabrica también en capa simple. Su transparencia es algo menor que la del vidrio, y se resiente con el paso del tiempo; su revestimiento protector frente a los rayos UV garantiza, después de diez años de uso, unos valores mínimos de transmisión y resistencia aceptables [52]; puede sufrir condensaciones que provoquen la aparición de algas. Al resultar muy maleable puede ser empleado en cubiertas curvas, sobre todo en zonas de fuertes granizadas, aunque se utiliza habitualmente para tabicar estructuras interiores del invernadero. Su principal inconveniente es su elevado precio.

El PMMA es un material acrílico procedente del acetileno por formación de acrilato de metilo y su posterior polimerización. Sus placas alveolares poseen doble o triple pared, con grosores de 8-16 mm (Plexiglás, Altuglás, etc.). Su transparencia oscila entre el 85-92%; y aunque muestra propiedades similares a las del vidrio, es siete veces más resistente al impacto, soportando hasta 70 kg/m² de nieve. Sus inconvenientes principales radican en su alto coste, en las dilataciones térmicas y la permeabilidad al vapor de agua.

El empleo de láminas rígidas está cada vez más extendido en la zona de influencia mediterránea, debido a que permiten un mejor control climático; no obstante, el PE flexible sigue siendo el más utilizado. En los países fríos, sin embargo, dominan los materiales rígidos como el vidrio o los plásticos de doble pared, aunque resultan caros al no sobrepasar un período de vida útil de 7-10 años y necesitar, por su mayor peso, estructuras más complejas y resistentes.

2.5.2. Material de vidrio

El vidrio fue el primer material empleado para cubrir invernaderos. Es habitual en climas fríos o en estructuras destinadas a cultivos especializados que necesitan elevadas temperaturas de forma constante. Existen varios tipos de vidrio; el de uso más frecuente es el de ventana u hortícola VH, seguido del vidrio difusor, imperio o catedral de 4 mm, con la cara interna rugosa para difundir la luz en todas direcciones, impidiendo que la radiación incida directamente sobre las plantas. Ambos tipos absorben completamente la luz IR y poseen buena transmitancia a la luz solar ($\approx 90\%$). El vidrio es inalterable al calor, a la humedad y a la acción de los productos químicos, no envejece ni su transparencia se ve afectada por el paso del tiempo. Al ser opaco a las radiaciones IR que emiten plantas y suelo durante la noche, impide las pérdidas de calor. Sus principales desventajas radican en su fragilidad, elevado precio y mayor peso, que obliga a diseñar estructuras más resistentes. En las regiones españolas más frías es aconsejable utilizar vidrio de baja emisividad (VH+) en los invernaderos destinados a plantas ornamentales, con requerimientos termohigrométricos más exigentes.

2.5.3. Criterios para la elección del material de cubierta

Los criterios que deben guiar al agricultor se fundamentan en la economía de los materiales empleados, en su período de vida útil (que ha de coincidir con lo manifestado por el fabricante y que no debe ser menor de tres años), en la buena transparencia a la radiación solar (especialmente a la radiación PAR: 360-2.500 nm), en la retención máxima de la radiación IR lejana (5.000-30.000 nm), en el bajo coeficiente de conductividad térmica (coeficiente K) para que las pérdidas de calor en el invernadero sean mínimas, en que el material repela el polvo y sea fácilmente lavable con agua pura o ácido oxálico al 6% con el fin de no alterar su transparencia, y en que impida la condensación de gotas de agua en su cara interna y sí la formación de una fina película acuosa que incremente sus cualidades térmicas, escurriendo finalmente hacia las bandas laterales para evitar su caída sobre las plantas.

Existen unos indicadores específicos [53], que interaccionan entre sí, y que pueden guiar al agricultor a la hora de seleccionar el material de cubierta. El Indicador A está relacionado con la respuesta agronómica del plástico; es decir, con el clima, la especie y la variedad para conseguir precocidad, producción y calidad; el Indicador B tiene que ver con sus propiedades ópticas, térmicas y mecánicas en su interacción con el clima, que determinan su envejecimiento y vida útil; y, finalmente, el Indicador C hace referencia a su estructura: anclaje y sujeción.

La primera elección en los invernaderos extremeños y españoles, y mediterráneos en general, deriva del coste del plástico; a continuación, del grado de protección térmica, de la vida útil y del tipo de cultivo. Así, aunque el PE es el más empleado, presenta problemas con el Indicador B, de ahí que deba ser sustituido con frecuencia.

2.5.4. Mantenimiento del material de cubierta

La duración del filme de cubierta es la declarada por el fabricante. Utilizando técnicas de envejecimiento artificial acelerado, las películas plásticas pueden clasificarse en clase N, A, B, C y D (Tabla

14) en función del tiempo requerido para reducir el valor de su deformación en tracción a la rotura hasta el 50% de su valor inicial [51].

Tabla 14. Clasificación de películas para cubiertas basada en la duración mediante envejecimiento artificial [51].

Clase de película	Duración (horas)
N	≥ 400
A	≥ 1.700
B	≥ 3.200
C	≥ 4.600
D	≥ 6.000
E	≥ 7.300

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la Norma UNE-EN 13206:2017+A1 [51]).

La información declarada por el fabricante, o designación, debe incluir el tipo y utilización de la película, el polímero de base, una referencia a la Norma UNE-EN 13206:2017+A1 [51], la anchura del filme en milímetros, el espesor en micrómetros y la clasificación del envejecimiento artificial acelerado. El marcado se sitúa a lo largo de los extremos de la película y de los rollos e incluye la designación, la marca registrada por el fabricante y el mes y año de fabricación. Asimismo, en el manual que debe proporcionar el fabricante deben figurar las características de la instalación, los protocolos de reparación y mantenimiento, haciendo referencia específica a la prohibición de acumular materiales sobre la cubierta [51].

Durante el transporte y almacenamiento de los plásticos, las bobinas no han de ser arrastradas ni se deben colocar sobre ellas objetos pesados; han de guardarse en lugares secos y oscuros, apoyadas sobre superficies lisas, y evitando hacerlas rodar por el suelo, para prevenir posibles dilataciones. En los filmes multicapa, la capa exterior debe mirar hacia afuera; el tensado no debe ser excesivo, pues se reduciría su espesor y, por tanto, su duración; antes de cubrir la estructura es preciso revisarla minuciosamente para aislar y sanear los elementos que estarán en contacto con el filme y reforzar sus sujeciones para evitar que el viento lo destense; impedir la aplicación de tratamientos fitosanitarios poco antes de la instalación de la cubierta para que los productos químicos no se fijen al plástico, acortando su longevidad y alterando sus propiedades.

Durante la ejecución de las tareas de reparación y mantenimiento ha de evitarse la colocación de cargas extras sobre la cubierta, impidiendo que las personas caminen sobre los paneles instalados, así como el transporte de equipos y materiales a través de ella, operaciones que han de realizarse por el interior del invernadero e izando posteriormente dichas cargas.

Todas las acciones y posibles influencias que pueda sufrir el invernadero durante el período de vida útil establecido, deben ser previstas en los cálculos efectuados durante la fase de diseño. Los coeficientes parciales tienen relación con la seguridad del invernadero; pueden ser menores a los de otras estructuras, pues sólo las personas autorizadas deben permanecer en su interior. Los coeficientes de combinación dependen de la posible conjunción de determinadas acciones sobre el invernadero, en función de su situación geográfica, ya que la fuerza del viento, la presencia de nieve y la posibilidad de que se produzcan movimientos sísmicos, no son factores constantes. Por el contrario, las acciones permanentes están

relacionadas con el peso de los propios elementos estructurales y no estructurales. Las acciones de servicio son las cargas originadas por las instalaciones de equipamiento permanente, como los sistemas de calefacción, de refrigeración, de iluminación, de sombreo, de riego, de ventilación y de aislamiento. Las acciones verticales puntuales son las cargas debidas al hombre durante las acciones de mantenimiento y reparación. Las acciones accidentales son cargas de magnitud variable debidas a los equipos móviles y a la maquinaria de limpieza de la cubierta, incluyendo sus operarios. Las acciones térmicas, despreciadas en el invernadero Clase B siempre que la suma de la longitud y la anchura de la estructura no supere los 150 m, proceden del efecto de la temperatura en períodos de 24 horas [26].

2.6. Gestión de los residuos de los plásticos de uso agrícola

Finalizada su vida útil, los plásticos agrícolas se convierten en residuos plásticos de uso agrícola (RPUA) de diferente tipología y espesor, que es preciso recuperar. La acción de determinados fenómenos físicos, químicos y biológicos provocan en el plástico un proceso de desestructuración molecular que finaliza con la bioasimilación por parte de la microflora y microfauna, que utilizan este material como alimento.

Tradicionalmente, los agricultores se han desprendido de los plásticos usados mediante quemas incontroladas o abandonándolos en vertederos ilegales o en el campo aledaño a la explotación, prácticas que ocasionan un intenso impacto ambiental. La incineración incontrolada es peligrosa para la salud, debido a que la combustión de estos materiales a bajas temperaturas (combustión incompleta) emite a la atmósfera grandes cantidades de monóxido de carbono y elementos pesados (mercurio, plomo, dioxinas y furanos) muy tóxicos, procedentes de los aditivos utilizados en la fabricación del plástico [54] [55] [56]. El residuo resultante de este tipo de combustión es difícil de eliminar, como consecuencia de la fusión y solidificación de las láminas de plástico. La acumulación y posterior abandono de estos residuos supone un grave problema cuando se producen precipitaciones, obstruyendo los cursos naturales de agua y dañando las explotaciones, además de convertirse en focos de contaminación por los lixiviados de plaguicidas. A estos problemas se añade el riesgo de incendios forestales y su consiguiente impacto visual y ambiental [54] [57].

En España está prohibido abandonar los RPUA, tanto en el interior como en las lindes de la parcela en la que se encuentra la explotación [58]. La normativa europea comunitaria recomienda la eliminación de los RPUA utilizando tecnologías que permitan su reciclaje biológico [59], e insta a los productores a establecer y costear planes de gestión de los mismos [60] [61] [62].

Los residuos plásticos de invernadero, sobre todo los de larga duración, muy castigados por la radiación solar, requieren sistemas especiales de valorización. Cada vez es mayor el número de ayuntamientos que promulgan ordenanzas prohibiendo el abandono y la quema incontrolada de los RPUA [63]. En Andalucía, en virtud del Decreto 104/2000, de 21 de marzo, por el que se regulan las autorizaciones administrativas de las actividades de valorización y eliminación de residuos y la gestión de residuos plásticos agrícolas (derogado por el Decreto 73/2012, de 20 de marzo [61]), se creó el primer sistema integrado de gestión, a través de la empresa Cicloagro [64]. La gestión de los RPUA incluye su recogida, almacenamiento, vigilancia, transporte, valorización y eliminación [61]. Los gestores deben mantener un registro documental en el que figure la cantidad, naturaleza, origen, destino, frecuencia de prestación de estos servicios, medios de transporte y métodos de valorización o eliminación. Los fabricantes, distribuidores y vendedores de plásticos agrícolas están obligados a participar en grupos de

gestión y a asumir los costes o su cobro a los usuarios. La gestión es municipal, aunque los ayuntamientos pueden suscribir convenios con grupos de gestión autorizados (empresas, cooperativas, comunidades de regantes, etc.) [61] [62]. Los productores que incumplan los preceptos recogidos en las ordenanzas municipales pueden ser objeto de sanción administrativa. La potestad sancionadora es exclusiva de la autoridad ambiental de la comunidad autónoma, o del ayuntamiento, dependiendo de la naturaleza de las irregularidades cometidas.

La primera experiencia europea consistente en la producción de energía eléctrica en una central térmica a partir de plásticos de invernadero tuvo lugar en Carboneras (Almería) [65]. El principal problema en el tratamiento de estos residuos es su elevado nivel de contaminación de otros materiales, como tierra, arena y residuos vegetales, así como su intenso nivel de degradación por la acción de la radiación solar durante un prolongado período de tiempo. Las impurezas representan el 15-20% del peso del residuo [66]. El 80% del plástico es recuperable, siempre que su uso no haya sobrepasado el período de vida útil, o no incorpore demasiadas impurezas [67].

El tratamiento de los RPUA depende del tipo de plástico y del estado en el que se halle. El reciclado mecánico recupera un residuo medianamente degradado y lo incorpora nuevamente al mercado como materia prima para la fabricación de bolsas de basura, contenedores de frutas, mobiliario urbano, etc. El resultado de su triturado es la obtención de pequeñas pastillas de plástico (granza), que con calor y/o presión permiten su reutilización; el rendimiento obtenido es del 44%. La valorización permite el aprovechamiento de los recursos contenidos en los RPUA sin poner en peligro la salud humana; emplea como combustible los RPUA más degradados, por su elevado poder calorífico. El reciclado químico descompone el plástico poco deteriorado ($\leq 20\%$ de impurezas) en elementos más simples, que son reutilizados como materias primas en plantas petroquímicas o bien se re-polimerizan para fabricar el plástico original [64].

El I Plan Nacional de RPUA (2007-2015) contiene una serie de medidas destinadas a regular (aplicación del R.D. 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, así como el desarrollo reglamentario de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, derogada por el R.D.L. 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de prevención y control integrados de la contaminación), analizar e investigar y promover el uso de los nuevos materiales procedentes de los RPUA [67]. Sus objetivos ecológicos establecieron previsiones hasta el año 2015 (Tabla 15).

Tabla 15. Objetivos ecológicos del I Plan Nacional de RPUA [67].

Objetivos ecológicos I Plan RPUA	2015	
	Prevención/Reutilización	10%
Reciclado	70%	131.600 t
Valorización energética	15%	28.200 t
Eliminación en vertedero	5%	9.400 t

(Fuente: elaboración propia con información procedente del PNIR [67]).

En 2002 se crea una sociedad sin ánimo de lucro denominada SIGFITO Agroenvases, S.L., cuyo cometido es recoger los envases de productos fitosanitarios para su posterior tratamiento y dar así

cumplimiento a la normativa española sobre este tema. Se trata, pues, de un sistema integrado de gestión que persigue la valorización energética y reciclaje de este tipo de residuos y que permite que España alcance los objetivos medioambientales expresados en la Directiva 94/62/CE, relativa a los envases y residuos de envases [60], y sus revisiones; es decir, valorización mínima (3,6%) y reciclaje de envases plásticos y metálicos del 96,4% (2018). SIGFITO se nutre de las aportaciones económicas efectuadas por las empresas envasadoras, en función del número de recipientes que sitúan en el mercado. En 2018, 7.984 agricultores extremeños fueron usuarios de SIGFITO, 166 más que el año anterior (+2,1%), representando este valor regional el 5,2% del total nacional [68].

El análisis de todos los elementos que se incorporan al invernadero, como abono, agua, energía solar y artificial, semillas y plántulas, productos fitosanitarios, plásticos, sustrato y mano de obra, y el de las potenciales salidas, como salarios, cosechas, residuos vegetales, envases, plásticos de cubierta y lixiviados de agua de riego y fertilizantes, permiten diagnosticar el estado ambiental de la instalación [19] para, en función de los resultados y efectos advertidos, diseñar y aplicar medidas tendentes a evitar que alguna de las salidas puedan afectar al entorno ambiental.

2.7. Impacto ambiental del invernadero

El impacto ambiental causado por un invernadero se evalúa mediante la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), consistente en analizar la energía y los materiales empleados a lo largo de su período de vida útil [69]; es decir, desde la fabricación de la estructura, hasta el transporte, montaje y reciclado de cada una de sus partes, así como los elementos que sustentan el cultivo, como semillas, abonos, sustrato, etc. El objetivo es localizar puntos críticos en el proceso productivo, corregirlos, y favorecer el desarrollo sostenible de la instalación. Los impactos ambientales muestran determinados indicadores, como la acidificación del aire (AAP), la consunción de los recursos abióticos (ADP), el calentamiento global (GW), la demanda acumulada de energía (CED), la eutrofización (EU) y la formación de foto-oxidantes (POP). Para un invernadero mediterráneo tipo multitúnel dedicado al cultivo del tomate y en el que se emplea perlita como sustrato, el punto crítico más contaminante es la estructura de acero (todos los indicadores menos EU), seguido del plástico (ADP y CED), sustrato (GW y ADP) y fertilizantes (EU). El impacto ambiental puede ser calculado relacionándolo con el rendimiento del cultivo (en este caso, kg de tomate·m⁻²), por lo que un incremento notable de la producción supone un impacto ambiental menor. Para ello, es preciso tecnificar el invernadero, elegir los materiales adecuados, optimizar el uso de agua, sustrato y fertilizantes, y perfeccionar el tratamiento de los RPUA y de los efluentes [70].

2.8. Tecnología del invernadero

Antes de dotar de tecnología al invernadero es preciso sopesar ciertos aspectos, como la especie que se pretende cultivar (cada una posee distintas necesidades), características del mercado de destino (exigencias y estabilidad) y coste tecnológico (no siempre existe relación entre la inversión realizada y el rendimiento obtenido) [71]. La intensificación y tecnificación de la agricultura permite satisfacer la demanda de productos frescos por parte de una población en crecimiento y superar los estándares de calidad y ambientales de unos mercados cada vez más globalizados [72]. En la Figura 7 se representa esquemáticamente la estructura y equipamiento de un invernadero tecnificado [73].

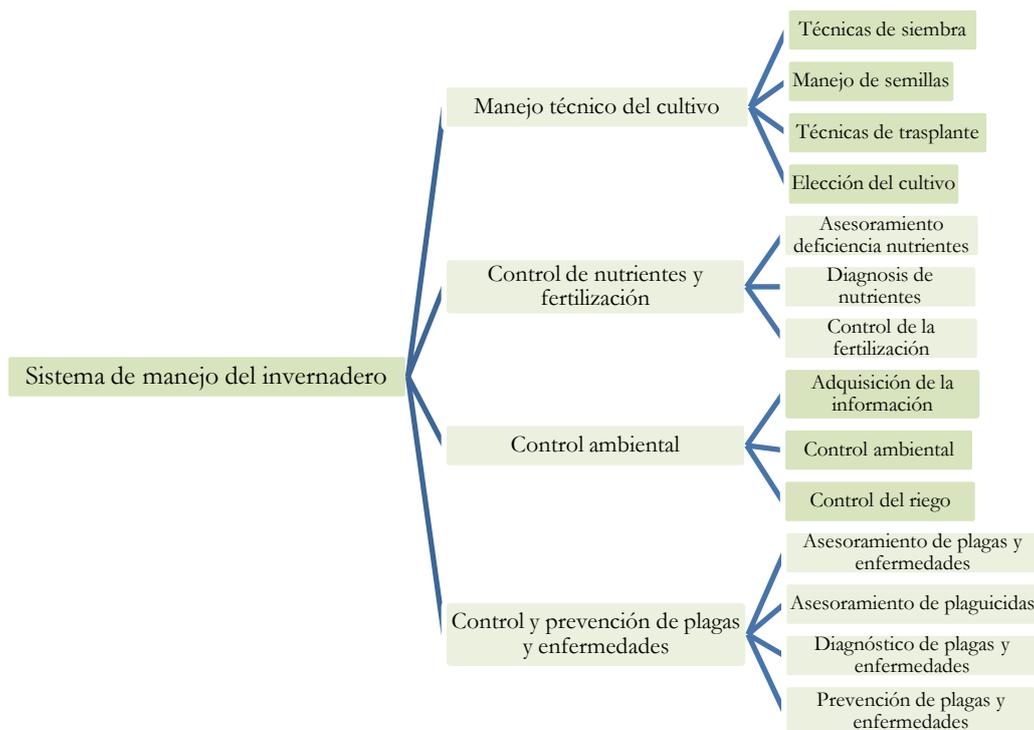


Figura 7. Esquema de la incorporación de la tecnología a un invernadero [73].
(Fuente: elaboración propia con información procedente de Hu *et al.* [73]).

2.8.1. Ventilación

La ventilación corrige el exceso de humedad, controla la temperatura y, si se desea, la concentración de dióxido de carbono (CO₂), interviniendo en numerosos procesos fisiológicos de la planta, como la transpiración y el control de enfermedades. El viento y los gradientes de presión generan, a través de las aberturas, corrientes de aire que renuevan constantemente el ambiente interior del invernadero. La ventilación ha de ser gradual y no brusca [74]. No es aconsejable instalar invernaderos en zonas de vientos fuertes, y menos trabajar en ellos durante un temporal.

La ventilación natural o pasiva consiste en la renovación del aire interior del invernadero a través de unas aberturas practicadas a favor del viento, en las paredes (ventilación lateral) o en la cubierta (ventilación cenital). Es el sistema de aireación más económico y, por tanto, más empleado. Las ventilaciones lateral y frontal son primordiales en invernaderos pequeños, incluso más que la cenital; no ocurre lo mismo en los de gran tamaño (anchura > 35 m), en los que esta es más eficiente [75] a pesar de su menor superficie.

La ventilación forzada o activa es aquella que emplea ventiladores para extraer el aire interior. Su número depende, principalmente, del volumen de aire que se desea renovar, ubicación de los ventiladores en el invernadero, distancia entre ellos, volumen total bajo cubierta, velocidad del viento y existencia de mallas anti-insectos. En días calurosos, la acción conjunta de la ventilación natural y forzada, controladas automáticamente (anemómetro, veleta, sensor de lluvia, cierre electrónico de ventanas y ventiladores) mejora notablemente la tasa de renovación de aire; en días ventosos, en los que no es conveniente el empleo de la ventilación natural, la opción de utilizar la forzada se revela como el único recurso para evitar incrementos importantes de la temperatura interior. Para impedir la entrada de patógenos a través de las

aberturas de ventilación natural, se instalan mallas anti-insectos, que presentan el inconveniente de entorpecer la ventilación natural, de ahí la razón del aumento de la utilización de la ventilación forzada. Aunque los extractores trabajan a baja velocidad, mueven grandes volúmenes de aire. Suelen ser de acero galvanizado para impedir su corrosión; sus hélices están aisladas por rejillas para evitar accidentes, y en la parte exterior disponen de unas lamas que se abren cuando el ventilador entra en funcionamiento y se pliegan al detenerse, con el fin de dificultar la entrada de patógenos.

Las mallas anti-insectos dificultan la entrada de agentes biológicos nocivos o molestos a través de las aberturas practicadas para la ventilación natural, cuyo rendimiento se ve perjudicado en porcentajes que oscilan entre el 40-80% en invernaderos multitúnel, en función del tipo de malla. Para compensar este efecto negativo es preciso incrementar la superficie de las ventanas o bien emplear humidificadores que permitan rebajar las necesidades de ventilación [43].

La eficacia de la ventilación cenital y la correcta consecución de su efecto chimenea dependen, de manera directamente proporcional, de la altura del invernadero; así, se desaconseja la instalación de ventilación cenital en las instalaciones con alturas menores de 3 m desde el suelo hasta la cumbre [76]. El gradiente vertical de temperatura podría comprometer el progreso de las partes más altas del cultivo, de aquí la importancia de disponer de ventilación cenital [77]. En general, la ventilación más eficiente es la cenital a barlovento (superficie del invernadero más expuesta al viento), sobre todo si sus aberturas se encuentran lo más cerca posible de la cumbre. Ahora bien, la combinación de ventanas laterales y cenitales sin mallas anti-insectos consiguen tasas superiores a 30 renovaciones por hora a velocidades moderadas de viento [75].

Para gestionar correctamente un invernadero es preciso conocer el flujo de ventilación [78]. Esta viene determinada no sólo por dicho flujo ($m^3 \cdot s^{-1}$), sino también por la tasa de renovación del volumen de aire interior por hora [79]. Esta tasa depende, a su vez, de la fuerza y dirección del viento; del gradiente térmico exterior-interior (efecto térmico), generador de gradientes de presión que mueven el aire (convección natural); de la ubicación y área de las aberturas, y de la disposición de las líneas de cultivo con respecto a las mismas [48]. La tasa de renovación de aire (R) y la ventilación por m^2 de suelo (V) están relacionadas por las siguientes expresiones:

$$R = \frac{\text{Volumen aire intercambiado (m}^3\text{)}}{\text{Volumen invernadero} \cdot \text{hora (m}^3 \cdot \text{hora)}} \quad \text{Ecuación 2. Tasa de renovación de aire}$$

$$V = \frac{\text{Volumen aire intercambiado (m}^3\text{)}}{\text{Superficie suelo invernadero} \cdot \text{hora (m}^2 \cdot \text{hora)}} \quad \text{Ecuación 3. Tasa de ventilación por m}^2 \text{ de suelo}$$

$$V = R \cdot H \quad \text{Ecuación 4. Tasa de ventilación por m}^2 \text{ de suelo}$$

donde H es la altura media del invernadero en metros.

El índice de apertura representa el cociente entre la superficie total de las aberturas y el área de suelo del invernadero, y es directamente proporcional a la tasa de renovación de aire. Para invernaderos tipo túnel con ventanas sin mallas, los valores óptimos son del 15-20%, y 25-33% en los multicapilla, también sin mallas.

En zonas de intensa radiación, como las de clima mediterráneo, caracterizadas por temperaturas diurnas muy altas y nocturnas bajas, y escasa humedad y concentración de CO₂, no es infrecuente encontrar invernaderos con ventanas corridas en cumbre (Figura 5), que representan superficies de ventilación del 15-25% [80], e incluso del 30% [20] [40] [81]. En regiones de vientos débiles y moderados, unas tasas de ventilación adecuadas requieren superficies cenitales de, al menos, el 15% de la superficie del invernadero, aunque este valor puede ser insuficiente si los cultivos no están desarrollados [47].

2.8.2. Refrigeración

Los invernaderos de climas cálidos se ven sometidos a altas temperaturas, que pueden resultar nocivas tanto para el cultivo como para el agricultor, de aquí la necesidad de emplear sistemas adicionales a la ventilación para controlar el ambiente interior. Existen varios tipos.

Los sistemas de sombreo son los más utilizados en España. Los hay estáticos o fijos, como el encalado o la malla de sombreo sobre cubierta (generalmente negra o incolora), y los hay dinámicos, que permiten ejercer cierto control, como las cortinas móviles y los riegos de cubierta.

La refrigeración por evaporación de agua se utiliza para reducir la temperatura interior cuando la capacidad de ventilar se ve superada. Los sistemas más empleados son la pantalla evaporadora o húmeda y la nebulización fina. La primera, también conocida como *cooling system* o *hydrocooling*, se suele instalar en la pared frontal del invernadero, opuesta a los ventiladores (ambos elementos se emplean al mismo tiempo). Está confeccionada con un material celulósico poroso con láminas corrugadas y pegadas, aditivado, que se satura con agua, de forma que cuando el aire atraviesa la pared se carga de humedad y se refresca, circula por el invernadero y es expulsado por los ventiladores. Al tiempo que esto sucede, las ventanas deben permanecer cerradas. Dependiendo de la humedad relativa exterior, de la superficie de la pantalla, del volumen del invernadero, de la densidad del cultivar y de la potencia de los extractores, la temperatura interior puede disminuir entre 4 y 10 °C en unos minutos.

El segundo sistema de refrigeración activa es la nebulización fina o *fog system*, basado en la emisión de numerosas partículas de agua de unas 10 μ de diámetro que, debido a su escaso volumen, se evaporan antes de llegar al cultivo. Las boquillas nebulizadoras se sitúan en la zona elevada del invernadero, una cada 20-25 m² y su caudal habitual es de 4 litros·h⁻¹. Esta técnica es frecuente en invernaderos destinados a plantas ornamentales.

2.8.3. Calefacción

Existen varias técnicas para mantener la temperatura o para calefactar un invernadero; utilizándose unas u otras en función de su estructura [43], de la disponibilidad económica, del volumen interior del invernadero, del tipo de cultivo y de la climatología de la zona [82]. Entre las primeras hay algunas muy simples, como la elección de un material adecuado para la cubierta, el sellado hermético de la instalación o

la colocación de paredes de doble capa (reducen el aporte de luz); y otras más complejas, como la utilización de pantallas térmicas, aerotermos, cogeneración (de energía y CO₂), etc.

Sin calefacción se incrementa el riesgo de aparición de condensaciones sobre plantas y cubierta [83] (enfermedades fúngicas), así como el peligro de posibles inversiones térmicas (el invernadero perdería su función primordial) durante las noches frías de invierno [84]. De hecho, temperaturas interiores por debajo de 10 °C provocan un enlentecimiento en el desarrollo de los cultivos y un menor crecimiento, ocasionados ambos por la dificultad de absorción, transporte y distribución de agua y nutrientes en la planta [85].

La temperatura de la superficie de la planta de invernadero resulta de los intercambios de calor por convección con el aire, por radiación con las superficies próximas, de la transpiración de la propia planta y de posibles condensaciones de gotitas de agua sobre sus partes aéreas. El aporte de calor puede ser aplicado a la parte aérea de la planta, a su sistema radicular, o a ambos. En el primer caso el calor se transmite por convección o radiación, mientras que en el segundo lo hace por conducción desde el sustrato [48].

Las principales fuentes de energía empleadas para calefactar los invernaderos son el gasóleo, el gas natural y el propano. En España, el combustible más utilizado es el gasóleo debido a que es el más económico, aunque presenta varios inconvenientes, como ensuciar las instalaciones y generar humos y gases de escape, tóxicos para las plantas. A todo ello se une la escasa tecnificación de los invernaderos españoles y la inexistencia de redes de distribución de gas [82]. El gas natural y el propano, en cambio, muestran mayores rendimientos y sus gases de escape se pueden utilizar para incrementar los niveles ambientales de CO₂, aspecto muy beneficioso para el desarrollo de los cultivos, como se comenta en el apartado 2.8.5. (Enriquecimiento carbónico).

También se pueden utilizar aerotermos (bombas de calor aire-agua), bastante empleados en España. Se suelen colgar de la estructura (a veces se disponen sobre el piso) para que no ocupen espacio en el suelo. Se nutren de agua a elevada temperatura y generan aire caliente que se distribuye por todo el invernadero. Pueden disponer de un intercambiador que permite recuperar los gases de escape mejorando la eficiencia energética de la instalación, y de un ventilador que impulsa el aire a través de una red de tubos donde este es calentado con agua a 60-100 °C, o incluso con temperaturas menores [82].

Existen asimismo aerotermos eléctricos, que expelen el aire caliente directamente en el interior del invernadero, sistema bastante empleado en Extremadura debido a su economía y a su respuesta inmediata en invernaderos modestos cuando la temperatura desciende a 5-7 °C. Su principal inconveniente es que el aire caliente asciende a zonas del invernadero en las que no hay cultivo, generándose gradientes verticales de temperatura de 2-3 °C [76]. Para evitar esto en instalaciones grandes, el aire caliente se hace pasar por conductos aéreos constituidos por tuberías plásticas de 40-60 cm de diámetro, agujereadas regularmente [86]. El calor se transfiere por convección.

El agua caliente generada por calderas o por aerotermos es distribuida por toda la instalación a través de una red enterrada o superficial de tuberías de acero, aluminio o plástico. En las más tecnificadas se emplean las de acero, que al tiempo hacen las funciones de raíles para las vagonetas de la cosecha. Normalmente, en estas, la temperatura del agua en las tuberías de ida es de 90 °C y en las de vuelta de 70 °C. En las de plástico las temperaturas son, respectivamente, de 45 y 35 °C; por tanto, el rendimiento energético es mucho menor, por lo que son poco prácticas en invernaderos grandes, ya que la red de tuberías resultaría demasiado tupida, y son más efectivas en instalaciones pequeñas aunque, en todo caso,

se trata de un sistema de respuesta lenta, ya que para mantener una temperatura del aire de 20 °C hay que emplear cuatro veces más tubos si el agua circula a 40 °C que si lo hace a 80 °C [87].

Si la temperatura del agua en tuberías soterradas no aisladas térmicamente fuese mayor de 50 °C, el calor secaría el suelo y dañaría las raíces [76]. El calor acumulado en el suelo no se disipa por paredes y cubierta, como sucede con los aerotermos, con lo que las pérdidas globales son menores. El material suele ser polietileno o polipropileno reticulado, liso si las tuberías están enterradas, y corrugado si son aéreas [86].

En el caso de que el cultivo se realice en mesas radiantes o bancadas calefactadas, las tuberías pueden fijarse a ellas, mejorando el rendimiento energético aún más. El calor se transfiere por conducción.

Las pantallas térmicas son cubiertas extendidas sobre el cultivar que, normalmente, se instalan en invernaderos ya calefactados [82], consiguiendo incrementos de la producción de hasta el 30%. Funcionan también como doble cubierta que impide el goteo del agua condensada sobre las plantas cuando la humedad es elevada, al tiempo que limitan un posible exceso de radiación y atenúan el enfriamiento convectivo del aire. Están formadas por una malla de hilos de PE entrelazados con fibras de aluminio.

La función de las pantallas térmicas es la de recoger el calor diurno para desprenderlo lentamente durante la noche, cuando la temperatura desciende. En invierno pueden también recogerse durante el día y extenderse por la noche para evitar pérdidas de radiación infrarroja, y en verano ser colocadas durante las horas de máximo calor para proteger aún más al cultivo de una radiación visible muy intensa, y ser retiradas en el ocaso. Su apertura y cierre suelen estar automatizados; por regla general, cada motor acciona una sección de pantalla de unos 5 m de largo y varias decenas de ancho [82]. Su uso es frecuente en áreas de clima mediterráneo.

Existen dos tipos de pantallas térmicas, las abiertas o ventiladas y las cerradas o no ventiladas, según si permiten, o no, el paso del aire. Las primeras se utilizan en verano para evacuar el exceso de calor acumulado en el interior, reflejando parte de la radiación infrarroja durante la noche; las segundas limitan las pérdidas por convección del calor en el aire, disminuyen el volumen de aire a calentar y reducen costes.

La eficiencia térmica de una instalación resulta de la acción de cuatro factores principales: la velocidad del viento, el aporte de calor, la temperatura exterior y la inercia térmica del propio invernadero.

2.8.4. Iluminación

Para dotar al invernadero de una buena iluminación natural es preciso elegir una cubierta que posea buena transparencia, reducir las sombras interiores, estudiar la orientación espacial y aumentar el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la cubierta. Un incremento de la cantidad de luz presente en el invernadero se acompaña de un aumento de la temperatura del aire, y si se aporta una mayor concentración de CO₂, la fotosíntesis será, entonces, máxima [86].

El aporte de luz artificial incrementa la duración del día, sobre todo en otoño e invierno; de esta manera se consiguen niveles fotosintéticos máximos y, por tanto, mayores rendimientos y varias cosechas, por ejemplo, en invernaderos destinados a plantas ornamentales.

Cada familia o grupo de lámparas posee unas características diferentes en precio, longevidad, eficacia, etc. (Tabla 16).

Tabla 16. Características de los principales tipos de lámparas para invernaderos.

Parámetros	Incandescente	Alta intensidad descarga (HID)	Fluorescente	Diodo emisor de luz (LED)
Espectro	Continuo, rico en rojos y azules. Alta cantidad y calidad de luz	Excelente reproducción cromática	Luz azul y roja	Monocromático, pero se puede elegir el color de la luz. Interesante la combinación de azul y rojo
Flujo luminoso	Alto	Alto	Alto	Medio
Rendimiento luminoso	Bajo: el 10% de su energía se transforma en luz, el resto se disipa en forma de calor	Muy alto: mínima radiación térmica	Alto	Alto
Eficacia	Muy baja	Muy alta	Alta	Muy alta
Vida útil	Baja: 500-1.000 h	Alta: 6.000-16.000 h	Alta: 6.000-20.000 h	Muy alta: 30.000-100.000 h
Precio	Bajo	Medio	Alto	Alto
Consumo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Ventajas adicionales	Comodidad. Adaptabilidad. Funcionamiento en corriente continua y alterna	Variabilidad: mercurio alta presión, sodio alta y baja presión, halogenuro metálico...	Variabilidad: TLD (luz blanca), TL5 (bajo % de Hg y > eficacia) y CFL (bajo consumo). Luz difusa: menores deslumbramientos y zonas de sombras	Uso en aumento. Reducido tamaño. Fácil manipulación. Ahorro de energía. Resistencia. Escaso mantenimiento. Normalmente se usa como fuente adicional o suplementaria de luz
Inconvenientes adicionales	Sensibles a cambios de tensión en la red. Retirada gradual hasta septiembre de 2016 por su baja eficacia y alta contaminación		Elevado consumo eléctrico en arranque (tener esto presente al dimensionar la red). Ocupa mucho espacio. Fragilidad mecánica	Unidireccionales: aparecen zonas de sombras

(Fuente: elaboración propia).

Resulta sorprendente que no existan diseños homogéneos de iluminación artificial en invernaderos; es decir, número y tipos de lámparas y luminarias, disposición de las mismas, niveles de luz conseguidos y eficacia lograda [88].

Tradicionalmente, las lámparas más utilizadas han sido las incandescentes o de infrarrojos, debido a su menor coste de instalación y mayor poder calorífico, seguidas de las de vapor de mercurio, emisoras de luz visible y ultravioleta y muy duraderas; las mixtas, que reúnen las características de las dos anteriores, pero que resultan muy costosas y, finalmente, las fluorescentes, longevas pero dotadas de escasa intensidad luminosa [89]. Actualmente, el uso de lámparas LED emisoras de luz azul y roja, fluorescentes estándar o TLD y fluorescentes de alta eficiencia o TL5, permiten alcanzar excelentes resultados, tanto en calidad de la planta como en producción de biomasa [88].

La mejor lámpara es aquella capaz de generar la energía necesaria para conseguir el máximo nivel fotosintético, poseer la composición espectral adecuada (zona PAR) y proporcionar energía durante el

fotoperíodo [88], todo ello con los menores costes posibles. Así, el empleo de la tecnología LED en la agricultura irrumpió con fuerza hace unos años, siendo su uso cada vez más frecuente por su longevidad, dureza, economía de funcionamiento y muy alta eficacia.

La calidad de la iluminación, natural o artificial, ha de ser directamente proporcional a las exigencias visuales de las tareas que desarrollan los trabajadores en el interior del invernadero, teniendo especial precaución en las zonas más peligrosas de la instalación.

2.8.5. Enriquecimiento carbónico

El CO₂ es un gas de efecto invernadero generado en los procesos de respiración y de combustión. Las plantas verdes asimilan CO₂, imprescindible en el proceso fotosintético. En la atmósfera, en condiciones normales, la concentración de este gas es de, aproximadamente, 300 ppm, pero la planta necesita concentraciones de 600-2.000 ppm para que la actividad fotosintética sea máxima; valores superiores a 3.000 ppm pueden resultar tóxicos para algunos cultivos. Así, concentraciones de 600-900 ppm de CO₂ aumentan la producción en la mayoría de las especies [90]. El nivel de CO₂ atmosférico varía a lo largo del día, aumentando al final del período nocturno y disminuyendo en las horas de máxima luminosidad. Esto explica que el nivel óptimo de absorción de CO₂ se produzca entre 18 y 23 °C.

Tras breves exposiciones a elevadas concentraciones de CO₂, las plantas incrementan su crecimiento, su biomasa y el porcentaje de nitrógeno presente en sus tejidos [91]. Durante los meses de verano, en áreas de clima mediterráneo, las plantas están expuestas a altas temperaturas, razón por la que se hace necesaria la tarea de ventilar durante el día resultando, por tanto, inútil la acción de fertilizar con CO₂, circunstancia que no suele ocurrir en países fríos. En las zonas cálidas, el aporte de CO₂ se suele realizar durante el período invierno-primavera, buscando siempre la armonía entre concentración de CO₂, ventilación, temperatura y humedad [92].

En plantas expuestas a elevadas concentraciones de CO₂, el Índice BER (*Biomass Enbacement Ratio* o cociente entre el valor de biomasa obtenido con esos valores de CO₂, respecto al alcanzado con niveles ambientales), muy utilizado para medir el estímulo del crecimiento, fue de 1,5 tanto en especies leñosas como herbáceas; asimismo, en ensayos efectuados en primavera con plantas de tomate en invernadero expuestas a concentraciones de CO₂ de 800 ppm, se obtuvieron cosechas caracterizadas por su precocidad y por incrementos de producción de hasta el 68%, circunstancias que permiten introducir el producto en el mercado en períodos en los que existe escasez del mismo y, por tanto, a mejor precio [91].

Existen varias técnicas para enriquecer con CO₂ el ambiente de un cultivo protegido. La más idónea se fundamenta en el aporte de CO₂ puro mediante depósitos y bombonas, ya que permite controlar no sólo la pureza del gas inyectado, sino también elegir el momento de aplicación, pues este proceso no está vinculado a la actuación de otros sistemas del invernadero, como el de la calefacción; sin embargo, presenta ciertos inconvenientes, el mayor de los cuales es su costosa inversión inicial en infraestructuras de almacenamiento, transporte y distribución [93]. Las instalaciones que poseen un depósito de CO₂ en estado líquido utilizan un intercambiador de calor para gasificarlo y distribuirlo por el invernadero a través del sistema de riego por goteo [43]; en las que emplean bombonas, estas se conectan a tuberías de plástico perforadas que se distribuyen por el interior de la instalación. Una segunda técnica consiste en aprovechar el CO₂ procedente de la combustión del gasóleo del sistema de calefacción, proceso más económico que el anterior pero que evidencia mayores desventajas, como la dificultad para controlar el nivel y calidad del gas producido, la plausible emisión de otros gases indeseados por su toxicidad, tales como CO, SO₂, NO_x,

etileno y otros hidrocarburos, así como la necesidad de encender la calefacción cada vez que se desea fertilizar [91]. Finalmente, existen invernaderos en los que se utilizan bloques de nieve carbónica repartidos estratégicamente por la instalación, liberándose el gas por sublimación.

2.8.6. Equipamiento y automatización

El equipamiento tecnológico e informático instalado en el invernadero permite controlar los parámetros ambientales con el fin de maximizar el crecimiento y desarrollo del cultivo, reduciendo costes. Las variables climáticas objeto de este control son la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la iluminación y la concentración de CO₂; aunque es necesario tener en cuenta que cada especie vegetal precisa unas condiciones ambientales diferentes. Los invernaderos situados en zonas frías demandan controles más exhaustivos; por el contrario, en regiones templadas, estos requerimientos técnicos no son tan determinantes. Así, en España, el nivel de automatización de los invernaderos es muy heterogéneo, desde instalaciones no automatizadas, hasta grandes invernaderos acristalados dotados de las últimas tecnologías destinadas al control microclimático, dirigidos por criterios de eficiencia y funcionalidad; es decir, con control sobre uno o varios parámetros, de manera que el cultivo siempre se halle en el intervalo óptimo de dicha variable, incrementando la coherencia técnica en el uso de la instalación con fines meramente productivos y con la posibilidad de visualizar en tiempo real el estado de las operaciones de control en curso.

Existen cinco niveles de automatización en los invernaderos [94] [95]:

- Nivel 0: sin automatización; el trabajo, generalmente apertura y cierre de las ventanas laterales de ventilación, se realiza manualmente.
- Nivel 1: control horario mediante temporizadores que permiten realizar determinadas operaciones a la hora fijada por el agricultor.
- Nivel 2: control por termostatos y automatismos similares que se disparan cuando la variable objeto de control alcanza unos niveles previamente fijados, activándose el equipo de control correspondiente.
- Nivel 3: control por autómatas programables o controladores análogos, que disponen de uno o varios microprocesadores que analizan las señales recogidas por los sensores. Son equipos compactos y resistentes, aunque su memoria es limitada. La información del invernadero es enviada desde estos al ordenador central, que responde controlando y redirigiendo los niveles de los parámetros automatizados mediante las salidas conectadas a los actuadores.
- Nivel 4: control distribuido; es decir, el ordenador central está conectado a varios autómatas, de manera que todas las funciones del invernadero están automatizadas y todos los datos son registrados y guardados, debido a que su capacidad de almacenaje es casi ilimitada, aunque se trata de equipos sensibles y delicados.

En definitiva, la automatización consiste en enclavar unos valores de consigna para las variables climáticas que se desea controlar, de manera que el sistema compara la situación en cada momento con la consignada, ordenando a los diferentes autómatas la tutela de las condiciones ambientales prefijadas. En ocasiones, el éxito de la actuación radica en encontrar los valores de consigna ideales [43].

Los sensores proporcionan información de la temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, radiación solar, precipitaciones, pH y conductividad del suelo, presión atmosférica, velocidad del aire

interior e, incluso, de posibles gradientes verticales de temperatura. Las señales son digitalizadas y enviadas a los sistemas de adquisición de datos, donde la información se almacena durante un tiempo determinado. Así, cuando la temperatura es inferior al valor consignado, el sistema ordena cerrar las ventanas y activar la calefacción, y si es demasiado elevada, se disparan los extractores y el *cooling system*; si es la humedad la que está demasiado alta, el dispositivo central ordena suspender el riego, o activar el *cooling* o la nebulización en el caso de que su valor sea menor que el de consigna; si el nivel lumínico es bajo, se encienden las lámparas para que el proceso fotosintético no se vea perjudicado; de igual manera, el sistema de riego programado se activa durante las primeras horas del día, en las que la temperatura aún no ha comenzado a subir, para que no se genere una humedad excesiva y minimizar posibles condensaciones.

El equipamiento tecnológico de un invernadero supone un considerable desembolso inicial, pero el ahorro energético consecuente, el control del agua de riego, el aumento de las producciones, la mayor calidad del producto, el incremento del número de cosechas y la reducción de mano de obra, consiguen compensar la inversión inicial en un plazo de tiempo razonable.

2.9. Variables climáticas

2.9.1. Radiación

2.9.1.1. Tipos de radiación

La radiación solar que alcanza la cubierta del invernadero se descompone en tres elementos [72]: radiación directa (35-40%), radiación difusa (60-65% restante) y radiación reflejada por la cubierta y por el ambiente cercano; de ellas, la última es relativamente pequeña y puede ser desestimada, por lo que la radiación incidente es la suma de las dos primeras [96]. Las pérdidas por reflexión dependen de la dirección del flujo incidente, de las propiedades del material de cubierta, de su espesor y de la longitud de onda (λ) de la radiación. Estas pérdidas se mantienen constantes si el ángulo de incidencia se encuentra entre 0 y 40°. La radiación absorbida calienta la cubierta y el resto se transmite hacia el interior, incidiendo sobre el cultivo y las diferentes superficies del invernadero, incrementando sus temperaturas. Las partes calentadas emiten radiación de λ larga o térmica, calentando a su vez el aire por convección [79].

El 99% de la radiación solar global en la superficie terrestre se encuentra en intervalos de λ de 300-2.500 nm. La radiación ultravioleta C (UVC, 200-290 nm) es peligrosa, pero es absorbida por la capa de ozono [97]; la UVB (290-320 nm) puede causar alteraciones fisiológicas en las plantas por modificaciones de su ADN [98]; y la UVA (> 320 nm) es la responsable de la pigmentación de la piel. La radiación UV (2-4% del total) envejece el plástico y posee un importante papel en la morfogénesis de la planta [99]. La radiación visible (45-50%) incluye la radiación PAR [100], ya que la planta necesita, para efectuar su fotosíntesis, una radiación situada en el intervalo de 400-700 nm; y, finalmente, la radiación infrarroja (IR) o de onda larga (\approx 50%), contiene la radiación IR cercana o NIR (*Near Infrared*), que ha de tenerse en cuenta para calcular el balance energético del invernadero y las pérdidas nocturnas de energía [77]. El IR largo se transforma en calor, incrementando la temperatura del invernadero. Este calor es absorbido por las plantas, el suelo y la estructura que, a su vez, emiten radiación de λ larga hacia la cubierta, perdiéndose una parte de ella en el exterior y quedando otra fracción dentro, que nuevamente influye en los aumentos internos de temperatura.

El material de cubierta, sea vidrio o plástico, debe ser opaco al IR, con el fin de que no llegue a alcanzar las plantas. El calor radiante perdido representa el 25% o más del total del mismo, para una instalación con PE de doble capa en noches despejadas [101]. Si las temperaturas exteriores suelen ser bajas, es conveniente elegir para la cubierta un material dotado de escasa capacidad de transmisión del IR largo (PEIR) y así aislar mejor el invernadero. En la Tabla 17 se muestra la transmisividad a la radiación IR larga de algunos materiales plásticos de cubierta, que suelen presentar la máxima transparencia posible a la radiación de λ corta y la máxima capacidad de retención para las de λ larga [48]. La mayor pérdida nocturna de calor a través de la cubierta está protagonizada por la radiación IR, mientras que el mayor aporte nocturno de calor procede del suelo hacia el aire interior. En noches despejadas, el balance radiativo es negativo y, por tanto, la cubierta presenta menor temperatura que el aire exterior sin que el calor procedente del suelo pueda revertir esta situación. Este fenómeno, conocido como inversión térmica, puede soslayarse mediante el empleo de mallas interiores o exteriores, debido a que poseen la propiedad de incrementar la temperatura unos 3 °C [70]. La condensación evita la pérdida de radiación de λ larga, pero su presencia es perjudicial para el cultivo.

Tabla 17. Transmisividad a la radiación PAR e IR larga de varios tipos de films de cubierta [48].

Material cubierta	Transmisividad PAR directa (%)	Transmisividad IR largo (%)
PE	91	68
PEIR	86	< 25
EVA	90	18-27
PVC	90	10-15

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Castilla [48]).

La radiación difusa está relacionada con la eficacia en la utilización de la radiación por parte del cultivo [102]. Esta radiación depende de la estructura del invernadero y de su capacidad para modificar la proporción de dicha radiación por el material de cubierta, que a su vez está condicionado por su estado de mantenimiento y la presencia de posibles condensaciones. La radiación difusa varía al envejecer este material, es multidireccional y, por tanto, reparte la luz por todo el cultivo de manera uniforme, aumentando la cantidad de radiación absorbida por este [103] y su productividad [104].

2.9.1.2. La radiación y el invernadero

Una buena cantidad de luz en el invernadero exige la conjunción de todos, o algunos, de los siguientes elementos: un material de cubierta con buena transparencia, ausencia de materiales que generen sombras, un determinado ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la cubierta, una estructura eficiente, una ventajosa orientación espacial, una correcta relación entre la superficie de cerramiento y la superficie del suelo, un excelente estado de conservación y limpieza de la cubierta, una humedad relativa (HR) adecuada, unas líneas de cultivo que sigan la dirección N-S, una posición del sol durante el ciclo anual (latitud) que aporte más horas de luz, una favorable ubicación orográfica, una zona de escasa nubosidad habitual, una altitud no demasiado elevada (< 2.000 m) y un clima local propicio [97].

La radiación solar se percibe en forma de luz y calor. La irradiación está relacionada con la temperatura, la HR, la concentración de CO₂, el balance energético del invernadero y, por tanto, interviene en el desarrollo del proceso fotosintético [77]. La radiación recibida por unidad de superficie se

denomina irradiancia (W/m^2) y suele constituir el 75% de la constante solar [97]; esta oscila entre 1.360 y 1.395 W/m^2 [105]; el umbral mínimo de insolación es de 6 horas/día⁻¹ o 200 cal·cm⁻²·día⁻¹, independientemente de si las plantas son de día largo o corto, y el factor de transmisión con tiempo nuboso puede alcanzar el 80-90% del valor medio con tiempo soleado [26]. La insolación, o duración de las horas de sol, en el ciclo otoño-invierno establece el índice de aptitud del cultivo protegido para determinadas zonas y especies vegetales [30].

En algunos invernaderos, durante las horas de máxima radiación, se coloca una malla de sombreo o umbráculo sobre la cubierta para atenuar la insolación. En la costa almeriense se emplea, mayoritariamente, el sombreo durante el ciclo primavera-verano, con mallas o mediante el blanqueo de la cubierta [106]. El sombreo proporcionado por las mallas es homogéneo; estas pueden estar confeccionadas con diferentes materiales (PE, polipropileno, poliéster, fibras acrílicas, etc.) y con distintos tamaños de poro; algunas aportan aluminio, reflejando parte de la radiación solar; pero todas, sobre todo las de color negro, absorben radiación transformándola en calor (evacuado mediante la ventilación), no sin obstaculizar la renovación natural del aire. He aquí la razón que justifica su instalación sobre cubierta, a costa de sacrificar parte de su período de vida útil, pues se encuentra expuesta a las inclemencias meteorológicas. El efecto del sombreo sobre la planta es menor cuando mejora la ventilación; así, con malla blanca y con una tasa de renovación de aire de 10, la temperatura disminuye 3-4 °C; pero para una tasa de 60, el descenso es sólo de 1 °C [107].

Un invernadero de vidrio dedicado en verano al cultivo de tomate, dotado con malla móvil que se activa cuando la temperatura es mayor de 25 °C y la radiación global exterior supera los 650 W/m^2 , reduce la productividad un 10% [108] [109]; por el contrario, en un invernadero mediterráneo con malla móvil exterior se alcanza una producción de pepino de 18,6 kg·m⁻², frente a los 16,3 de un invernadero testigo, y en menor tiempo [110] [111]. En verano, los incrementos de intensidad luminosa y temperatura aumentan el crecimiento vegetativo a costa de sacrificar la calidad de la cosecha, salvo si se sombrea [112]. El sombreo selectivo (en verano, durante las horas centrales del día), presenta ventajas frente al fijo, como el incremento en la producción de materia seca [107]. El sombreo ayuda a la generación de hojas de menor tamaño, incrementa la longitud del tallo y el porcentaje de radiación captada por el cultivo y, por tanto, la asimilación de carbono, con el correspondiente aumento de la productividad [113]. En el dosel, los cambios morfológicos asociados al sombreo contrarrestan parcialmente la disminución de la radiación incidente [114].

La radiación incidente depende de la orientación del invernadero que, con frecuencia, está condicionada por la forma de la parcela, el tipo de cultivo, la época del año y la presencia y dirección de los vientos dominantes. En los invernaderos simples, el eje longitudinal (en latitud N), debe seguir dirección E-O para captar la máxima cantidad de energía, sobre todo en invierno. La separación de las estructuras para este tipo de invernaderos y evitar sombreos indeseados debe ser suficiente, pero si no se pudiese respetar, por la forma de la parcela, por ejemplo, la mejor orientación de dicho eje será entonces N-S. La orientación recomendada para las especies hortícolas de primavera y otoño es NE-SO y para ornamentales y flores en invernaderos de vidrio, de PC y poliéster calefactados es N-S; los multicapilla asimétricos en dirección E-O presentan problemas de sombreo, que se pueden solucionar dotándoles de pendientes de 45° y 27°, a 37° N durante el solsticio de invierno [31]; en los de vidrio, la orientación más acertada es E-O, de manera que el sombreo generado por los elementos estructurales se distribuya con el movimiento del sol, con líneas de cultivo, por tanto, en dirección N-S. La orientación N-S capta más luz por la mañana y tarde y menos a mediodía, ventaja indudable en zonas muy cálidas [86]. Una disposición E-O del eje longitudinal proporciona a los invernaderos multimodulares menor cantidad de luz en invierno por el sombreo de las naves adyacentes en el lado N y peor reparto de luz. La Tabla 18

muestra un esquema de las orientaciones más convenientes del eje longitudinal de diferentes invernaderos en función de su latitud y tipo de cultivo.

Tabla 18. Mejores orientaciones del eje longitudinal de diferentes invernaderos según latitud y especies cultivadas.

N-S	Invernaderos simples 37° N, sin separación suficiente entre los diferentes módulos	Invernaderos de vidrio, PC y poliéster calefactados dedicados a ornamentales y flores	
NE-SO	Invernaderos con especies hortícolas de primavera y otoño		
E-O	Invernaderos simples 37° N, con separación suficiente entre los diferentes módulos	Invernaderos multicapillas asimétricos (45° y 27°) a 37° N	Invernaderos de vidrio en general a latitudes > 37° N

(Fuente: elaboración propia).

La Figura 8 muestra la variación anual de la radiación total disponible para un invernadero tipo capilla en función de la orientación N-S y E-O, para una latitud de 31° N [115].

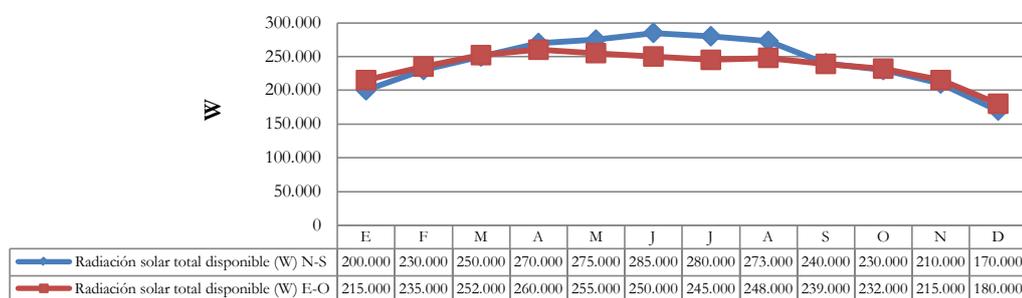


Figura 8. Variación de la radiación solar total disponible en función de la orientación de un invernadero tipo capilla situado a 31° N [115].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Sethi [115]).

Las laderas sur del Hemisferio N muestran el mejor rendimiento térmico en invierno para terrenos llanos o inclinados. Si existe abancalamiento es preciso considerar positivamente la relación entre la superficie de cerramiento y la superficie del suelo. El suelo inclinado dificulta la mecanización y favorece la aparición de gradientes horizontales de temperatura. El abancalamiento tiene lugar cuando la máxima pendiente longitudinal es > 0,5%, aunque en ocasiones es beneficioso que exista cierta inclinación, siempre que esta se dirija hacia el S siguiendo las curvas de nivel (en el Hemisferio N), si bien los invernaderos deben disponer de buenos sistemas de evacuación de aguas pluviales evitando posibles encharcamientos en su interior.

La tasa de crecimiento del cultivo (CGR) y la tasa de asimilación neta (NAR) se muestran indiferentes a una orientación N-S o E-O, pero no así el Índice del Área Foliar (LAI) y la altura de las plantas. La relación entre estas variables se representa mediante la siguiente expresión:

$$NAR = \frac{CGR}{LAI} \quad (\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}) \quad \text{Ecuación 5. Tasa de asimilación neta}$$

2.9.1.3. El papel de la radiación en la fisiología del cultivo

El follaje de las plantas almacena radiación, que constituye un factor limitante para el desarrollo del cultivo, especialmente en invierno, de manera que la fotosíntesis neta no alcanza su valor máximo sólo con el aporte de luz, incluso durante las horas de radiación máxima en verano [114]. La saturación fotosintética se alcanza con niveles de radiación de $1.200-1.400 \mu\text{mol}\cdot\text{dt}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, aunque su distribución foliar es heterogénea, con máximos apicales y mínimos en las zonas más internas y protegidas de la planta [116].

La radiación solar es la suma de la radiación fotosintética y de la radiación calorífica. Un gran aporte de luz unido al aumento de las temperaturas nocturnas, provoca un incremento proporcional del grosor del tallo durante el estado vegetativo [117], así como del tamaño del fruto, sobre todo en plantas situadas en zonas sombreadas [118]. El crecimiento de la planta se ve favorecido por el incremento de la transpiración foliar inducida por la radiación, el déficit de presión de vapor (DPV), la temperatura y el estrés hídrico [77]. El sombreado reduce la transpiración foliar y las necesidades hídricas [110]. La Figura 9 refleja la relación entre la radiación incidente y la transpiración foliar [119].

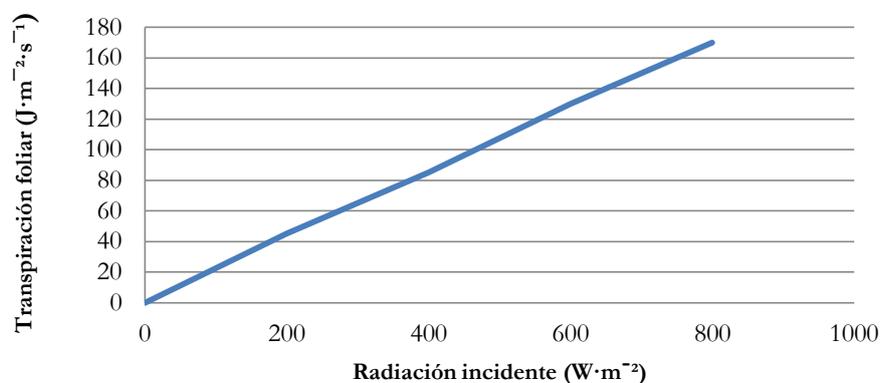


Figura 9. Relación entre la radiación incidente y la transpiración foliar [119].
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Medrano *et al.* [119]).

Las reducciones en el aporte de luz provocan una disminución de la NAR y un aumento del LAI [120]; así, un descenso del 1% en la intensidad de la radiación solar merma la producción en un porcentaje similar [121]. Incrementos del 10% en el sombreado durante el período mayo-julio suponen disminuciones en la producción que, en el caso del tomate, alcanzan los $0,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mes}^{-1}$ [122], aunque resulte conveniente, en momentos de elevada radiación acompañada de insuficiente ventilación, mantener el clima interior para evitar fisiopatías en el cultivo y mejorar el uso del agua y fertilizantes [116]. De la energía solar que llega al invernadero, el porcentaje de la misma empleado en la síntesis de compuestos orgánicos por la planta es mínimo, e incluso puede ser despreciado en el estudio de los balances energéticos [123].

La síntesis de compuestos orgánicos por la planta está favorecida por la asociación de la radiación PAR, agua y CO_2 . La primera representa, por término medio, el 45-48% de la radiación en días de verano con cielos despejados [123]. Está determinada por la radiación incidente (sujeta a la latitud, estacionalidad,

régimen de nubosidad y contaminación atmosférica [116]) y por la radiación transmitida a través de la cubierta, dependiente, a su vez, del ángulo de incidencia, que es diferente según la posición solar y la estacionalidad. Un ángulo de cubierta de 27° en ambas aguas de un invernadero tipo capilla orientado en dirección E-O, en el Hemisferio N, muestra excelentes resultados [124], influidos también por la disposición del cultivo y su densidad (en función de su estado vegetativo), por el LAI y por la distribución de las partes aéreas de las plantas [125].

La cantidad de energía captada por el cultivo depende de la radiación incidente sobre él y de la distribución y disposición angular de las hojas (estructura del dosel); la eficiencia de la conversión de esa luz interceptada en materia seca vegetal (MSV) está relacionada con los valores de las variables climáticas (intensidad de la radiación, DPV, concentración de CO₂) y con el estado hídrico y nutricional del cultivo [114].

Existen especies vegetales de alta saturación lumínica o plantas de sol (tomate, pepino) y otras de baja saturación lumínica o plantas de sombra (ornamentales), en función de su capacidad de asimilación de carbono frente a la radiación absorbida por el dosel. Las plantas de sol no llegan a saturarse lumínicamente, incluso expuestas a niveles máximos de radiación durante las horas centrales de un día de verano con cielos despejados (1.400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en el interior del invernadero), logran elevadas tasas fotosintéticas. En estas condiciones, el sombreado mejora la temperatura, el DPV, la MSV y la calidad del fruto [114]. En la Figura 10 se observa la relación entre la fotosíntesis neta y la radiación incidente.

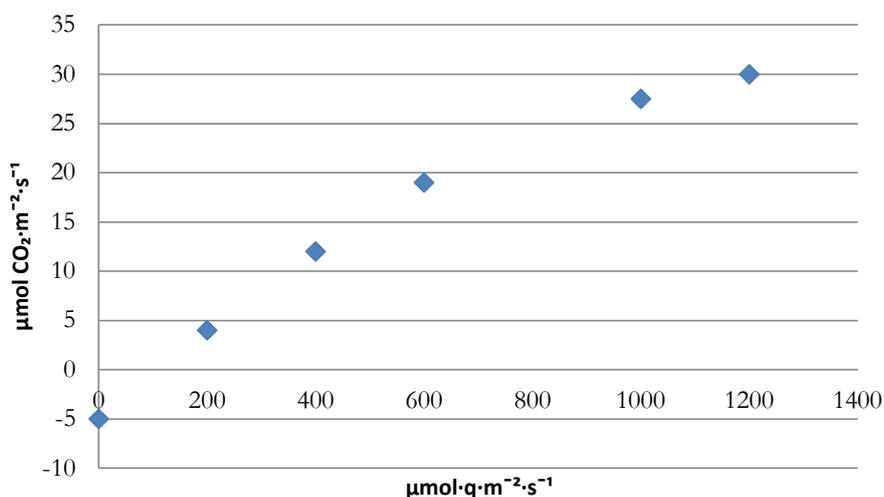


Figura 10. Influencia de la radiación PAR incidente sobre la fotosíntesis neta de dosel vegetal [114].

Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Lorenzo *et al.* [114]).

El dosel vegetal debe alcanzar rápidamente un valor de LAI adecuado, de manera que le permita atrapar la mayor cantidad posible de radiación para maximizar la producción [114]. Una reducción de la radiación incidente limita el cuajado del fruto y genera abscisiones florales cuando la integral de la radiación global es $< 10 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ [126], aunque normalmente el valor de $8,5 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ marca el límite trófico por encima del cual el crecimiento es adecuado [30].

2.9.2. Temperatura

2.9.2.1. La temperatura y el invernadero

La temperatura es la variable ambiental con mayor influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cada especie posee un rango óptimo de temperatura situado, normalmente, entre 10 y 32 °C, de manera que fuera de ese intervalo la actividad metabólica se ralentiza [127].

Para que el cultivo progrese adecuadamente es preciso considerar los diferentes valores de temperatura que influyen en su desarrollo [112]:

- La temperatura mínima letal es aquella que, una vez rebasada, produce daños, posiblemente irreversibles, en la planta.
- Las temperaturas máximas y mínimas biológicas delimitan el intervalo de temperatura necesario para que una especie inicie determinadas fases vegetativas, como la floración, fructificación, etc. Si se sobrepasan, la planta y sus funciones pueden sufrir alteraciones en procesos como la respiración y la fotosíntesis.
- Las temperaturas óptimas diurnas y nocturnas muestran los valores aceptables de temperatura que cada especie requiere para su desarrollo [77]; son las que proporcionan al cultivo mayor confort y eficiencia. La temperatura diurna depende de la radiación incidente, mientras que la nocturna es el resultado de diferentes intercambios radiantes influidos por múltiples factores, como el tipo de material y la transmisividad de la cubierta, el régimen de nubosidad o limpidez del cielo, la existencia de posibles fugas, la velocidad del viento y las condensaciones de agua en las hojas [72]. De igual manera, los cultivos necesitan unas diferencias óptimas entre las temperaturas diurnas y nocturnas de, al menos, 5-7 °C para que su desarrollo sea normal [30].

Las regiones de clima mediterráneo, debido a las bajas temperaturas invernales, carecen de zonas que toleren el cultivo de especies vegetales de clima cálido (tomate) al aire libre durante todo el año [30].

En el invernadero existe un gradiente horizontal de temperatura, de forma que es mayor en el centro debido al flujo de aire de la ventilación, que se atenúa a medida que tropieza con los obstáculos que encuentra a su paso; también existe un gradiente vertical, con temperaturas más bajas en la zona inferior del invernadero, pues el aire caliente, de menor densidad, tiende a ascender y a acumularse en la parte superior hasta que es expulsado por el sistema de ventilación, disminuyendo entonces la temperatura [79].

La temperatura del invernadero puede ser controlada por los sistemas de ventilación natural, de enfriamiento evaporativo (nebulización y pantalla húmeda) y de sombreado (menor radiación incidente), así como a través de la evapotranspiración del cultivo. El efecto térmico origina intercambios entre el aire interior y exterior incluso en ausencia de viento, prolongándose esta influencia hasta que el viento alcanza una velocidad de 3 m·s⁻¹, límite en el que el viento pasa a protagonizar los intercambios, quedando reducido el efecto térmico a un valor testimonial [128].

El suelo, dada su elevada capacidad calorífica, constituye la reserva térmica del invernadero, acumulando calor durante el día. Su estrato superficial (10 cm) libera al aire, durante la noche, más de 800 kJ·m⁻² (más de 2 °C) en otoño y primavera y más de 400 kJ·m⁻² (1 °C) en invierno, en condiciones de clima mediterráneo. Es recomendable que la temperatura del suelo se halle 1 ó 2 °C por encima de la temperatura del aire (T_a) porque las bajas temperaturas reducen las tasas de absorción radicular de agua y minerales debido al incremento de la viscosidad del agua, a su mayor resistencia al movimiento y menor permeabilidad celular disminuyendo, por tanto, el metabolismo radicular y afectando, finalmente, al

crecimiento de la planta. El calentamiento radicular invierte estos procesos y estimula la formación de raíces adventicias en plantas ornamentales y frutales [72]. El sustrato es un factor ambiental de primer orden; su temperatura mínima no debe ser inferior a 15 °C [30].

2.9.2.2. Efectos de la temperatura en la fisiología de la planta

La temperatura foliar muestra, mejor que la T_a , el nivel de confort de la planta; resulta aquella del balance entre la energía de la radiación neta, los intercambios de calor sensible y la energía de calor latente consumida durante la transpiración. De esta depende, pues, la temperatura de la hoja y, por tanto, de la diferencia de presión de vapor de saturación (PVS) entre aire y hoja; si el aire entrante es seco, la hoja se refrigera transfiriendo agua y la temperatura foliar será entonces menor que la T_a ; y, al contrario, si el aire entrante está cargado de humedad. La temperatura repercute, de forma directa, en la fotosíntesis, que es mínima por la noche y máxima durante el día hasta que se llega a una temperatura que incrementa la tasa de respiración, proceso que incide negativamente en la fotosíntesis neta. Con respecto al LAI, un aumento unitario supone una reducción de 2 °C del gradiente existente entre la temperatura máxima interior y exterior [103].

La temperatura está relacionada también con la condensación; así, en un invernadero cerrado al atardecer o durante la noche (descenso acusado de la temperatura asociado a una humedad elevada [83]), la temperatura tiende a caer y el aire desprende vapor de agua (aire saturado) que puede depositarse en la cara interior de la cubierta o, peor aún, sobre el cultivo [74]. Este fenómeno es más frecuente en abril o mayo, meses en los que la radiación es más intensa pero que aún no es correspondida por una respuesta rápida de la temperatura de la cubierta y de la planta, cuyo incremento es todavía muy lento [86]. La temperatura de punto de rocío es la causante de la condensación; la diferencia entre la temperatura de rocío y la T_a se conoce como "diferencia de punto de rocío". Si esta presenta un valor elevado, el riesgo de condensación es menor. En definitiva, este fenómeno tiene lugar cuando el aire interior húmedo contacta con una superficie fría cuya temperatura es menor que el punto de rocío del aire.

Una gestión deficiente de la temperatura puede suponer importantes daños en el cultivo. En un invernadero sin control sobre las variables ambientales, la temperatura sufre considerables oscilaciones diarias y estacionales que influyen en la calidad de la planta (debido a un envejecimiento precoz causado por una actividad metabólica fluctuante) y en el volumen de la producción. De los innumerables procesos que tienen lugar en la planta, el más afectado por una temperatura fuera del rango óptimo es el desarrollo foliar, que repercute en la densidad del dosel [116]. Si la temperatura interior supera la temperatura máxima biológica durante un tiempo prolongado, la planta sufre alteraciones morfológicas, como quemaduras en las hojas, pérdida de calidad, malformaciones florales, etc.; y fisiológicas, como transpiración excesiva [129], disminución del período vital del cultivo, reducción de la tasa fotosintética neta, disfunciones enzimáticas por disminución de la síntesis proteica acompañada de un crecimiento de la actividad proteolítica con posible desnaturalización de las proteínas ($T_a > 50$ °C), asociada a estrés oxidativo y deshidratación, alteración de los procesos reproductivos (menor calidad del polen, óvulos, polinización y fecundación [130]), anomalías florales frecuentes, modificación de la conductancia estomática, marchitez, menor capacidad de interceptación de la radiación solar, formación de frutos partenocárpicos (desarrollados a partir de ovarios no fecundados), alteración del cuajado y pérdida de firmeza [30]. Ante una temperatura excesiva, la fase generativa de la planta se perturba en mayor grado que la vegetativa, afectando al número de frutos, su peso [122] [129], su estado de maduración (precocidad) y la uniformidad del mismo, debido todo ello a unos niveles pobres de radiación asociados a exposiciones

prolongadas a elevadas temperaturas [30]. Los parámetros de calidad más afectados son el color, textura y propiedades organolépticas del fruto [131].

2.9.3. Humedad

2.9.3.1. La humedad y el invernadero

La humedad absoluta (HA) se define como la masa de vapor de agua por unidad de volumen o por unidad de masa de aire. La humedad relativa (HR) es la cantidad de agua retenida en el aire en relación con la máxima que sería capaz de contener idéntica masa de aire a la misma temperatura. La HR del aire es el factor ambiental más influyente e inmediato en los cambios en la sensibilidad estomática al CO₂. El incremento de la HR permite que la planta asimile mejor el CO₂, mientras que fluctuaciones en el nivel de luz apenas presentan efectos significativos en dicha sensibilidad. La humedad es interpretada por las hojas del dosel como una señal para activar la apertura estomática ante niveles pobres de luz y CO₂ [132]. La presión de vapor (PV) es descrita como la presión ejercida por el vapor de agua del aire húmedo a una determinada temperatura, mientras que la presión de vapor de saturación (PVS) es la presión realizada por dicho aire cuando está saturado a una determinada temperatura. La HR se expresa también como la relación entre la presión parcial de vapor de agua en el aire y la PVS de dicho vapor a una temperatura determinada:

$$HR = \frac{PV}{PSV} \cdot 100 \quad (\%) \quad \text{Ecuación 6. Humedad relativa}$$

$$HA = \frac{Mva}{Vas} \quad \text{g} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{Ecuación 7. Humedad absoluta}$$

donde Mva es la masa del vapor de agua del aire y Vas el volumen de aire seco.

Los cultivos, como ocurre con la temperatura, poseen niveles óptimos de humedad. Cuando es elevada, la planta disminuye su transpiración y, por tanto, su crecimiento se ralentiza; y viceversa, pudiendo la planta transpirar en exceso y llegar a deshidratarse, ya que la necesidad de agua en el aire supera la capacidad de absorción radicular; esta situación suele ocurrir tras varios días de sol acompañados de noches frías (menor absorción radicular). Este problema se resuelve reduciendo la radiación incidente [116]. El exceso de humedad puede ser revertido ventilando, incrementando la temperatura y evitando acumulaciones de agua en el suelo; por el contrario, su defecto se palía mediante riegos en ambientes ventilados y sombreados. Los cultivos tienen capacidad para adaptarse a niveles de humedad muy heterogéneos, siempre que los cambios no sean muy bruscos.

La relación entre humedad y temperatura es inversa: elevadas temperaturas incrementan la capacidad del aire para contener vapor de agua, disminuyendo la HR y, al contrario, si el aire del invernadero se encuentra saturado de humedad y la temperatura desciende, el vapor de agua se condensa, sobre todo a partir del ocaso y hasta el amanecer [83]. Si la HR del aire exterior es elevada, se debe activar la ventilación y la calefacción. Cada grado centígrado de incremento reduce la HR un 5% [30]. Cambios en la HR

interior inducen modificaciones en la tasa de transpiración de las plantas, alterando la temperatura de las hojas [132].

En el invernadero no suelen existir gradientes horizontales de humedad, pero sí verticales, que pueden promover la aparición de condensaciones de agua ($HR \approx 100\%$), que si tienen lugar en la cara interior de la cubierta provocan el goteo sobre la planta (patologías) y reducen el aporte de luz (mayor reflexión de la radiación incidente). Si se incrementa el ángulo de cubierta, las gotas resbalan hacia los lados sin caer sobre el cultivo [133]. La condensación sobre la cara interna de la cubierta disminuye la HR (por debajo del 90% en invernaderos no mediterráneos), y se erige en el principal factor que regula la humedad durante períodos fríos en instalaciones no calefactadas.

2.9.3.2. Efectos de la humedad sobre el cultivo

Dependiendo del tipo de cultivo, un exceso de humedad (superior al rango óptimo) puede favorecer la aparición de enfermedades fúngicas (*Botrytis cinerea*, etc.), la transmisión de plagas y la frecuencia de abortos florales, al verse afectado el transporte de iones hacia las zonas de crecimiento, circunstancia que unida a ciertos desequilibrios hormonales causan malformaciones y fisiopatías. Una elevada HR colabora en el uso eficiente del agua, pero origina alteraciones morfogénicas, como menor superficie foliar, escaso o nulo desarrollo de los órganos vegetativos de almacenamiento, retrasos en la floración y fructificación y senescencia foliar precoz; además, dificulta la polinización debido a que el polen húmedo se adhiere a los órganos masculinos. Así pues, el control de la humedad evita la aparición de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, una humedad excesivamente baja origina necrosis apical en hortalizas por déficit de calcio, alteraciones en el color del fruto, su rotura, la aparición de manchas y patologías en la fertilización floral (abortos florales y amargor en algunas variedades vegetales, como el pepino) [30]. La Tabla 19 muestra, a modo de ejemplo, las enfermedades que afectan al tomate en función del control de la HR. En definitiva, la humedad influye en la turgencia celular, la expansión foliar y el desarrollo aéreo y radicular de la planta, la transpiración, la absorción de nutrientes y la producción de MSV [116].

Tabla 19. Patologías del cultivo de tomate en función del control de la HR [30].

HR	Patología cultivo tomate
Sin control	Infecciones graves por <i>Cladosporium fulvum</i> y por <i>Botrytis cinerea</i>
Control hasta el 90%	Infecciones leves por <i>Cladosporium fulvum</i> y por <i>Botrytis cinerea</i>
Control hasta el 72%	Sin infecciones

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Nisen *et al.* [30]).

La humedad es directamente proporcional a la capacidad de evacuación de energía del interior del invernadero debido al escaso calor específico del aire seco, y al contrario con el aire húmedo. Sin control climático, la HR del invernadero presenta importantes fluctuaciones, desde el punto de rocío a porcentajes del 30%; así, durante los días soleados, el DPV puede alcanzar 5 kPa si el LAI es bajo y tiene, por tanto, menor capacidad para disipar el calor a través de la transpiración. El DPV puede describirse mediante la siguiente expresión:

$$DPV = PVS - PV$$

Ecuación 8. Déficit de presión de vapor

El LAI es la suma de la superficie de las caras superiores de todas las hojas de la planta, dividida entre la correspondiente área de suelo por planta [96]. Si aumenta el LAI, el DPV desciende y la planta padece menor estrés hídrico [114]. El DPV se incrementa de forma importante durante las horas centrales del día (mayor intensidad de radiación), la transpiración también aumenta para refrigerar la planta, y puede suceder que la raíz sea incapaz de absorber el agua necesaria para reponer las pérdidas debidas a la transpiración, por reducción de la conductancia estomática y descenso de la tasa fotosintética neta, provocando desórdenes hídricos que dificultan o incluso acaban con el crecimiento de la planta [72]; pero también puede ocurrir que estos mecanismos de defensa de la planta sean capaces de revertir la situación y evitar la deshidratación [116]. La humedad está asimismo relacionada con la absorción de nutrientes y la distribución de hormonas [72]. Un DPV < 0,3-0,5 kPa provoca menor tasa de crecimiento, salvo que se deshumidifique el aire [134]; si el DPV es < 0,2 kPa, crece el riesgo de aparición de enfermedades criptogámicas y alteraciones fisiológicas; sin embargo, valores de DPV > 2,5 kPa provocan el cierre de los estomas y el consiguiente estrés hídrico y térmico, limitante de los intercambios de CO₂ y de la fotosíntesis [135]. Las condiciones higrométricas óptimas cursan con un DPV ≈ 0,3-1 kPa [72]. La asociación de una temperatura de 20 °C con una HR del 60% presenta doble poder de evaporación que otra situación con 20 °C y 80%, debido a que el DPV pasa de 7,0 a 3,5 mm Hg; para una HR constante del 60%, el DPV sufre una variación de 7,0 a 20 °C a 12,7 mm Hg a 30 °C.

La nebulización puede reducir la tasa de transpiración hasta un 40%, disminuyendo el valor de DPV y aumentando la conductancia estomática [136] [137]. Los estomas se cierran durante la noche (sin iluminación artificial) y se abren por el día, iniciando el incremento de la transpiración, que depende a su vez del déficit de saturación entre estomas y aire circundante.

2.9.4. Viento

La velocidad y dirección del viento influyen en la forma y estructura del invernadero; es decir, en sus características constructivas y en la localización y distribución de las aberturas de ventilación natural [72], cuya anchura posee gran importancia, como demuestran los ensayos con simulaciones de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), que han permitido constatar que la tasa de ventilación se incrementa al aumentar la amplitud de dichas aberturas; así, para velocidades de viento constantes de 4 m·s⁻¹ en un invernadero tipo parral con una ventana ≥ 1,3 m de anchura, la tasa de ventilación es de 20 m³·s⁻¹ (20 renovaciones por hora), con un movimiento notable de aire en la zona superior del invernadero y no tanto en la del cultivo, circunstancia que podría ser corregida instalando un dispositivo deflector en el lado interior de la ventana de barlovento con el fin de dirigir el flujo de aire hacia las plantas; en definitiva, con este mecanismo mejora la gestión de la ventilación, como muestra la Figura 11 [128].

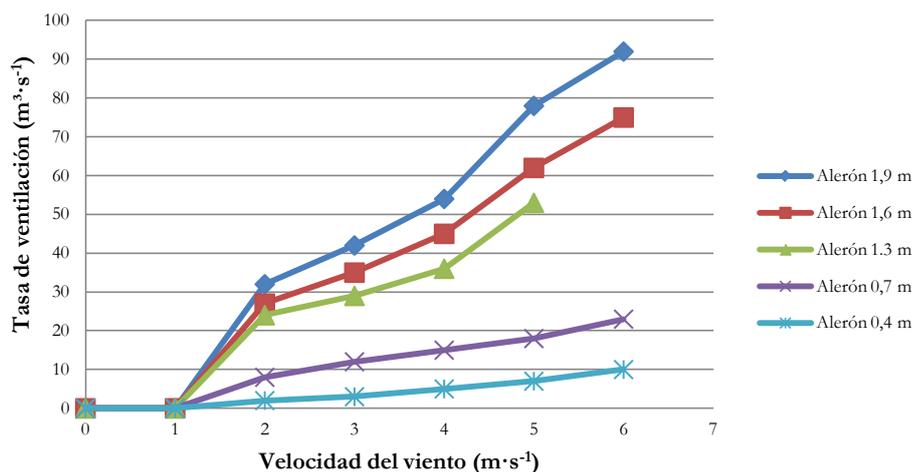


Figura 11. Tasas de ventilación obtenidas mediante simulaciones CFD para un invernadero tipo parral de 5 capillas en función de la anchura de las ventanas cenitales [128].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Baeza *et al.* [128]).

La inclinación de la cubierta y la existencia de ventanas constituyen los elementos fundamentales para gestionar adecuadamente la ventilación natural. En un invernadero con escasa pendiente (11-13°) y dotado de ventanas cenitales pequeñas a barlovento y cenitales o laterales a sotavento, el movimiento del aire tiene lugar, mayoritariamente, sobre el cultivo y no en su interior [128]. El incremento de la pendiente es esencial para velocidades de viento > 4 m·s⁻¹ (vientos fuertes son aquellos que superan los 3 m·s⁻¹ [72]). La tasa de ventilación aumenta si se incrementa en 50 cm la altura de la cumbrera con pendientes de, al menos, 20° [128]. En la Figura 12 se exponen diferentes valores de tasas de ventilación para distintas velocidades de viento mediante simulaciones CFD.

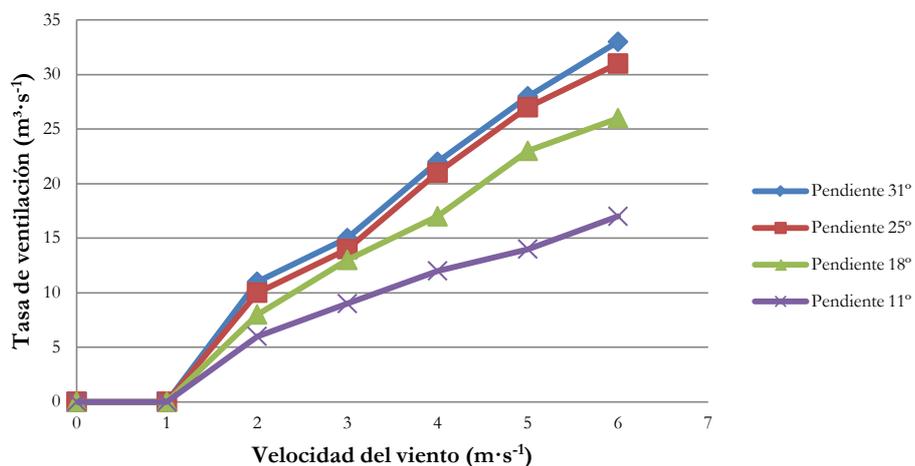


Figura 12. Tasas de ventilación obtenidas mediante simulaciones CFD para un invernadero tipo parral de 5 capillas en función del grado de inclinación de cubierta [128].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Baeza *et al.* [128]).

Las prestaciones de un invernadero tipo multicapilla con ventilación natural pueden ser mejoradas mediante simulaciones CFD, introduciendo las siguientes modificaciones: incremento de la altura de

cumbrera hasta 6,9 m y la lateral hasta 4,6 m (pendiente de 30°), colocación de ventanas cenitales de 1,9 m de anchura e instalación de pantallas deflectoras de 1 m de anchura bajo la cumbrera, que recorran la longitud de las ventanas inicial y final de la primera y última capilla, con el fin de dirigir el flujo de aire hacia el cultivo [128], de manera que se consiga un incremento medio del intercambio de aire en la zona inferior del invernadero del 50% y un descenso medio de la temperatura de 2,1 °C respecto a un invernadero testigo no apantallado [138].

La ventilación depende del gradiente de temperatura entre el interior y el exterior del invernadero [48] siempre que la velocidad del viento sea $< 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; en el caso de que sea mayor, el número de renovaciones de aire está condicionado únicamente por el viento [139], su dirección, el volumen interior del invernadero y su número de módulos [48]. En zonas de clima cálido, el número de renovaciones por hora ha de ser > 30 en verano y 45-60 en invierno, cuando la humedad es más alta. La mejor manera de conseguirlo es mediante la combinación de ventanas laterales y cenitales [140]. La Tabla 20 muestra la tasa de ventilación con viento nulo (efecto térmico) en un invernadero multicapilla con número creciente de unidades, en función del tipo de ventanas instaladas.

Tabla 20. Relación entre tasa de ventilación, número de módulos de un multicapilla y tipo de ventanas [140].

Número de módulos	Tasa ventilación con ventanas laterales y cenitales		Tasa ventilación con ventanas cenitales	
	$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$\text{Vol invernadero}\cdot\text{h}^{-1}$	$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$\text{Vol invernadero}\cdot\text{h}^{-1}$
3	15,2	28,0	2,2	4,1
5	19,2	21,3	2,9	3,2
7	25,1	19,9	4,5	3,6
10	29,2	16,2	9,0	5,0
15	31,4	11,6	11,5	4,2
20	35,7	9,9	16,5	4,6

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Baeza *et al.* [140]).

En definitiva, cuando la velocidad del viento es elevada, la ventilación cenital es más eficiente que la lateral, y más aún si está ubicada a sotavento [52]. La diferencia de presión entre ventanas cenitales y laterales es directamente proporcional a la distancia entre ambas y, por tanto, la tasa de renovación es mayor. El incremento de esta distancia puede lograrse aumentando la altura del invernadero o bajando las ventanas laterales [128]. La presión del viento es mayor a barlovento, y menor en cubierta y a sotavento. Esta presión es modificada al abrir las ventanas, sobre todo las que están a barlovento. La carga del viento depende de su presión dinámica, que a su vez está influida por la altura de la instalación y por su superficie de cerramiento. Si el viento es nulo o débil es preciso activar todas las ventanas; si es moderado, sólo las de sotavento; y si es extremo, la mejor opción es no abrir ninguna ventana para evitar daños estructurales y pérdidas de producción [48]. Una ventilación deficiente provoca la existencia de zonas con importantes gradientes de temperatura y humedad, alterando los rendimientos. La ventilación tiene gran influencia sobre la temperatura (impide la inversión térmica), humedad (reduce su valor y elimina el riesgo de enfermedades) y concentración de CO_2 (ciclo día-noche y su relación con la fotosíntesis) [141] [142].

Cuando el viento es perpendicular a las ventanas, la velocidad del aire interior es proporcional a la exterior; si las líneas de cultivo son paralelas a la dirección del viento, la velocidad media del aire interior es

un 36% del valor de la exterior; si son paralelas a las ventanas, esta velocidad disminuye al 13-18%; si el viento es paralelo a las ventanas, la velocidad media del aire interior es del 13-21% de la exterior, careciendo en este caso de importancia la orientación de las líneas de cultivo [143]. La apertura única de las ventanas cenitales supone que la velocidad media del aire interior sea un 12% de la exterior, independientemente de la orientación de las líneas de cultivo y la dirección del viento [72] [144]. Las ventanas laterales abiertas generan bajas tasas de ventilación, fenómeno inverso al que tiene lugar cuando se produce la asociación de ventanas laterales y cenitales de sotavento [72]. Cuando las líneas de cultivo son perpendiculares a las ventanas, el aire discurre libremente entre ellas; pero si son paralelas, el propio cultivo obstaculiza el flujo de aire, impidiendo una correcta ventilación en las zonas más alejadas de las ventanas [128]. La Figura 13 muestra las tasas de ventilación para diferentes velocidades de viento en un invernadero multitúnel de 3 módulos cuyas ventanas están orientadas en idéntica dirección con viento de barlovento y sotavento.

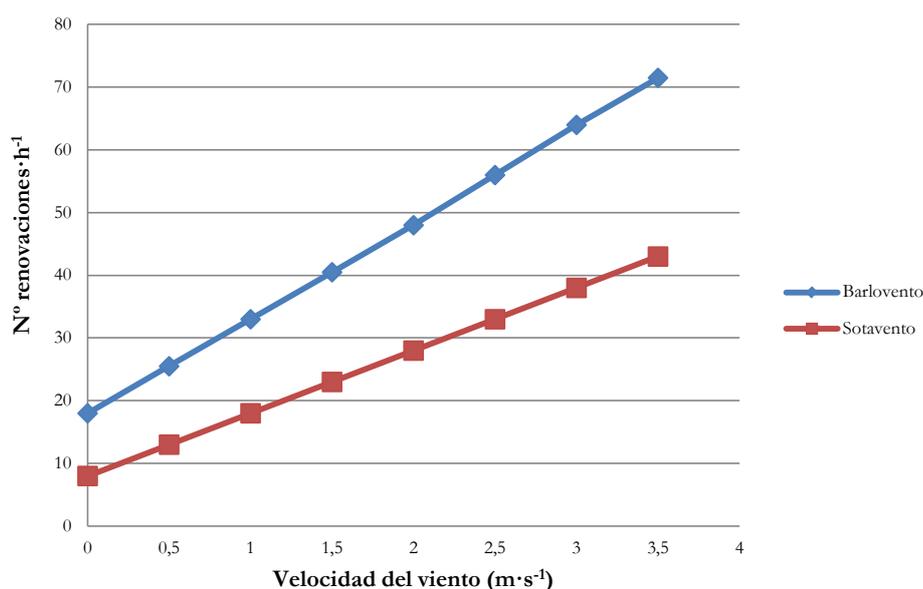


Figura 13. Relación entre la tasa de ventilación y la velocidad del viento para un invernadero multitúnel de 3 módulos dotado de ventanas idénticamente orientadas a barlovento y sotavento [128].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Baeza *et al.* [128]).

La humedad y la temperatura configuran una determinada densidad del aire en el invernadero, que es diferente a la del aire exterior, generándose un gradiente de presión entre este y el aire interior. En instalaciones no herméticas, con elevados gradientes de presión, se producen importantes fugas de aire, que influyen en la alteración de la temperatura óptima del cultivo.

Las mallas anti-insectos reducen la tasa de ventilación debido a que oponen cierta resistencia al paso del aire exterior, y el que entra lo hace a menor velocidad, hecho que puede, incluso, desaconsejar el uso de estas mallas. De ellas, la más eficaz (hilos de 0,19 mm) reduce la tasa de ventilación un 33-41%, circunstancia que demanda la aplicación de ciertas medidas, como mejorar el sistema de ventilación mediante el incremento de la superficie destinada a la misma (Figura 14 [128]), aplicar técnicas de sombreado o utilizar el enfriamiento evaporativo [145].

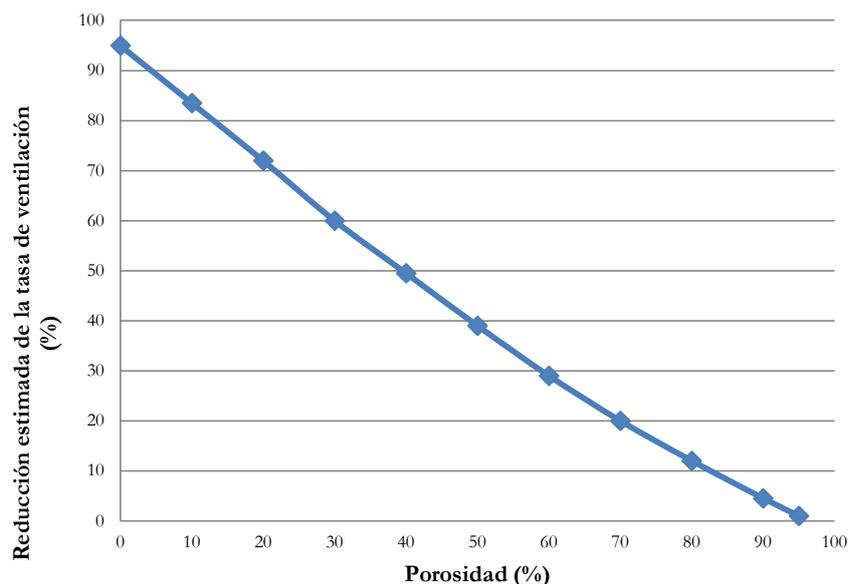


Figura 14. Reducción estimada de la tasa de ventilación en un invernadero con mallas anti-insectos de diferentes diámetros de poro [128].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Baeza *et al.* [128]).

2.9.5. CO₂

2.9.5.1. El CO₂ en el invernadero

El carbono representa el 40-50% de la materia seca de los organismos vivos y es el elemento primordial para la existencia de vida [116] [146]. El CO₂ constituye la materia prima necesaria para que la función clorofílica sea posible en las plantas verdes, en las que penetra a través de los estomas situados en la superficie foliar, siendo asimilado en forma de carbohidratos y otras sustancias. Su tasa de asimilación depende de su concentración en el entorno de la planta, de aquí que el crecimiento del cultivo y su producción puedan mejorar aportando CO₂ [147].

La concentración de CO₂ en la atmósfera es, aproximadamente, del 0,3% (300 ppm). En el invernadero, este porcentaje depende del número de renovaciones de aire y de la actividad fotosintética que tenga lugar en su interior. Su valor sufre variaciones a lo largo del día de forma natural (Figura 15 [46]), alcanzando concentraciones máximas al atardecer y mínimas durante las horas de mayor luminosidad. Estas fluctuaciones son aún más intensas en las regiones mediterráneas en las que, durante el 60% del período de iluminación, la concentración del CO₂ interior es menor que la del exterior [148], constatándose descensos de hasta el 55% en primavera y 47% en invierno [149].

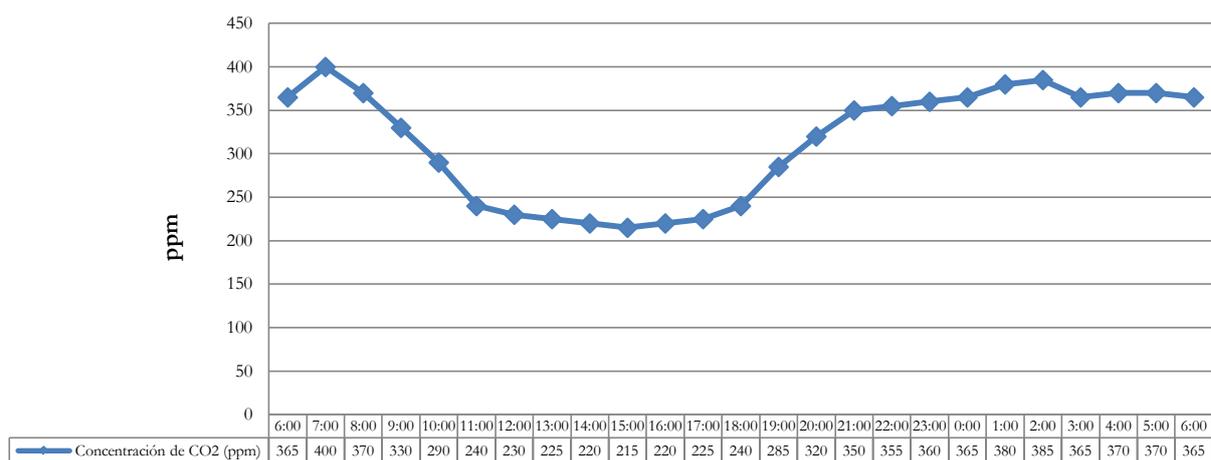


Figura 15. Concentración de CO₂ en un invernadero durante el transcurso del día [46].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Serrano [46]).

Las alteraciones descritas en la concentración de CO₂ están relacionadas con la radiación interceptada por el cultivo (dependiente de la radiación incidente y del LAI) y con la renovación del aire interior. Las mallas anti-insectos agravan el problema, ya que dificultan la reversión de la concentración de CO₂ a valores normales [116]. En un invernadero con las ventanas cerradas, el nivel de CO₂ desciende rápidamente si el cultivo está desarrollado y posee un LAI elevado. En estas condiciones, a 2 m de altura se detectan concentraciones un 55% inferiores a la exterior en primavera [150]. Si la tasa de renovación de aire es muy baja es imposible restituir la composición normal de la atmósfera interior [147]. La Tabla 21 muestra el incremento productivo obtenido en varios tipos de invernaderos sometidos a condiciones mediterráneas y a diferentes dosis de CO₂ [147].

Tabla 21. Incremento de la producción (ΔP) para diferentes tipos de invernaderos, con y sin calefacción, sometidos a distintas concentraciones de CO₂ en condiciones de cultivo mediterráneas [147].

Tipo cultivo	Tipo invernadero	Calefacción/CO ₂ invernadero testigo	[CO ₂] máxima ($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	ΔP (%)
Pepino otoño	Multitúnel	No/No	700	19
Pepino otoño	Parral mejorado	Sí/Sí	600	26
Pepino otoño	Parral mejorado	Sí/No	600	56
Judía primavera	Parral	No/No	600	12
Judía otoño	Parral	No/No	600	17
Judía primavera	Parral mejorado	Sí/No	600	20
Pimiento otoño	Multitúnel	No/No	750	19
Pimiento otoño	Vidrio	No/No	800	25
Pimiento primavera	Multitúnel	No/No	750	22
Tomate <i>cherry</i>	Multitúnel	No/No	700	15

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Sánchez-Guerrero *et al.* [147]).

La fertilización carbónica con fines comerciales fue empleada por primera vez en Holanda durante la década de los cincuenta [21]. Su éxito depende de varios factores, como la especie cultivada, radiación solar, ventilación, temperatura óptima de asimilación de CO₂ (18-23 °C) y humedad. La fertilización carbónica acorta en un 20% el tiempo de producción, aumenta el rendimiento medio un 25-30% y aporta mayor calidad al producto.

2.9.5.2. Influencia de la ventilación en la concentración de CO₂ en el invernadero

El aporte de CO₂ es menor en primavera porque la ventilación natural funciona durante gran parte del día, ajustándose el valor de la concentración interior al de la exterior, circunstancia que no suele ocurrir en invierno, período en el que la concentración se duplica fácilmente debido a que la ventilación natural se utiliza mucho menos. Los efectos del CO₂ son directamente proporcionales a su concentración [93]. La tasa de absorción de CO₂ presenta una relación directa con su concentración disponible y con la cantidad de luz, argumentos que justifican la conveniencia de fertilizar a mediodía [112].

En el caso de que un invernadero, tras su enriquecimiento carbónico, se mantenga cerrado con el fin de conservar la concentración de CO₂, la tasa fotosintética puede disminuir si la temperatura interior es demasiado elevada [151] y, por consiguiente, afectar a la cantidad y calidad final del producto [152]. Una posible solución a este problema podría resultar de la aplicación de ventilación en cortas secuencias menores de 5 minutos, seguidas de pulsos de enriquecimiento carbónico de 1.000 ppm durante 10-30 minutos con las ventanas cerradas [153]; sin embargo, algunos investigadores sostienen que el enriquecimiento continuo es más eficiente que el intermitente [154], registrándose descensos proporcionales, en la producción de pepino y tomate por ejemplo, a la reducción del aporte de CO₂ [155]. La optimización dinámica de CO₂ puede zanjar definitivamente la cuestión: consiste en aportar CO₂ de manera selectiva en función del nivel económicamente óptimo calculado en cada instante, basándose en estimaciones del coste y beneficio proporcionados mediante la aplicación de un modelo de simulación que integra la ventilación, el cultivo (fotosíntesis y producción) y precios de mercado [147] [156].

La eficiencia del aporte de CO₂ ($\epsilon_{\text{aporte}} = \epsilon_a^1$) se puede calcular relacionando el ΔP y la cantidad de CO₂ aplicado ($C = \text{g CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}$), mediante la siguiente expresión [147]:

$$\epsilon_a^1 = \frac{\Delta P}{C} \quad (\text{g} \cdot \text{g}^{-1}) \quad \text{Ecuación 9. Eficiencia del aporte de CO}_2$$

Se han obtenido valores de 2,4 y 2,6 g·g⁻¹ en sendos ensayos realizados con pepino de primavera y otoño, respectivamente, en invernaderos de Europa Central [157]. En las regiones mediterráneas, la ϵ_{aporte} es menor porque se debe ventilar, aunque el beneficio carbónico tenga mayor rendimiento debido a los elevados niveles de radiación [158]; en pepino, por ejemplo, se obtienen valores de, aproximadamente, 1 g·g⁻¹ [159]. La ϵ_{aporte} puede también expresarse en función de la asimilación de CO₂ por el cultivo ($\epsilon_{\text{asimilación}} = \epsilon_a^2$), mediante la expresión [147]:

$$\varepsilon_a^2 = \frac{\Delta A}{C}$$

Ecuación 10. Eficiencia del aporte de CO₂ en función de su asimilación

donde ΔA es el incremento del contenido de CO₂ asimilado por el dosel (g CO₂·m⁻²), y C es la cantidad de CO₂ aportada al invernadero (g CO₂·m⁻²). El ΔP puede calcularse a partir de la diferencia en MSV entre dos cultivos, uno enriquecido y otro no, bien durante un tiempo determinado, bien en todo el ciclo del cultivo. A su vez, la MSV tiene relación con la cantidad de glucosa consumida (0,7), y el peso de esta con el del CO₂ asimilado (0,68), mediante la fórmula [160]:

$$\varepsilon_a^2 = \frac{\Delta MSV}{C} \cdot 0,68 \cdot 0,7$$

Ecuación 11. Eficiencia del aporte de CO₂ en función de la MSV

Se han registrado valores de $\varepsilon_{\text{asimilación}}$, para invernaderos mediterráneos, del 6% en producción de MSV de fruto [148]. La Tabla 22 expone el incremento de la concentración media diurna de CO₂ ($\Delta[\text{CO}_2]$) en dos cultivos de pepino de otoño con diferentes consignas de enriquecimiento carbónico, con ventanas abiertas o cerradas [147].

Tabla 22. Valores de incremento de la concentración de CO₂ y de gasto de CO₂ en dos cultivos con distintos niveles de enriquecimiento carbónico [147].

Cultivo	Consigna CO ₂ ventanas abiertas (μmol·mol ⁻¹)	Consigna CO ₂ ventanas cerradas (μmol·mol ⁻¹)	Δ[CO ₂] (μmol·mol ⁻¹)	Gasto CO ₂ (g·m ⁻² ·día ⁻¹)
Pepino otoño	350	700 (< 20% apertura ventana)	159	18
Pepino otoño	380	750 (< 30% apertura ventana)	147	25

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Sánchez-Guerrero *et al.* [147]).

La producción de 2 g de MSV de tomate·m⁻²·día⁻¹ consume 2 l de CO₂, equivalentes a la combustión de 0,03 m³ de gas natural. Para esta especie, cuando la concentración de CO₂ es de 100 ppm bajo condiciones normales de luz, la tasa de crecimiento disminuye un 80%, y aumenta un 20% si el valor es de 1.000 ppm. En un invernadero hermético de tomate o de cucurbitáceas, la concentración de CO₂ pasa, en menos de 2 horas desde el amanecer, de 300 a 100 ppm [30].

2.9.5.3. Efectos del CO₂ sobre el dosel vegetal

El aumento de la concentración de CO₂ provoca un cierre estomático parcial, que causa una disminución de la transpiración foliar, aumentando la temperatura de las hojas y, por ende, el déficit hídrico entre la superficie de la hoja y el aire circundante; todo ello incrementa la transpiración [93] y, por consiguiente, redundando en una mayor demanda evaporativa. Es preciso constatar que la transferencia de CO₂ y la tasa de respiración de las hojas de la zona apical del dosel vegetal presentan niveles hasta 10 veces mayores que las hojas de las partes inferiores de la planta [161]. En los invernaderos mediterráneos,

en los que por regla general el CO₂ es suministrado mediante quemadores [30], el uso del enriquecimiento carbónico y la ventilación consiguen que los valores máximos de CO₂ tengan lugar durante las primeras y últimas horas del día (una menor intensidad de radiación ejerce un efecto menor sobre la transpiración [162]). Un incremento de 400 a 900 ppm en la concentración de CO₂, combinado con una HR < 55%, reduce unas 6 µm la apertura de los estomas, limitando la fotosíntesis [132]; así, si la concentración de CO₂ es de 200 ppm, la resistencia estomática se reduce a la mitad, con importantes efectos en la producción final [163] debidos también al déficit hídrico, sobre todo si la ventilación es pobre [164]. Con 9-12 renovaciones por hora se evitan descensos, en la concentración de CO₂, superiores a 30 ppm en el entorno de la planta [72].

El aporte de CO₂ mejora la eficiencia en el uso del agua (bien por reducción de la demanda evaporativa, bien por el incremento del rendimiento productivo [70]) y de los fertilizantes [149]; asimismo optimiza la absorción de nutrientes por la planta, de manera que hay una menor presencia de estos en los lixiviados, disminuyendo su conductividad eléctrica (CE). La gestión del riego en sustrato suele relacionarse con el mantenimiento de una determinada CE en la solución lixiviada; de aquí que aportando CO₂ se reduzca la concentración de sales en los lixiviados. En definitiva, la cantidad de agua consumida por un cultivo enriquecido con CO₂ es menor que otro sin aporte en idénticas condiciones, consiguiendo un ahorro de hasta 55 l·m⁻² [162] para un cultivo de pepino (Tabla 23).

Tabla 23. Volumen de agua aportada y consumida por un cultivo de pepino en dos ciclos de otoño consecutivos [165] [166].

Tipo invernadero	Pepino ciclo otoño año 1		Pepino ciclo otoño año 2	
	Aporte agua (l·m ⁻²)	Consumo agua (l·m ⁻²)	Aporte agua (l·m ⁻²)	Consumo agua (l·m ⁻²)
Invernadero testigo	239	153	307	213
Invernadero enriquecido	202	147	252	189

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Rull y Sánchez-Guerrero *et al.* [165] [166]).

Los efectos negativos de la salinidad en el agua de riego pueden ser mitigados mediante el aporte de CO₂. Aguas de riego salinas, de 7 dS·m⁻¹, provocan pérdidas en la producción que pueden evitarse inyectando CO₂ para alcanzar concentraciones de 1.200 ppm, sin que la calidad del producto se vea afectada [167].

2.9.6. Usos del agua

2.9.6.1. Agua de riego

En los invernaderos pueden existir diferentes técnicas de riego; las más frecuentes son aspersión, goteo y gravedad, aunque en algunas instalaciones artesanales aún se utiliza el riego a pie. La Tabla 24 detalla la cantidad de agua distribuida a explotaciones agrícolas en función de la técnica de riego utilizada, durante el año 2016 [168]. La elección de una u otra técnica obedece a criterios económicos, así como a varios condicionantes externos, como el suministro eléctrico y la disponibilidad de diversos materiales.

El riego por surcos es el más tradicional; se caracteriza por presentar un suministro de agua inconstante, por ser una técnica de bajo rendimiento (pobre relación entre agua aportada/aprovechada), por incrementar la humedad a veces a niveles dañinos para el cultivo, y por no admitir automatización ni fertirrigación. Para ahorrar agua y evitar la aparición de malas hierbas, las acequias deben ser cubiertas con láminas negras de PE de 0,2 mm.

Tabla 24. Agua distribuida a explotaciones agrícolas en Extremadura según técnicas de riego empleadas (2016) [168].

Clasificación Posición en el conjunto nacional	Territorio	Técnica de riego			Vol (m ³)
		Aspersión (%)	Goteo (%)	Gravedad (%)	Total (x 1.000 m ³)
1	Andalucía	10	67	23	4.086.500
2	Aragón	44	9	47	2.032.466
3	Castilla y León	62	4	34	2.008.631
4	Castilla-La Mancha	44	48	8	1.655.033
5	Extremadura	17	39	44	1.577.803
	ESPAÑA	28	39	33	14.948.500

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE [168]).

El riego dotado con sistemas de presión es el más usual; de entre ellos, uno de los más utilizados es el localizado o por goteo, debido a que admite automatización y fertirrigación, las pérdidas por evaporación son escasas, posee un elevado rendimiento en suelos bien drenados, el suministro es constante y permite el uso de agua salina, ya que las sales se lavan por arrastre; sin embargo, presenta ciertos inconvenientes, como las frecuentes obstrucciones de las boquillas o microporos, salvo que se filtre el agua previamente evitando, asimismo, la aparición de algas. Estas obturaciones se deben a precipitaciones salinas de bicarbonato, que se pueden soslayar haciendo pasar por la instalación de riego una solución ácida pH 2. Los microporos se sitúan cada 40-50 cm, e incluso a distancias menores si el suelo es arenoso, con el fin de que el agua se distribuya uniformemente [30]. En Almería, en suelos enarenados, el goteo ha supuesto un ahorro medio de agua del 21,5% (de 7.000 a 5.500 m³·ha⁻¹·año⁻¹) frente a modelos de riego tradicionales [169].

La aspersión es otro sistema de riego mediante presión caracterizado por el empleo de microaspersores, muy útiles en cultivos no alineados con gran densidad de plantas por unidad de superficie (lechuga) y en cultivos sensibles a ambientes secos (pepino, rosa). Los aspersores pueden instalarse en el suelo, sobre las plantas o encima de una plataforma móvil, constituyendo este sistema de riego un buen complemento del goteo. La presión del agua es de 1 kg·cm⁻². Si el agua está demasiado fría puede alterar la fisiología de la planta en aquellas exigentes al calor (pérdidas florales en pimiento) [30].

La nebulización es un sistema de riego a presión media, muy propicia para regular la humedad y ajustar la temperatura, permite utilizar agua de escasa calidad sin obstruir los poros de las bocas difusoras, ahorra agua y requiere un suministro constante que suele tomar de un tanque enterrado que la mantiene fresca. Es un buen complemento de la ventilación.

Cuando los riegos son abundantes y frecuentes facilitan la formación de raíces extendidas y superficiales con gran capacidad de absorción de agua y nutrientes; sin embargo, consiguen también que el cultivo sea muy sensible a ambientes secos por disponer de mínimas reservas de agua.

El cultivo en invernadero supone un importante ahorro de agua, como se ha comprobado en instalaciones almerienses (Tabla 25), comparándolo con el de cultivos al aire libre en otras zonas [170]. El aporte de agua está controlado por sistemas de riego eficaces.

Tabla 25. Agua consumida por tonelada de fruto en invernaderos de Almería y al aire libre en otras zonas [170].

Cultivo	En invernadero almeriense ($m^3 \cdot t^{-1}$)	Al aire libre en otras zonas ($m^3 \cdot t^{-1}$)
Judía	66	162
Melón	44	83
Pimiento	27	60
Tomate	74	300

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Pérez-Parra *et al.* [170]).

Los recursos hídricos, escasos en las zonas de clima mediterráneo, son analizados en función de tres variables: cantidad, calidad y disponibilidad [30].

El principal factor que afecta a la calidad del agua de riego es la salinidad, causante directa del descenso de la productividad, como muestra la Tabla 26, en la que se omiten los riesgos de toxicidad debidos a la presencia de iones Na^+ , Cl^- , BO_3^{-3} , HCO_3^- , etc.

Tabla 26. Relación entre salinidad del agua de riego y productividad de cultivos sensibles y tolerantes a la misma [30].

Calidad agua de riego		Disminución de la producción (%)	
MSV ($g \cdot l^{-1}$)	CE ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	Especies sensibles (fresa, judía)	Especies tolerantes (pepino, tomate)
0,5	500	-5	0
1,0	1.500	-25	0
1,5	2.300	-50	-10
2,0	3.000	-65	-20
3,0	4.500	-100	-40

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Nisen *et al.* [30]).

Por lo que respecta a la cantidad de agua de riego, los valores máximos esperados oscilan entre los 2 mm/día en invierno y los 7 en verano. La disponibilidad hace referencia a la presencia de agua de riego en la zona radicular del cultivo para evitar un posible estrés térmico e hídrico. En el caso de que existan turnos para regar es conveniente almacenar agua para no interrumpir el aporte, por ejemplo, del goteo [30].

2.9.6.2. Refrigeración por evaporación de agua

Mediante la aplicación de sistemas de humidificación se puede evitar la aparición de posibles déficits de saturación del aire que pueden llegar a producirse si la radiación solar y la temperatura son elevadas, aunque el cultivo disponga de suficiente agua retenida en su sustrato, pues puede llegar a ser incapaz de satisfacer el flujo de transpiración necesario para la planta [72].

El enfriamiento evaporativo se fundamenta en la conversión del calor sensible del agua en calor latente. El agua, al pasar a estado gaseoso, absorbe calor ($2.445 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$), pudiendo continuar el proceso hasta que el aire se satura de humedad ($\text{HR} \approx 100\%$); por ello se combina el enfriamiento con la ventilación. La T_a en condiciones de saturación se conoce como temperatura de punto de rocío, que no puede disminuir porque el aire no admite más vapor de agua. La cantidad de agua evaporada depende de la temperatura, HR, velocidad del aire y tasa de transpiración del cultivo [171] [172]. Las técnicas más empleadas son la nebulización y la pantalla húmeda combinada con ventilación. En ambas, la T_a disminuye y la HA aumenta, situaciones que provocan un descenso del DPV y de la demanda de transpiración del cultivo. La refrigeración evaporativa es más efectiva en climas secos (con $< \text{HR}$), en los que la combinación de evaporación y ventilación llega a bajar la temperatura interior hasta $10 \text{ }^\circ\text{C}$ por debajo de la exterior [173]. Cada gramo de agua evaporada produce 600 frigorías; por eso a la hora de instalar este sistema de refrigeración es preciso considerar el volumen del invernadero, el número necesario de renovaciones de aire, la superficie de las pantallas y el número de ventiladores, teniendo en cuenta que la distancia media entre ellos debe ser, aproximadamente, de 7 m.

La nebulización fabrica gran número de gotas de agua, que incrementan la superficie de contacto agua-aire; si estas gotas son menores de $10 \text{ }\mu\text{m}$ se mantienen en suspensión, evaporándose antes de llegar al cultivo. El agua sale por una boquilla de $200 \text{ }\mu\text{m}$ de diámetro para gotas de $1 \text{ }\mu\text{m}$. Sus difusores presentan un caudal de 7 l/hora, disponiéndose 6-10 de ellos cada 100 m^2 . Antes de llegar a las boquillas el agua sufre un proceso de pre-filtrado ($50\text{-}100 \text{ }\mu\text{m}$) y otro de filtrado ($0,5\text{-}5 \text{ }\mu\text{m}$), a un pH de 6,5-6,8, para prevenir el caso de que contenga carbonatos [76]. El caudal máximo que admite es $0,8\text{-}1 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ para mantener, por ejemplo, una temperatura interior de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ cuando la exterior es de $32 \text{ }^\circ\text{C}$ y 30% de HR [174], mientras que su consumo diario de agua en horas punta es otro elemento a considerar con el fin de no colapsar el sistema [171]. La formación de las gotas depende de la presión de atomización y de la forma de la boquilla. Cuando esa presión es alta, disminuye el diámetro de las gotas [175]. Si el agua contiene mucha cal y se obstruyen las boquillas, se ha de aplicar un sistema de descalcificación que, sin embargo, encarece el coste de la instalación [176]. La salida de agua de las boquillas debe ser paralela a las líneas de cultivo [171]. La nebulización supera a las pantallas húmedas en la uniformidad de distribución de la T_a y HR [177].

La pantalla húmeda es un sistema de refrigeración evaporativa que fuerza al aire exterior a entrar en el invernadero atravesando un panel poroso saturado de agua y dotado de propiedades hidrófilas. El aporte de agua sobre la pantalla es constante para así mantener ese estado de saturación. El vacío creado por los ventiladores del sistema de ventilación forzada, situados en el extremo opuesto de la instalación, es ocupado por el aire húmedo que sale del panel, incrementando la HA y disminuyendo la T_a [178]. Esta última muestra una distribución irregular, aumentando el consumo de luz y agua. El aire húmedo no moja el cultivo y disminuye la tasa de transpiración. Si la HR exterior es excesivamente baja, el consumo de agua se dispara por encima de los valores del riego [72]. La Tabla 27 relaciona el caudal de agua con el tipo de panel utilizado [80].

Tabla 27. Caudal mínimo de aporte y volumen del tanque de agua en función del tipo de material de la pantalla húmeda y de su grosor [80].

Tipo material pantalla	Caudal mínimo ($l \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}_{\text{de panel}}^{-1}$)	Volumen depósito ($l \cdot \text{m}_{\text{de panel}}^{-2}$)
Fibras 50-100 mm grosor	4	20
Celulosa 100 mm grosor	6	30

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ASAE [80]).

2.9.6.3. Fertirrigación

La fertirrigación consiste en suministrar de forma conjunta agua de riego y fertilizantes; generalmente se emplea en el riego por goteo. El sistema, de manera muy esquemática, está descrito en la Figura 16.

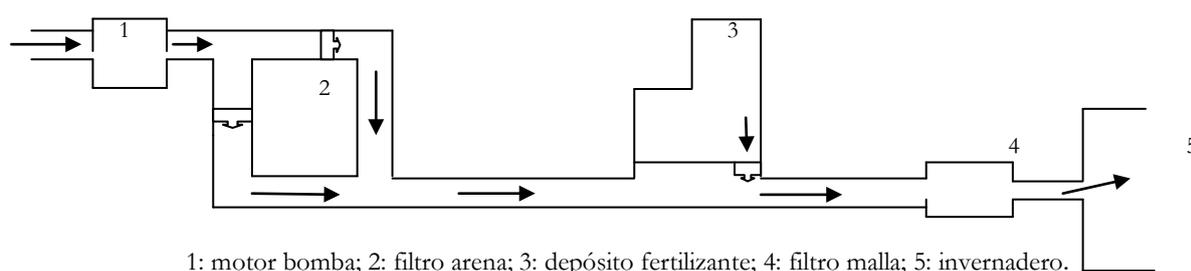


Figura 16. Representación esquemática de un sistema de fertirrigación.

(Fuente: elaboración propia).

El conocimiento de la evolución de las diferentes variables químicas del suelo permite ajustar la fórmula a aplicar en la fertirrigación y ejercer cierto control en el volumen y calidad de los lixiviados, ocasionando el menor impacto ambiental posible [179].

2.9.6.4. El problema de la salinidad

Las altas concentraciones de sales en suelo y agua de riego causan problemas en la absorción radicular de agua, sobre todo a alta temperatura y radiación y a baja humedad. Esas concentraciones de iones pueden resultar tóxicas, necrosando la zona apical de las hortalizas a causa de la disminución del flujo de agua y minerales desde la raíz al fruto [116].

En condiciones de clima mediterráneo se obtienen lixiviados que constituyen el 20-25% del volumen aplicado de agua de riego, siempre que se desee mantener una CE aceptable ($< 3,5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) en la solución de sustrato próxima a la raíz [180], en la que el agua debe contener una elevada concentración de sales solubles [181], que se incrementa si el agua de riego es de mala calidad o el drenaje es pésimo, liberando escaso volumen de lixiviados [182].

Comparando los efectos causados en cultivo de tomate por aguas de riego con cinco niveles de salinidad, de 1 a $5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$, el rendimiento total desciende un 11% por cada unidad de incremento en la CE; sin embargo, mejora la calidad del fruto [183] [184]. Algunos estudios concluyen que la producción no

sufre minoraciones significativas con aguas de riego con $CE > 5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ [185]. Una CE de $16,7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ disminuye notablemente el peso de las plantas, el diámetro de sus tallos y el número de sus hojas, comparándola con CE de $3,3$ y $8,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, mientras que entre estas no existen cambios significativos. La tasa fotosintética y de transpiración, y la conductancia estomática se reducen proporcionalmente con estas conductividades, siendo factible determinadas alteraciones en función del estado vegetativo en el que se halle la planta afectada. La elección del tomate no es casual, ya que es uno de los cultivos hortícolas que presenta mayor sensibilidad a la salinidad, con descensos significativos de la producción a partir de $2,5$ - $7,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ [186], de $4,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ [187], o de $3,3$ - $6,7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ [188]; por tanto, los depósitos de sal en las proximidades de la raíz inhiben el crecimiento y la producción final, no así la calidad [185].

2.9.6.5. El agua y la planta

La necesidad de agua es diferente para cada especie; por tanto, la dosis de riego depende de su evapotranspiración potencial. El agua ejerce un papel decisivo en el transporte de nutrientes, en la transpiración, en la disminución de la temperatura de las hojas, en el transporte de metabolitos, en la fotosíntesis, en el incremento de la biomasa y en la respiración. Su déficit provoca el cierre de los estomas y una restricción en los intercambios aire-hoja [30].

La gestión correcta del agua comienza por conocer los requerimientos hídricos del cultivo, y una forma excelente de hacerlo es mediante el cálculo de su transpiración. El consumo de agua por la planta depende de la radiación, del déficit hídrico del aire y del desarrollo foliar del cultivo. El estado hídrico se relaciona con el balance entre el flujo de transpiración y de absorción de agua; si la primera está relacionada con el clima, la segunda depende de la disponibilidad y composición de la solución nutritiva, el nivel de aireación y temperatura en el entorno de la raíz. La absorción de los nutrientes depende de su disponibilidad, de la temperatura en el entorno perirradicular y del crecimiento y desarrollo de la planta. La tasa de absorción de nutrientes está condicionada por la demanda de la planta que depende, a su vez, de su tasa de crecimiento y del contenido nutricional de la solución radical. La radiación solar, directamente relacionada con el crecimiento, ejerce cierta influencia sobre la absorción mineral [162].

La evaporación del agua influye significativamente en la regulación de la temperatura, humedad, ambiente interior y energía consumida en el invernadero; afecta también al rendimiento del cultivo, a su calidad y beneficio económico [189].

La evapotranspiración es la suma de la evaporación del agua de la superficie edáfica y la transpiración a través del estoma de la superficie foliar; por tanto, para calcular las pérdidas de agua del suelo hacia la atmósfera se deben considerar ambos factores. El cálculo aproximado del agua presente en el suelo es fundamental para proporcionar una correcta irrigación, en volumen y tiempo. El agua del suelo cambia por factores meteorológicos, edáficos, crecimiento del cultivo y otras relaciones complejas. El calor del suelo procede, principalmente, de la radiación solar, por consiguiente aquel varía en función del régimen de insolación, la estacionalidad y el ciclo día-noche. La humedad del suelo se ve modificada a causa de las condiciones climáticas exteriores, como temperatura y humedad ambientales, temperatura del terreno, velocidad del viento y precipitaciones; pero también depende de factores internos, como el nivel de agua presente en el terreno, textura, color y estructura del suelo, así como de las características de su superficie y capilaridad [189]. En la aplicación práctica del control ambiental del invernadero es muy importante que las relaciones entre la evaporación del agua del suelo y las variables ambientales sean fuertes y dinámicas, para optimizar dicho control, sobre todo durante la fertirrigación [190]. La intensidad de la evaporación depende de la diferencia entre la presión de vapor de agua de la capa del suelo y la presión de vapor de

agua de la atmósfera que existe sobre el mismo. Si esta diferencia es positiva, la evaporación del agua del suelo es un hecho; si es cero, la evaporación es nula; y si la diferencia es negativa, no se produce dicho fenómeno [191].

Un método sencillo para medir la evapotranspiración es mediante el cálculo del balance hídrico del invernadero, o diferencia diaria entre el volumen de agua de riego y el de lixiviados [192]; otra forma de hacerlo es aplicando una modificación de la ecuación de Penman-Montheit [193] [194]. La evapotranspiración de referencia (ET_o) es el valor de la evapotranspiración para un cultivo ideal de 12 cm de altura, con un albedo de 0,23 y una resistencia de cubierta fija o de superficie de $70 \text{ s}\cdot\text{m}^{-1}$, similar a la evapotranspiración de una extensa superficie de gramíneas de altura homogénea, crecimiento activo y ubicada en terreno sombreado y regado convenientemente. La modificación de la ecuación de Penman-Montheit para estimar la ET_o , relacionando los términos ambientales y de radiación [194] es:

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (Rn - G) + \gamma \cdot \left(\frac{900}{T + 273}\right) \cdot U^2 \cdot (ea - ed)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34U_2)} \quad \text{Ecuación 12. Estimación de la } ET_o$$

donde:

ET_o ($\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$).

Rn: radiación neta en la superficie de la planta ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$).

G: flujo térmico del suelo ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$).

T: temperatura media ($^{\circ}\text{C}$).

U_2 : velocidad del viento a 2 m de altura ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

(ea-ed): DPV (kPa).

Δ : pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$).

γ : constante psicrométrica ($\text{kPa}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$).

900: factor de conversión.

La evapotranspiración en invernadero reduce un 70% la del exterior para un mismo cultivo e incrementa en más de un 50% la eficacia en el uso del agua [195].

Una demanda evaporativa excesiva provoca en las raíces una incapacidad para absorber idéntica cantidad de agua, causando una reducción de la transpiración por disminución de la conductancia estomática aumentando, por tanto, la temperatura de las hojas [171].

2.9.6.6. Las precipitaciones

Resulta conveniente analizar los posibles efectos adversos de las precipitaciones, en cualquiera de sus manifestaciones, sobre la estructura e integridad del invernadero.

Para gestionar adecuadamente el agua de lluvia es muy útil revisar la hermeticidad del invernadero e instalar en su entorno balsas destinadas al almacenaje y posterior aprovechamiento para riego de las aguas pluviales; es frecuente verlas en instalaciones de tamaño grande o mediano. Algunos invernaderos de vidrio disponen de sistemas de aspersión de agua encima de la cubrera con el fin de suavizar la temperatura interior en verano e incrementarla en invierno y combatir así la presencia de heladas sobre la cubierta.

No es recomendable ubicar invernaderos en áreas de frecuentes nieblas (menor radiación solar) o en la proximidad de capas freáticas muy superficiales (posibles afloramientos y encharcamientos).

Las precipitaciones en forma de nieve afectan a los invernaderos de manera diferente en función de la latitud de la zona en la que estén situados. El primer elemento a analizar es la carga de nieve, que puede describirse como una acción libre variable si tiene lugar en regiones en las que habitualmente nieva; o bien una acción accidental, como ocurre en Extremadura y en la mayor parte de España, donde se considera como un hecho excepcional que la nieve sedimente sobre la cubierta dependiendo, en caso afirmativo, de su forma y pendiente, de sus propiedades térmicas, de la rugosidad de su superficie, del calor interno liberado a través del techo y de los vientos dominantes. Aplicando la clasificación en función de la carga de nieve, Extremadura es una Región Tipo b (que incluye algo más de la mitad de la superficie peninsular), Altitud I, que representa a aquellos terrenos cuya altitud topográfica es < 200 m (valles normalmente), o Altitud II, para aquellos cuya altitud se encuentra entre 200-2.000 m. En los invernaderos de Altitud I (Vegas Bajas del Guadiana, por ejemplo), se debe adoptar un valor de carga accidental de nieve de $0,4 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$, mientras que en los de Altitud II (prácticamente el resto de Extremadura) se han de aplicar dos curvas de carga según se hallen en la Región Tipo a (mitad norte peninsular) o en la Región Tipo b (mitad sur), aunque sus valores coinciden hasta los 900 m, careciendo Extremadura de invernaderos por encima de esta cota. La carga accidental de nieve para 500 m es $0,6 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ y de $1 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ para altitudes de 800 m [196]. Finalmente, es preciso señalar la conveniencia de evitar la instalación de invernaderos en la proximidad de terrenos arbolados en áreas de frecuentes nevadas.

2.9.7. Intercambios de calor en el invernadero

Existen ciertos requisitos que los invernaderos deben reunir; así, su cubierta debe poseer el mayor factor posible de retención de calor, el clima interior ha de estar determinado fundamentalmente por la temperatura y humedad, las plantas deben desempeñar un papel protagonista en el balance térmico e hídrico debido al proceso de evapotranspiración y el suelo tiene que estar relacionado con la absorción y difusión de la radiación térmica. El clima interior está gobernado por los cambios termodinámicos existentes entre las diferentes capas del invernadero (cubierta, aire, cultivo y suelo). La transferencia de calor se produce, inicialmente, por efecto de la radiación de λ corta atrapada y por determinados procesos caloríficos (conducción, convección, radiación de λ larga, etc.) [197]. La transmisión de calor en el invernadero es debida a las diferencias térmicas entre el interior y el exterior [77]; dicha transferencia tiene lugar gracias a la acción de diversos procesos: la convección permite la transmisión de calor a través de las plantas (una vegetación bien desarrollada puede disipar el 50-60% del calor del invernadero [116]), suelo y estructura (entre una superficie y un fluido en movimiento, como ocurre entre la cubierta y el aire interior); la infiltración permite los intercambios entre el interior y el exterior del invernadero a través de las juntas estructurales (se producen pequeñas fugas por las grietas del material de cubierta y huecos estructurales); la conducción representa los movimientos de calor a través de la cubierta (considerando que la condensación reduce la transmitancia térmica), entre las moléculas de un sólido o entre las de dos

sólidos en contacto, por ejemplo las superficies externa e interna a través de la cubierta; y la radiación a través del aire, entre la superficie de dos cuerpos que no están en contacto y sin que exista fluido transmisor. La energía emitida por el cuerpo emisor de la radiación es directamente proporcional a la temperatura absoluta elevada a la cuarta potencia (Ley de Stefan-Boltzmann) [116].

Las transferencias radiativas y convectivas constituyen los principales procesos de intercambio de calor con influencia directa en la producción a través de la fotosíntesis y la transpiración [198].

2.9.7.1. Radiación térmica

La radiación térmica, entendida como proceso de transferencia de calor, se define como una radiación electromagnética emitida por un cuerpo en relación a su temperatura [77]. La cantidad de energía radiante es, según la Ley de Stefan-Boltzmann:

$$E = \varepsilon \cdot \delta \cdot T^4 \quad (\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}) \quad \text{Ecuación 13. Energía radiante según la Ley de Stefan-Boltzmann}$$

donde,

E representa la cantidad de energía emitida.

ε es la emitancia del cuerpo adimensional.

δ constituye la Constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$).

Si esta expresión se aplica a un invernadero, entonces:

$$Q = \varepsilon_1 \cdot A_1 \cdot \delta \cdot T_2^4 - T_1^4 \quad \text{Ecuación 14. Calor emitido en un invernadero}$$

donde,

Q es la cantidad de calor emitido.

T_2 representa la temperatura del cielo considerado como cuerpo negro para calcular las pérdidas nocturnas del invernadero ($T_2 = 0,0055 \cdot T_a^{1,5}$).

T_a es la temperatura del aire exterior ($^{\circ}\text{K}$).

T_1 es la temperatura del aire en el interior del invernadero ($^{\circ}\text{K}$).

ε_1 simboliza la emisividad ($0 \leq \varepsilon \leq 1$).

A_1 representa la superficie de la instalación (m^2).

δ es la Constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$).

2.9.7.2. Transferencias convectivas

Las transferencias convectivas constituyen un importante proceso de pérdida de calor en el invernadero; tienen lugar entre la cubierta y el aire exterior. Este mecanismo está gobernado por una combinación de convecciones forzadas (presión del viento) y libres (fluctuaciones originadas por diferencias de temperatura entre las superficies sólidas de las paredes, suelo, plantas y aire). La magnitud de estas transferencias depende de la forma y estructura del invernadero, el clima exterior y las condiciones de ventilación; así, en las instalaciones bien ventiladas, prevalece la convección forzada debido a los fuertes movimientos del aire, mientras que en los invernaderos estrechos y cerrados, con velocidades de aire muy pequeñas, predomina la convección libre. La densidad de la corriente convectiva de calor es proporcional a la diferencia de temperatura entre superficies, por ejemplo, entre cubierta y aire. Esta proporcionalidad está generalmente determinada por el coeficiente de transferencia de calor por convección (h_c), utilizándose la siguiente expresión para describir la densidad de la corriente convectiva (q):

$$q = h_c \cdot \Delta T \quad \text{Ecuación 15. Densidad de la corriente convectiva}$$

Calcularla es realmente complejo y suelen emplearse aproximaciones empíricas. Los intercambios convectivos de calor entre la superficie de la cubierta y el aire exterior están normalmente considerados como convecciones forzadas y turbulentas influidas por la velocidad del viento [198].

La cantidad de calor transmitido por convección desde la cubierta hacia el exterior puede representarse asimismo:

$$Q_{ext} = hf \cdot (T_{co} - T_e) \quad \text{Ecuación 16. Calor emitido por convección}$$

donde,

hf es $6,2 \cdot V^{0,8}$, siendo V la velocidad del viento ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) [199].

T_e es la temperatura del aire exterior ($^{\circ}K$).

T_{co} es la temperatura de la cara exterior de la cubierta ($^{\circ}K$).

Pero la cubierta tiene también intercambios de calor por convección con el aire interior:

$$Q_{int} = h \cdot (T_i - T_{ci}) \quad \text{Ecuación 17. Calor de convección de la cubierta con el interior}$$

donde

h representa el coeficiente convectivo aire del invernadero-cubierta.

T_i es la temperatura del aire interior ($^{\circ}\text{K}$).

T_{ci} es la temperatura de la cara interior de la cubierta ($^{\circ}\text{K}$).

Si $T_i > T_{ci}$, la transmisión de calor es turbulenta y entonces:

$$h = 1,7 \cdot (T_i - T_{ci})^{0,33} \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}) \quad \text{Ecuación 18. Transmisión turbulenta de calor por convección}$$

Si $T_i < T_{ci}$, la transmisión de calor es laminar, por tanto:

$$h = 0,64 \cdot (T_{ci} - T_i)^{0,25} \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}) \quad \text{Ecuación 19. Transmisión laminar de calor por convección}$$

El calor convectivo y los procesos de transpiración ejercen un papel fundamental en el balance energético de las hojas. Esta convección de calor entre la vegetación y el aire interior depende en gran medida del valor de la resistencia aerodinámica del cultivo. A su vez, la tasa de evaporación está influida por dos factores fundamentales: la radiación neta y el DPV. Para ser transferido desde la hoja al aire, el vapor debe superar la resistencia estomática de la planta y la aerodinámica del dosel vegetal [198].

El calor sensible se transforma en calor latente cuando se produce evaporación o condensación de agua en el invernadero, fenómeno descrito por la siguiente expresión:

$$Q = \Delta H \cdot \frac{h}{C_p} \cdot A \cdot (W_s - W_w) \quad (\text{W}) \quad \text{Ecuación 20. Transformación del calor sensible en latente}$$

donde,

ΔH representa el calor latente de vaporización ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$).

h es el coeficiente convectivo de transmisión de calor ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$).

C_p constituye el calor específico del aire seco ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$).

A representa la superficie del invernadero (m^2).

W_s es la HA en la superficie ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

W_w es la HA en el aire del invernadero ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

A esta expresión se ha de añadir la que describe los balances energéticos del invernadero, suelo y planta, de manera que puedan calcularse las pérdidas y ganancias energéticas de la instalación [77]. Las necesidades de calor en el invernadero pueden ser enunciadas así:

$$Q = \Delta H \cdot K' \cdot (T_i - T_a) \quad (W) \quad \text{Ecuación 21. Balance energético del invernadero}$$

Las necesidades específicas de calor por m² son:

$$q = \frac{\Delta H}{A} \cdot K' \cdot (T_i - T_a) \quad (W \cdot m^{-2}) \quad \text{Ecuación 22. Necesidades específicas de calor por m}^2$$

donde,

K' es el coeficiente global de transmisión de calor, dependiente del material de cubierta, de la hermeticidad del invernadero, calefacción, sistema de riego, velocidad del viento, nubosidad y precipitaciones; así, para una película plástica simple con una velocidad del viento de 4 m·s⁻¹, el valor de K' es de 6-8 W·m⁻²·K⁻¹; si el film plástico es doble, K' es 4,2-6 W·m⁻²·K⁻¹; y para una película simple, una temperatura interior de 12 °C y una temperatura media de las mínimas exteriores de 0 °C, el valor de q es de 126 W·m⁻² [30]:

$$q = 1,5 \cdot 7 \cdot (12 - 0) \quad (W \cdot m^{-2}) \quad \text{Ecuación 23. Necesidades específicas de calor bajo determinadas condiciones}$$

2.9.7.3. Consumo de energía del invernadero

El consumo de energía de un invernadero está relacionado, principalmente, con la radiación incidente y con la diferencia de temperaturas exterior e interior. La energía perdida puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_o = U \cdot A \cdot (T_i - T_e) \quad (W) \quad \text{Ecuación 24. Energía perdida en un invernadero}$$

donde,

Q_o representa la energía perdida (W).

U es el coeficiente de transmisión de calor (W·m⁻²·K⁻¹).

A simboliza la superficie del invernadero (m²).

T_i es la temperatura interior ($^{\circ}\text{K}$).

T_e es la temperatura exterior ($^{\circ}\text{K}$).

La energía suministrada procede del sistema de calefacción y de la radiación solar, interpretándose el balance mediante la siguiente expresión:

$$K \cdot Q_s + Q_h = U \cdot A \cdot (T_i - T_e) \quad \text{Ecuación 25. Balance energético de un invernadero}$$

donde,

Q_s representa la energía solar incidente (W).

K es la constante que expresa la eficacia en la conversión de energía solar en calor sensible.

Q_h constituye la energía suministrada por el sistema de calefacción para mantener la T_a consignada (W).

La Q_s puede describirse así:

$$Q_s = I \cdot A_s \quad (\text{W}) \quad \text{Ecuación 26. Energía solar incidente}$$

donde,

I es la radiación solar ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

A_s es la superficie expuesta a la radiación solar, que suele ser reducida y simplificada a la superficie del invernadero en planta (m^2).

Un incremento en el valor de Q_s puede significar que $Q_h \approx 0$ y sea suprimida de la fórmula. Combinando las ecuaciones para invernaderos aislados (*insulated*) o no aislados (*uninsulated*), se obtiene:

$$K \cdot I \geq (U_u + U_i) \cdot (T_i - T_e) \quad \text{Ecuación 27. Balance energético en invernaderos aislados y no aislados}$$

donde,

U_u es el coeficiente de transmisión de calor en un invernadero no aislado ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$).

U_i representa el coeficiente de transmisión de calor en un invernadero aislado ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$).

Una disminución del valor de Q_s implica que:

$$K \cdot I < (Uu + Ui) \cdot (Ti - Te) \quad \text{Ecuación 28. Balance energético en invernaderos con menor valor de } Q_s$$

En condiciones normales, para un invernadero con cubierta de vidrio, Uu posee un valor de 6 y para uno de plástico de doble capa es 4; mientras que los valores de Ui son 4 y 2,7, respectivamente.

La importancia de K depende asimismo de la tasa de transpiración, especie cultivada, pérdidas de luz debidas al estado y forma de la instalación, pérdidas de calor por ventilaciones no controladas y energía perdida por radiación. Los valores normales de K oscilan entre 0,5-0,7 [200] [201].

La cantidad de energía solar transformada en calor latente depende de la especie cultivada [202]. La mayoría de ellas utilizan más del 75% de la energía solar recibida en el proceso de transpiración [203]. Por todo ello, se estima en 0,3 el valor de K para transformar energía solar en calor sensible [202].

2.9.7.4. Balance de energía en el invernadero

La transpiración, condensación y evaporación representan las pérdidas de calor en el invernadero. El balance calorífico consiste en la diferencia entre los aportes de calor por la radiación solar y calefacción y las mermas citadas. Las pérdidas por conducción-convección son recogidas por las siguientes estimaciones [72]:

$$Q_{cc} = K_{cc} \cdot S_c \cdot \Delta T \quad (W) \quad \text{Ecuación 29. Pérdidas por conducción-convección}$$

y

$$K_{cc} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C) \quad \text{Ecuación 30. Pérdidas por conducción-convección}$$

donde,

Q_{cc} representa las pérdidas de calor por conducción-convección (W).

K_{cc} es el coeficiente de pérdidas por conducción-convección ($W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$).

S_c es la superficie del material de cubierta (m^2).

ΔT constituye la diferencia entre las temperaturas interna y externa ($^\circ C$).

α_i y α_e son los coeficientes de intercambio de calor convectivo entre el aire y las paredes interna y externa.

λ representa el coeficiente de conductividad térmica del material de cubierta.

e es el grosor del material de cubierta (m).

Las pérdidas por fugas en el invernadero [204] se estiman en:

$$Q_f = m \cdot C \cdot \Delta T \quad (W) \quad \text{Ecuación 31. Pérdidas de calor por fugas}$$

donde,

Q_f representa las pérdidas de calor del invernadero por fugas (W).

C es el calor específico del aire ($J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$).

m simboliza la masa renovada de aire del invernadero ($kg \cdot s^{-1}$).

Las pérdidas de calor por radiación nocturna [204] se representan por la siguiente expresión:

$$Q_r = \varepsilon \cdot \delta \cdot (T_2^4 - T_1^4) \quad (W) \quad \text{Ecuación 32. Pérdidas de calor por radiación nocturna}$$

donde,

ε simboliza la emisividad a través de la cubierta del invernadero.

δ constituye la Constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$).

T_2 representa la temperatura del cielo considerado como cuerpo negro para calcular las pérdidas nocturnas del invernadero ($T_2 = 0,0055 \cdot T_a^{1,5}$).

T_a es la temperatura del aire exterior ($^\circ K$).

T_1 es la temperatura del aire en el interior del invernadero ($^\circ K$).

El valor del coeficiente de pérdidas por conducción-convección difiere dependiendo del tipo de material empleado en la cubierta del invernadero (Tabla 28) [205].

Tabla 28. Coeficientes de pérdidas por conducción-convección en función del material de cubierta [205].

Material de cubierta	$K_{cc} (W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1})$
Cristal	6,3
PE	6,8
PE doble	4,0

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ASHRAE [205]).

El balance de energía del invernadero no sólo depende de los cuatro componentes vistos (cubierta, aire, cultivo y suelo), sino también del balance de masa (vapor de agua y concentración de CO_2), de las variables climáticas externas y de otros parámetros como la orientación, localización, forma y volumen del invernadero, y propiedades físicas de la cubierta, del aire interior, del cultivo y del suelo. Las expresiones recogidas en la Tabla 29 describen el balance térmico para cada uno de estos elementos [206].

Tabla 29. Formulación matemática de los diferentes balances térmicos obtenidos mediante simulación (SIMICROC) para cada uno de los parámetros que intervienen en el microclima de un invernadero [206].

<p>Balance de la cubierta</p>	$Q_{rs} + Q_{rt} - Q_{cvi} - Q_{cve} = EC \cdot CCCb \cdot \frac{dVW}{dt}$	<p>Q_{rs}: radiación solar absorbida por cubierta, cultivo o suelo ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_{rt}: intercambio radiación térmica en cubierta, cultivo o suelo ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_{cvi}: convección cubierta-aire interior ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_{cve}: convección cubierta-aire exterior ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>EC: espesor cubierta (m).</p> <p>$CCCb$: capacidad calorífica de la cubierta ($J \cdot m^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$).</p> <p>$dVW/dt$: variación T. cubierta en función del tiempo ($^\circ C \cdot h^{-1}$).</p>
<p>Balance del cultivo</p>	$Q_{rs} + Q_{rt} - Q_s - Q_l = \frac{EH \cdot CCCl}{FFCbS} \cdot \frac{dVX}{dt}$	<p>Q_s: calor sensible entre cultivo y aire exterior ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_l: calor debido a la transpiración ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>EH: espesor de la hoja (m).</p> <p>$CCCl$: capacidad calorífica del cultivo ($J \cdot m^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$).</p> <p>$FFCbS$: factor de forma cubierta-suelo (adimensional).</p> <p>dVX/dt: variación T. cultivo en función del tiempo ($^\circ C \cdot h^{-1}$).</p>
<p>Balance del aire interior</p>	$Q_{cvcbai} + Q_{cvclai} + Q_{cvsaai} + Q_v = \frac{CCA \cdot V}{ATS} \cdot \frac{dVY}{dt}$	<p>Q_{cvcbai}: convección cubierta-aire interior ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_{cvclai}: convección cultivo-aire interior ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_{cvsaai}: convección suelo-aire interior ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>Q_v: calor perdido por la ventilación ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>CCA: capacidad calorífica aire ($J \cdot m^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$).</p> <p>$V$: volumen invernadero ($m^3$).</p> <p>$ATS$: área total suelo ($m^2$).</p> <p>$dVY/dt$: variación T. aire interior en función del tiempo ($^\circ C \cdot h^{-1}$).</p>
<p>Balance del suelo desnudo</p>	$Q_{rs} + Q_{rt} - Q_{cvsaai} - Q_{cd} = CCS \cdot PS \cdot \frac{dVZ}{dt}$	<p>Q_{cd}: conducción suelo-subsuelo ($W \cdot m^{-2}$).</p> <p>CCS: capacidad calorífica del suelo ($J \cdot m^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$).</p> <p>$PS$: profundidad capa suelo (m).</p> <p>dVZ/dt: variación T. suelo en función del tiempo ($^\circ C \cdot h^{-1}$).</p>
<p>Balance de humedad en el aire interior</p>	$RV + RE + FTC = \frac{DA \cdot V}{ATS} \cdot \frac{dVV}{dt}$	<p>RV: ratio ventilación ($m^3 \cdot s^{-1}$).</p> <p>RE: ratio evaporación suelo ($kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$).</p> <p>$FTC$: flujo transpiración cultivo ($kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$).</p> <p>$DA$: densidad aire ($kg \cdot m^{-3}$).</p> <p>$dVV/dt$: variación HA aire en función del t. ($kg[vapor] \cdot kg[aire]^{-1} \cdot h^{-1}$).</p>
<p>Balance de masa de</p>	$RCO_2 + RF \cdot AC \cdot 3600 - RR = 1,53 \cdot V \cdot \frac{dCO_2}{dt}$	<p>RCO_2: ratio CO_2 debido a la ventilación ($mg[CO_2] \cdot h^{-1}$).</p> <p>RF: ratio fotosíntesis ($mg[CO_2] \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$).</p>

CO_2		AC : área cultivo (m^2). RR : ratio respiración ($\text{mg}[\text{CO}_2] \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). $d\text{CO}_2/dt$: variación T. cubierta en función del tiempo ($\text{ppm}[\text{CO}_2] \cdot \text{h}^{-1}$).
---------------	--	---

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Briceño *et al.* [206]).

Capítulo 3. Seguridad y salud en invernaderos

3.1. Peculiaridades preventivas del sector agrícola

La organización de la PRL en el sector agrícola fluctúa entre su pobreza y su inexistencia, sin que se apliquen modelos preventivos internacionalmente reconocidos que combatan con eficacia los riesgos laborales [207]. Varias son las razones que avalan y justifican esta afirmación:

- a Dispersión, atomización y aislamiento del tejido productivo.
- b Pequeño tamaño de la mayoría de las empresas, muchas de ellas de carácter familiar, con trabajadores familiares y algunos temporeros en los meses de mayor actividad.
- c Elevada estacionalidad de las tareas.
- d Alta inestabilidad en el empleo.
- e Falta de continuidad de los trabajadores en el sector debido a los bajos salarios y a la excesiva duración de las jornadas de trabajo [208].
- f Obsolescencia de las estructuras productivas.
- g Escasa formación en PRL de empresarios y trabajadores.
- h Exigua inquietud preventiva en el sector, con la excepción del personal técnico de las empresas con mayor volumen de negocio y de las cooperativas.
- i Escasez de recursos preventivos e inexistencia de delegados de prevención o figuras similares.
- j Imperceptible preocupación de los empresarios ante posibles inspecciones de las autoridades laborales [209]. El interés por la PRL aparece sólo cuando el accidente de trabajo (AT) ya se ha producido.
- k Presencia de trabajadores inmigrantes desconocedores del idioma, circunstancia que entorpece el ejercicio de actividades formativas en PRL.
- l La escasa inquietud preventiva existente se centra en los riesgos higiénicos y de seguridad, y en menor medida en los ergonómicos, mientras que los psicosociales son prácticamente desconocidos.
- m Por regla general, las empresas implantan medidas de protección de tipo individual, y no colectivas, ni de carácter preventivo.
- n Heterogeneidad de los riesgos existentes.
- o Trabajo aislado.
- p Casi todas las organizaciones carecen de procedimientos de trabajo protocolizados y escritos [209], especialmente sobre el uso de plaguicidas.
- q Falta de coordinación entre empresas y servicios de prevención (SP), que "están para resolver papeles".
- r Poco control y seguimiento de los consejos y advertencias preventivas procedentes de los SP.
- s Deficiente comunicación entre trabajadores y empresarios.
- t Insuficiente formación preventiva específica del puesto de trabajo y de su posterior evaluación y verificación de conocimientos y habilidades.
- u Vigilancia de la salud (VS) residual, salvo en las grandes corporaciones.
- v Reducida participación de los trabajadores debido a su escasa motivación, bajo nivel cultural, elevado sentido del ridículo, actividades formativas obsoletas y repetitivas y dificultad para conciliar el tiempo de formación con el personal y profesional [208].
- w Desinterés por la PRL en la agricultura en los planes de estudio de la formación agraria reglada.
- x Reducido número de prevencionistas en el sector [208].

- y Ausencia de datos preventivos fiables (número de trabajadores, número de incidentes no declarados, alcance de las coberturas de los SP, etc.) [209].
- z Manuales de equipos en otros idiomas y, por tanto, difícilmente comprensibles.
- aa Inexistencia de una normativa específica sobre la construcción de invernaderos (sólo normas UNE).

La implicación empresarial en la PRL se configura a través de tres elementos: compromiso, integración de la prevención en la gestión e implicación en el análisis de los resultados preventivos obtenidos [207]. El empresario debe entender que la Seguridad y Salud Laboral, además de un requerimiento legal, es un buen negocio.

La situación de la PRL en el sector agrario puede mejorar si se conoce el contexto en el que este se desarrolla y si se aplican aquellas medidas necesarias que permitan combatir los problemas existentes, ya mencionados:

- a Campañas de sensibilización y módulos formativos que consideren los riesgos generales de la empresa y los específicos del puesto de trabajo.
- b Compromiso de los pequeños propietarios con la PRL, integrándola en la gestión de la empresa.
- c Creación de recursos preventivos, con el apoyo y asesoramiento de los SP.
- d Evaluaciones de riesgos con contenidos reales y no meramente formales [8].
- e Mejora de los cauces de comunicación entre empresarios y trabajadores, promocionando la consulta y participación de estos.
- f Asesoramiento por parte de las Administraciones Públicas e incremento en el número de inspecciones destinadas a verificar el cumplimiento legal y real de las regulaciones preventivas.
- g Subvenciones para la mejora de las instalaciones y equipamiento de los invernaderos.
- h Control e implicación sindical en las actividades preventivas y en el cumplimiento de los convenios colectivos.
- i Mejoras salariales y mayores facilidades de alojamiento y transporte de los trabajadores inmigrantes.
- j Formación preventiva en el idioma de los trabajadores inmigrantes.
- k Integración de la PRL del sector agrario en los planes de estudio de la formación profesional y universitaria.
- l Certificación de la formación preventiva para las actividades de mayor riesgo.
- m Elaboración de un sistema de información centralizado sobre los riesgos propios del trabajo en invernaderos [209].
- n Promoción y realización de estudios preventivos sobre esta actividad agrícola.
- o Mayor peso de la PRL en los convenios colectivos del sector.
- p Atención específica a las mujeres (doble presencia, embarazo, lactancia, acoso, etc.), trabajadores inmigrantes (derechos laborales, idioma, alojamiento, etc.) y personas especialmente sensibles.
- q Control del impacto ambiental.
- r Control integrado de plagas para reducir el uso de plaguicidas.

3.2. Prevención de riesgos laborales en invernaderos

3.2.1. Introducción

La heterogeneidad y dureza de las tareas realizadas en los invernaderos pueden causar lesiones y enfermedades muy diversas: músculo-esqueléticas, respiratorias, dermatológicas, reproductivas, etc., algunas de ellas de larga duración. A pesar de ello, España carece aún de una normativa específica y exclusiva que proteja a estos trabajadores, siendo de aplicación la normativa general recopilada en el Anexo 4 de este documento. El conocimiento de las tareas ha de permitir su evaluación y control. El Plan de Prevención identifica peligros y revela los riesgos generales de la empresa y los específicos del puesto de trabajo; por tanto, debe contener los siguientes elementos [210]:

- Identificación del riesgo.
- Control del riesgo: eliminación o minimización.
- Protocolos de trabajo seguro, que deben reunir ciertos requisitos, como determinar qué tareas corresponden a cada procedimiento seguro, dividirlos en etapas básicas, identificar los peligros asociados a cada etapa, localizar las acciones necesarias para minimizar los riesgos, y confeccionar una lista con dichas acciones que los trabajadores deben seguir cuando realicen cada tarea.
- Formación, información y capacitación de los trabajadores en prevención, sobre todo de los jóvenes y principiantes; creación de cronogramas formativos, especificando los contenidos y objetivos.
- Inspecciones regulares y periódicas con el fin de encontrar nuevos riesgos.
- Procedimiento de investigación de accidentes para conocer sus causas y evitar su repetición.
- Reuniones regulares y periódicas entre el empresario y los representantes de los trabajadores.
- Administración de los primeros auxilios correspondientes a los riesgos establecidos para cada tarea.
- Mantenimiento y archivo de la documentación preventiva.
- Revisión anual de los protocolos de trabajo.
- Realización de simulacros de emergencia con periodicidad anual.
- Protocolos destinados a los trabajadores aislados.

La evaluación del riesgo es esencial para gestionar la seguridad en el trabajo [211] y para predecir posibles accidentes [212]. El método cuantitativo-probabilístico sigue tres etapas: identificación del riesgo, estimación o valoración del mismo, y priorización [213]. La identificación consiste en observar las tareas de un puesto y anotar los posibles riesgos asociados [214]; la valoración estima la probabilidad de que se materialice una pérdida de control de eventos [215] y el nivel de gravedad de las consecuencias esperadas [216], y en función de los antecedentes obtenidos se prioriza la importancia de dichos riesgos [217]. Sin embargo, siempre existe cierta incertidumbre ante la posible falta de conexión entre un riesgo y su posible AT o los daños personales esperados; cuanto menor sea dicha incertidumbre, más eficaz será la evaluación del riesgo. Por tanto, se constata cierta dosis de aleatoriedad y ausencia de certezas absolutas en esta cuestión [218].

El método inductivo, también conocido como árbol de riesgos [219], crea interrelaciones muy extensas y numerosas en función del número de actividades intervinientes y de todos los posibles resultados.

El método deductivo, o árbol de fallos [220] permite dos posibles estados para cada evento; es muy conciso, aunque en ocasiones requiere cálculos muy complejos.

El método FBD o de análisis de un diagrama funcional aplica una metodología lógico-deductiva que evalúa los factores asociados a un riesgo, describiendo cada relación y estableciendo múltiples estados por evento [221].

El método WORM (*Workgroup Occupational Risk Model*) tiene en cuenta la duración de la exposición y la integración de los riesgos para todos los peligros y todos los trabajadores [222]. Existen varios niveles en cada empresa: nivel compañía (trabajo propio del sector al que pertenezca); nivel posición o del puesto de trabajo (n_p posiciones y n_w trabajadores); nivel actividad (n_a para desarrollar cada trabajo y su frecuencia de aparición n_t) y riesgos concretos del peligro (n_{ce} caída de escaleras, n_r resbalones, etc.) [223] [224]. El método considera el riesgo como la probabilidad de aparición de consecuencias indeseadas (daños reversibles, permanentes o muerte) en un tiempo determinado, para la combinación de trabajos, actividades y peligros.

El método JSA (*Job Security Analysis*) [215] presenta tres etapas: identificación de un trabajo o actividad específica, desgranando cada fase del mismo, implantando una secuencia e identificando posibles pérdidas de control; evaluación, que establece el nivel relativo de riesgo para todos los posibles incidentes identificados; y acción o control del riesgo mediante la adopción de medidas preventivas. Establece una serie de factores que afectan al nivel del riesgo, como la aversión personal al riesgo, la cultura preventiva de la organización, las condiciones del ambiente de trabajo, el entrenamiento en seguridad en el puesto de trabajo, la experiencia del sujeto, la carga de trabajo, la disciplina, los horarios y plazos, el tiempo para realizar la tarea, y la utilización de los equipos de seguridad.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, desarrolla un cuerpo de leyes destinado a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo mediante la instauración de determinadas acciones preventivas. Esta Ley es el resultado de un mandato constitucional (artículo 40.2 de la Constitución Española de 1978), de un compromiso internacional con los países de nuestro entorno (transposición de la Directiva 89/391/CEE, relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo) y de un intento por reunificar y fundir un grupo de leyes muy heterogéneas que no daban respuesta a las nuevas necesidades de una sociedad moderna. No todos los sectores de actividad han asumido e integrado en su gestión empresarial las exhortaciones de este cuerpo de leyes con idéntica cadencia. Si en el sector secundario la frecuencia e intensidad de las inspecciones de trabajo han servido para reducir ampliamente el número de siniestros, no sucede lo mismo, y con análogo vigor, en el sector primario, sobre todo en empresas pequeñas. La Ley de PRL establece las obligaciones de los empresarios y trabajadores, exhortando a ambos estamentos a entenderse y respetarse.

Las principales obligaciones de los empresarios consisten en [8] [210]:

- a Garantizar la seguridad y salud laboral de sus empleados.
- b Corregir las condiciones de trabajo peligrosas.
- c Informar a los trabajadores de los riesgos existentes.
- d Aplicar la normativa vigente.
- e Formación y capacitación en PRL, supervisando los resultados.
- f Confecionar un Plan de Prevención.
- g Cerciorarse de que los trabajadores conocen sus derechos y obligaciones.
- h Proporcionar medios de protección, asegurándose de su uso correcto.

- i Colaborar con los representantes de los trabajadores y consultar con ellos las cuestiones preventivas.
- j Mostrar hábitos seguros de trabajo (actitud ejemplarizante).
- k Verificar la observancia de los procedimientos de trabajo seguro.
- l Alentar a los trabajadores a que comuniquen posibles deficiencias en las condiciones de trabajo.
- m Promover la comunicación instantánea, por parte de sus empleados, de cualquier incidente, con independencia de su gravedad.
- n Mantener actualizados los protocolos de seguridad.
- o Responder con rapidez y diligencia ante cualquier incidente.

Las obligaciones más importantes de los trabajadores son [8] [210]:

- a Cuidar de su seguridad y la de los restantes miembros de la empresa.
- b Conocer y respetar la normativa legal existente.
- c Seguir los protocolos de trabajo seguro.
- d Utilizar correctamente los equipos de protección.
- e Actuar con responsabilidad en el trabajo (drogas, alcohol, actitud, disciplina, etc.).
- f Informar rápidamente sobre cualquier incidente.
- g Referir posibles condiciones inseguras de trabajo.
- h Colaborar con sus representantes preventivos.

3.2.2. Tareas relacionadas con el trabajo en invernaderos

El trabajo desarrollado en el sector agrario presenta una ingente variedad de tareas, cada una de las cuales lleva asociados unos determinados riesgos, que incumben de forma diversa a cada una de las especialidades preventivas. Las actividades relacionadas con el trabajo en invernaderos transcurren, cronológicamente, en tres fases [225]:

- Fase constructiva, en la que se localiza el emplazamiento, se realiza la cimentación, se levanta la estructura, etc.
- Fase relacionada con los trabajos propios del cultivo, como utilización de maquinaria, empleo de plaguicidas, cuidado manual de las plantas, etc.
- Fase de mantenimiento, que incluye la renovación de los materiales de cubierta, reparaciones estructurales, etc.

Las tareas propias de los trabajos en invernaderos han sido fragmentadas en 16 grandes grupos de actividades y estas, a su vez, en 56 subactividades, a cada una de las cuales se asocian uno o varios riesgos. Las actividades (1, 2, etc.) y subactividades (a, b, etc.) configuradas son [209] [226]:

1. Limpieza y preparación del terreno del futuro invernadero y posibles balsas de riego.
 - a. Desbroce del predio y retirada de restos vegetales.
 - b. Explanación y allanamiento del terreno.
 - c. Adición de capas de tierra, fertilizante y arena.
2. Construcción del invernadero.

- a. Replanteo: marcado del terreno, excavación de pozos y colocación de postes de hormigón donde se han de situar los tubos de acero que delimitan el perímetro estructural, y encementado de pasillos.
 - b. Colocación de la estructura, paredes laterales, cubierta, tejido de mallas de alambre y puertas.
 - c. Instalación de canalones, arcos, correas, capiteles y tirantes.
 - d. Disposición de los materiales de cubierta: plásticos, mallas de sombreo y vidrios, manejo de las bobinas de plástico y cortes con tijeras y cúteres.
 - e. Instalación del sistema eléctrico.
 - f. Equipamiento del invernadero: máquinas, aparatos, vehículos, etc.
3. Preparación del suelo, siembra, trasplante, plantación, aporcado y aplicación de insectos polinizadores.
 - a. Enarenado y realización de labores de mullido.
 - b. Recepción del sustrato, perlita (sacos de hasta 70 kg), turba (sacos de 20 kg), palés con bandejas para las semillas o los plántones y acumulación de todo el material en los pasillos del invernadero.
 - c. Almacenamiento de excedentes.
 - d. Instalación del sistema de riego.
 - e. Realización de pequeños agujeros en el suelo para los cepellones, colocación de estos, cierre de los hoyos, allanamiento y riego del suelo.
 - f. Colocación de las bandejas en la sembradora para añadir la turba, perlita, etc., y semillas (si las semillas son muy grandes esta tarea suele hacerse a mano), riego de las bandejas y traslado de las mismas a la cámara de frío con temperatura y humedad controladas, y posterior transferencia de las bandejas germinadas al invernadero.
 - g. Aporcado: práctica de pequeños amontonamientos de tierra en la base de la planta para incrementar el número de raíces e impulsar el crecimiento de las existentes.
 - h. Instalación de colmenas.
 - i. Realización de los surcos, paralelos a las líneas de cultivo.
 4. Colocación, siguiendo las líneas de cultivo, de los tutores e hilos verticales que han de sujetar y guiar las plantas durante su crecimiento.
 - a. Colocación de tutores y anudamiento a los tallos de los hilos verticales.
 5. Destalle, deshojado, poda de las plantas y aclareo de frutos.
 - a. Corte y retirada de las ramas laterales para que los tallos sólo crezcan hacia arriba.
 - b. Deshojado de las plantas.
 - c. Poda de los brotes primarios para incrementar el número de los secundarios, despunte de inflorescencias, desbotonado o cisura de los brotes terminales de los tallos principales para detener su crecimiento.
 - d. Raleo de frutos en mal estado o con un desarrollo deficiente, a mano o mediante cuchillos y tijeras.
 - e. Acumulación del material retirado en cajas o contenedores.
 6. Limpieza de malas hierbas.
 - a. Corte de malas hierbas y retirada con rastrillos y escardillos.
 - b. Acumulación del material vegetal retirado en cajas o contenedores.

7. Recolección.
 - a. Recogida del fruto maduro. Los melones y sandías, que pueden alcanzar hasta 7 y 12 kg, respectivamente, son lanzados por el operario que está en el suelo al que se sitúa sobre el remolque.
 - b. Colocación del fruto en cajas, que son depositadas sobre los palés situados en los pasillos, o bien en carros de recolección.
 - c. Traslado de los carros de recolección y palés (mediante transpaletas) a los camiones y tractores. El peso de cada caja oscila entre 15 y 25 kg.
8. Injertos, para los que se suele emplear mano de obra femenina.
 - a. Incisión en la planta con un bisturí o empleando sistemas automáticos, colocación de la pieza a injertar y anudamiento con cinta de plata.
 - b. Sembrado manual de la pieza injertada.
9. Manejo y aplicación de plaguicidas.
 - a. Elaboración de la mezcla de plaguicidas y sus disoluciones, según dosis, en el exterior del invernadero o en dependencias adaptadas a la tarea. Esta subactividad requiere el asesoramiento técnico de un ingeniero agrícola.
 - b. Llenado de las cubas y mochilas con el plaguicida, y enjuague de los recipientes vacíos.
 - c. Utilización de pulverizadores manuales (mochilas), tractores de cañón o circuitos a presión.
 - d. Almacenamiento de los excedentes de plaguicidas.
10. Riego y preparación de fertilizantes.
 - a. Preparación de las dosis de fertilizantes (sacos de hasta 50 kg), ácidos fosfórico y nítrico (garrafas de hasta 40 kg) y sacos de abonos simples de potasio, calcio, etc., manualmente o de forma automatizada (fertirrigación) y llenado del tanque de abono. Esta subactividad requiere el asesoramiento técnico de un ingeniero agrícola para calcular las dosis y el número de aplicaciones, según el tipo de cultivo.
11. Sombreo en verano para reducir la radiación solar.
 - a. Extensión de la malla de sombreado en el interior del invernadero.
 - b. Extensión de la malla de sombreado sobre la cubierta.
12. Desinfección del suelo mediante solarización para eliminar cualquier vestigio de plagas.
 - a. Retirada de los restos de cultivo.
 - b. Colocación de plásticos transparentes de PE sobre el suelo durante unos 45 días para que este alcance una temperatura elevada y fijación de aquellos con montones de arena o mediante horquillas de alambre.
 - c. Desinfección del suelo mediante la aplicación de sustancias insecticidas sustitutivas del bromuro de metilo, tóxico y altamente volátil, muy utilizado hace unos años en la agricultura.
13. Carga, traslado y descarga del producto final, desde el invernadero a los almacenes o cooperativas, almacenamiento en frío y empaquetado.
 - a. Carga de los camiones o tractores, manualmente o mediante sistemas de elevación.
 - b. Traslado del producto por carretera.

- c. Descarga de los camiones o tractores. En las empresas grandes esta tarea está automatizada, utilizándose carretillas elevadoras y transpaletas, pero en las pequeñas se suelen emplear carretillas manuales y transpaletas.
 - d. Almacenamiento del producto en frío, a 2-5 °C.
 - e. Empaquetado del producto.
14. Mantenimiento y limpieza del invernadero.
- a. Sustitución de plásticos.
 - b. Reparación de las gomas de riego cortando con un cuchillo las defectuosas; empalme de las gomas nuevas utilizando un soplete de gas y colocación de las abrazaderas.
 - c. Limpieza de la balsa de riego vaciándola para absorber el fango, y cepillado del fondo utilizando equipos de agua a presión. Esta tarea hay que realizarla cada cinco años aproximadamente y se suele emplear mano de obra externa.
 - d. Limpieza y desinfección de bandejas, sacudiéndolas para eliminar restos de tierra y posterior lavado con agua y lejía o empleando calor para evitar la aparición de hongos y virus.
 - e. Mantenimiento del sistema eléctrico.
 - f. Limpieza de la cubierta con agua a presión (a veces mezclada con amoníaco) y empleo de escobas o máquinas dotadas de rulos limpiadores.
 - g. Vaciado y enjuague del tanque de fertirrigación, tarea que frecuentemente se encarga a empresas externas.
15. Gestión de residuos.
- a. Almacenamiento de los residuos químicos y de los recipientes vacíos; ambos tienen el mismo tratamiento y consideración legal.
16. Desplazamientos relacionados con el trabajo.
- a. Traslado, generalmente por carretera, desde el domicilio al lugar de trabajo y viceversa.
 - b. Desplazamientos por carretera durante el ejercicio de la actividad laboral propiamente dicha.

3.2.3. Escenario preventivo en la construcción de invernaderos

La edificación de un invernadero no es una actividad agraria, ya que está regulada por la normativa que afecta al sector de la construcción [226]; por tanto, su siniestralidad está incluida en las estadísticas de dicho sector.

La PRL comienza en la fase de diseño, momento en el que se introducen unas recomendaciones básicas de seguridad [227], como el empleo de materiales prefabricados y más seguros, una mayor implicación de la ingeniería en la construcción y la promoción de nuevas investigaciones relacionadas con el diseño estructural. Con frecuencia son los propios agricultores quienes levantan instalaciones invernadas artesanales (generalmente poco tecnificadas), con escasos conocimientos preventivos y aplicación de métodos obsoletos de trabajo [228]. Las empresas dedicadas a esta actividad suelen ser pequeñas, con pocos trabajadores, escasos recursos preventivos y, por tanto, con un manejo deficiente del riesgo, por lo que su siniestralidad es elevada, aunque no existen datos fiables sobre ello debido a que sus AT no se registran separadamente de los del resto del sector [227]. Incrementar la rentabilidad a costa de reducir las medidas de seguridad no es, ciertamente, recomendable; así, todas las investigaciones que analizan el tamaño de las empresas con la accidentabilidad confirman la existencia de una relación inversa [229] [230]

[231] [232]. Las empresas pequeñas reciben menor número de encargos, circunstancia que acrecienta el grado de competitividad entre ellas. Cuando aumenta la demanda suelen contratar trabajadores temporales no profesionales, que no llegan a realizar actividades preventivas previas. En general, la proporción entre empresas grandes y pequeñas en implantación de programas preventivos es de 7:3, y el 74% de las empresas de menor tamaño no proporciona a sus trabajadores formación en PRL [229].

El Método CJSA (*Construction Job Safety Analysis*) está especialmente diseñado para el sector de la construcción. Detecta posibles eventos fuera de control y determina la frecuencia de ejecución de las actividades identificadas. Sigue una metodología mixta, que incluye investigación de tareas y realización de extensas encuestas a ingenieros y capataces. Identifica 699 posibles sucesos incontrolados en 14 actividades primordiales. Se desarrolla en tres etapas [215]:

1. Identificación de peligros: analiza cada actividad, caracterizando subactividades y determinando la duración de cada una de ellas en el seno de cada actividad. Cada subactividad se divide en etapas de trabajo, tipificando grupos de trabajo y procedimientos detallados de ejecución de cada tarea. Calcula, pues, qué porcentaje del tiempo total destinado a cada subactividad repercute en cada etapa de trabajo. Para cada una de estas se identifican posibles eventos fuera de control y su probabilidad de materialización. El objetivo es relacionar los tipos posibles de AT con la ubicación de los trabajadores expuestos, obteniendo el porcentaje de hipotéticos AT para cada actividad en función de los niveles de exposición.
2. Evaluación de las probabilidades de materialización de cada contingencia: examina las actividades para conocer la posibilidad de que se concrete un evento incontrolado, el grado de influencia de cada factor ambiental sobre dicha probabilidad y el nivel hipotético de utilización de los mecanismos personales de seguridad. Para ello se emplean amplias encuestas con cuestiones relacionadas con cada tipo de actividad, la frecuencia de materialización de eventos fuera de control (número de veces), y la estimación, basándose en la experiencia del encuestado, de que cada contingencia se produzca. Se obtiene una respuesta numérica por unidad de tiempo y a ella se aplica la Escala de Likert con valores de 1 a 5 (1: nunca ha ocurrido aunque es técnicamente posible; 2: casi nunca; 3: algunas veces; 4: frecuentemente; 5: a diario). Es preciso conocer el tamaño del grupo (número de trabajadores) y otros factores, como la experiencia en el puesto de trabajo, cultura preventiva de la empresa, empleo de equipos de seguridad, condiciones del entorno laboral, clima, formación, presión de la carga de trabajo, conciencia preventiva de cada sujeto, disciplina, puntualidad, acumulación de trabajadores en un determinado espacio de trabajo, etc.
3. Evaluación de la gravedad de los daños: determina la gravedad esperada por cada hipotético AT mediante los resultados obtenidos en las encuestas realizadas al personal técnico. Pueden ser: daños menores, cuando las heridas producidas causan 1 día de baja como máximo; daños medios, cuando las lesiones son graves (fracturas, etc.) y cursan con bajas más duraderas; daños severos, cuando incapacitan permanentemente; y muerte. Así, en la Tabla 30 se calcula, a modo de ejemplo, el daño para una caída a distinto nivel desde la cubierta del invernadero.

La mayor contribución de este método es la obtención de un valor cuantitativo para cada posible evento fuera de control, individualizando cada actividad, si bien es cierto que requiere el ejercicio de una minuciosa y detallada observación previa de cada tarea y de cada individuo, a fin de estudiar su forma de abordarla (no todos los trabajadores desempeñan la misma actividad de idéntica manera, pues entran en juego factores individuales, como la experiencia, edad, cultura preventiva, etc.).

Tabla 30. Aplicación del Método CJSa para evaluar el daño de una caída desde la cubierta de un invernadero [215].

Nivel gravedad	Importancia gravedad	Grado de concreción esperado (100%)		Media ponderada
		Con equipo de protección (33%)	Sin equipo de protección (67%)	
Daño Menor	1	79	1	0,3
Daño Medio	5	17	5	0,5
Daño Severo	25	4	23	4,2
Muerte	100	0	71	47,6
				52,6
Ejemplo.: Cálculo para el Daño Severo: $x = \frac{[(25 \cdot 4) \cdot 0,33] + [(25 \cdot 23) \cdot 0,67]}{100} = 4,2$				

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Rozenfeld *et al.* [215]).

3.2.3.1. Influencia del tamaño de la empresa en la siniestralidad

El tamaño de la empresa es el primer elemento que influye en la siniestralidad en el sector de la construcción en general y del montaje de invernaderos en particular. En las empresas pequeñas (que son las que suelen operar en Extremadura) los AT tienden a ocurrir, en orden de importancia [229], durante el primer día en el lugar de trabajo, cuando en la fase de proyecto no se ha tenido en cuenta la seguridad, cuando el operario ignora o utiliza incorrectamente los equipos de protección individual (EPI), y en las situaciones en las que los trabajadores desconocen los riesgos existentes y hacen caso omiso de las señalizaciones de peligro. Si el número de trabajadores es < 25, el índice de AT aumenta [233], duplicando y hasta triplicando el índice de siniestralidad de las empresas con más de 1.000 trabajadores [234]. En 2012, en la provincia de Almería, existían más de 50 compañías dedicadas a construir invernaderos, con una media de 13,5 trabajadores por empresa [227]; cifra que da idea del tamaño de las organizaciones existentes en España dedicadas a esta actividad.

Las causas de la mayoría de AT hay que buscarlas en la ausencia o manejo deficiente de los conocimientos preventivos por los trabajadores, en una mediocre habilidad empresarial para implementar lugares de trabajo seguros, en incumplimientos de las leyes y regulaciones sobre la seguridad en el trabajo, en una aplicación insuficiente de medidas de protección y en la falta de publicaciones relacionadas con la PRL [229] [235] [236] [237]. La Tabla 31 muestra la relación existente entre el número de accidentes de trabajo con daños graves y mortales y el tamaño de las empresas, expresado por el número de trabajadores [229].

La Tabla 32 presenta la tendencia del Índice de Incidencia de AT en los sectores agrario y de la construcción, en España y Extremadura [238]. El Índice de Incidencia de accidentes de trabajo en la construcción de invernaderos alcanza un valor de 15.134 (por 100.000 trabajadores/año), cifra muy alta y que coloca a España en la tercera posición en el conjunto europeo, tras Portugal y Austria, en el período 1996-2007, si bien el descenso de la accidentabilidad fue del 39,2%, mientras que el promedio europeo se situó para idéntico período en el 34,7%.

Tabla 31. Relación entre el número de AT graves y mortales y el tamaño de las empresas (Taiwán, 2000-2007) [229].

Tamaño empresa (n° trabajadores)	Años								Total
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
< 10	78	122	84	117	99	102	72	126	800
10-29	36	66	65	58	49	28	36	45	383
30-99	28	27	10	25	14	15	22	16	157
100-299	21	10	36	12	13	9	9	6	116
300-499	0	16	3	3	3	6	5	0	36
≥ 500	3	5	9	17	6	1	12	1	54
TOTAL	166	246	207	232	184	161	156	194	1.546

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Cheng *et al.* [229]).

Tabla 32. Tendencia del Índice de Incidencia de AT con baja laboral en sectores agrario y de la construcción (España y Extremadura, 2009-2018) [238].

Tendencia Índice Incidencia	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Índice Incidencia AT Sector Agrario España	4.505	4.504	4.678	4.339	4.600	4.769	5.168	5.143	5.382	5.298
Índice Incidencia AT Sector Agrario Extremadura	5.473	5.224	5.129	4.953	5.107	5.835	6.368	6.400	6.546	6.881
Índice Incidencia AT Sector Construcción España	8.980	8.546	7.735	6.297	6.024	6.315	6.795	7.217	7.646	7.983
Índice Incidencia AT Sector Construcción Extremadura	8.913	8.353	7.272	6.541	6.021	6.064	6.620	6.822	7.199	7.804

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Trabajo [238]).

La Figura 17 compara los índices de incidencia de AT en la construcción de invernaderos en el SE español (donde se halla la mayor concentración de invernaderos de todo el país), el del sector de la construcción en España y Almería, y el general para todos los sectores en España, durante el período precedente (1999-2007) a la crisis económica de 2008 [227].

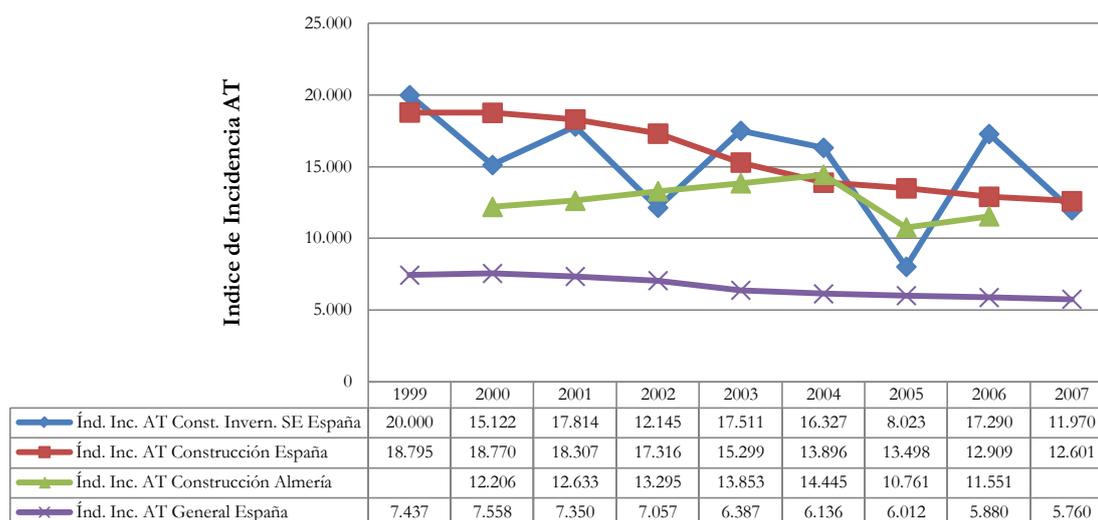


Figura 17. Comparación de los índices de incidencia de los AT de la actividad constructiva de invernaderos en el SE de España, sector de la construcción en Almería y España, y general de todos los sectores en España [227].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Pérez-Alonso *et al.* [227]).

En las empresas de pequeño tamaño, el 39% de los trabajadores accidentados tenía una experiencia menor de 1 mes (26% en las grandes); de ellos, el 12% se accidentó durante el primer día de trabajo [229]; por otra parte, el 26,4% de los AT mortales tuvo lugar en empresas con menos de 30 trabajadores [239]. En España, todas las compañías dedicadas a construir invernaderos cuentan con menos de 30 empleados y todos ellos son varones [207] [227].

3.2.3.2. Influencia de otros factores en la siniestralidad

Existen otros muchos factores que inciden en la tasa de siniestralidad en la construcción de invernaderos. Son los más influyentes:

- Antigüedad del invernadero: se percibe una relación directa entre la edad de la instalación y la siniestralidad [240].
- Antigüedad del trabajador en la empresa: el 80,5% de los AT mortales afectan a trabajadores con una experiencia menor de un año [239].
- Día y hora: en la construcción de invernaderos los días más peligrosos son jueves y lunes durante las cuatro primeras horas de trabajo, aunque no existe una tendencia significativa en esta cuestión. Entran en juego determinadas circunstancias, como el número de horas trabajadas en el día, ingesta de alcohol durante el almuerzo, insuficiente iluminación en el lugar de trabajo al comienzo o final de la jornada, etc. A medida que la semana avanza el trabajador acumula cansancio, aunque no se percibe una relación franca en este sentido, pues el día con mayor siniestralidad es el jueves (20,6%), seguido del lunes (20%) y del viernes (17,8%) [227]. Sin embargo, en el sector de la construcción el peor día es el lunes (24,2%), seguido del martes (20,2%), y el porcentaje continúa decreciendo en el transcurso de la semana [233]. Durante el turno de noche, aún minoritario, la accidentabilidad repunta ligeramente en España (con un 2,8% sobre el total de AT) [233] y Portugal [241]. En la construcción de invernaderos, el día con mayor porcentaje de AT mortales es el lunes (21,1%), seguido del jueves (18,9%) y martes

- (18,6%). Si sólo se consideran las lesiones graves, no se percibe una tendencia clara con respecto a este punto [227].
- d Duración de la jornada de trabajo antes del AT: en el sector de la construcción en general y de invernaderos en particular, el 44,9% de los AT acontece durante las primeras cuatro horas de la jornada, tras finalizar el primer descanso (de 10 a 11 horas) [233] [240].
 - e Edad del trabajador: el 49% de los trabajadores accidentados en el sector de la construcción tiene entre 25 y 44 años [229], aunque últimamente se aprecia un aumento de la siniestralidad en trabajadores mayores de 55 años [229] [236] [241] [242].
 - f Elementos de protección: en el 47% de los AT en el sector de la construcción se observa la ausencia de elementos personales de protección [229].
 - g Equipos de protección individual (EPI): el 53% de los trabajadores accidentados no utilizó correctamente los EPI puestos a disposición por el empresario [229].
 - h Formación: un trabajador con bajo nivel de estudios y sin cualificación tiene mayor probabilidad de sufrir un AT. El 56% de los trabajadores del sector de la construcción tiene estudios primarios y el 24% de ellos suele desempeñar tareas manuales; muchos son trabajadores temporales [229] [235]. Es discutible la efectividad de una formación en PRL consistente en un curso de seis horas de duración, previo al inicio del trabajo en un puesto nuevo [243].
 - i Ignorancia del riesgo: en el 41% de los AT se ignoran las señales de peligro y los consejos de seguridad [229].
 - j Lugar del AT: en la construcción de invernaderos, el 70% de los AT tiene lugar en zonas de paso [240].
 - k Sexo: en el sector de la construcción, el 92,1% de los trabajadores fallecidos a causa de AT son hombres [239].
 - l Temporalidad: la contratación aumenta durante el período de recolección (de junio a septiembre), afectando mayoritariamente a personas poco formadas y experimentadas. La temporalidad presenta una relación directa con la siniestralidad; así, el 20% de los trabajadores accidentados en el sector de la construcción tenía un contrato temporal [229] [244].

Así pues, el prototipo de trabajador accidentado en la construcción de invernaderos es un varón mayor de 55 años, temporero, con estudios primarios, contratado por una empresa pequeña y con una tendencia arraigada a ignorar las prácticas necesarias de seguridad y salud [229]. Los percances que más frecuentemente ocasionan bajas laborales son cortes, pinchazos, choques y abrasiones, agotamiento por sobreesfuerzos y caídas a distinto y mismo nivel [227]; estos dos últimos están presentes en el 58% de los AT de esta actividad [229].

Numerosas y heterogéneas son las causas de la elevada accidentabilidad presente en la construcción de invernaderos, tales como el trabajo a destajo [245], la ignorancia de la evaluación de riesgos [246], fallos en la fase de diseño [247] y falta de orden y métodos seguros de trabajo [248].

Para los propietarios de empresas constructoras de invernaderos, la siniestralidad es debida, en primer lugar, a determinadas circunstancias difíciles de predecir, y en segundo lugar a la falta de responsabilidad de sus empleados [243]. Por lo que respecta a los trabajadores, el 33% cree que el estrés ocasionado por las presiones relacionadas con los tiempos de trabajo constituye la causa principal de los AT [249].

En cuanto a la naturaleza de las lesiones en el sector de la construcción, las más frecuentes son las torceduras (35,6%), heridas (26,8%), fracturas (13,1%; de estas el 58% en miembros superiores y el 28% en los inferiores) y golpes (10,1%) [250], así como contusiones y aplastamientos [227]. Las fracturas se

producen, generalmente, por caídas y golpes de objetos desprendidos [251]; las torceduras por posturas inadecuadas [252], por levantamientos intempestivos de cargas [253] o por falta de orden y limpieza [254] [255]. Causan, frecuentemente, incapacidades permanentes [250] con importantes costes económicos. Establecer una relación entre el tipo de AT y la región anatómica afectada permite implantar medidas preventivas específicas que ayuden a reducir la siniestralidad [227]. Así, las fracturas y lesiones graves de partes blandas del cuerpo se asocian a caídas a distinto nivel causadas por resbalones [256]; si bien esta correspondencia no siempre es significativa, como sucede entre el AT y el día de la semana. Sí existe, sin embargo, una correlación significativa entre la naturaleza del daño, la región anatómica afectada y el tipo de AT [227] [251] [252]. En España, en la construcción de invernaderos, los cortes, pinchazos (por alambres) y golpes suponen el 27,8% de los daños personales debidos a los AT, seguidos por sobreesfuerzos (21,1%) (asociados generalmente a la manipulación manual de cargas pesadas y a la carga de trabajo), caídas a distinto nivel (18,9%) en tareas relacionadas con la cubierta y con el uso de elementos estructurales transitorios [227] [257], caídas al mismo nivel (15,6%) [227] [258] debidas a la falta de orden y limpieza y a la existencia de superficies resbaladizas e inclinadas, acequias, zanjas, obstáculos y objetos puntiagudos [227] [240]; elementos todos ellos que están presentes en el 70% de los AT de esta actividad [240].

Entre las causas materiales, las caídas a distinto nivel constituyen la principal fuente de mortalidad; aunque, en general, las más frecuentes son resbalones, tropezones y caídas al mismo nivel [227]. El estado de la superficie del suelo contribuye al 50% de los AT con lesiones [256], de tipo músculo-esquelético principalmente. Utilizando calzado de seguridad las lesiones en miembros inferiores se reducen de forma notable [259].

En general, en el sector de la construcción, las regiones anatómicas más afectadas son los miembros superiores (37%) y espalda-espina dorsal (35%) [250], mientras que en España, en la construcción de invernaderos, las zonas del cuerpo más castigadas son los ojos (13,3%, por pinchazos de alambres, cables, objetos y herramientas) y tórax, espalda y costados (13,3%), seguidos por los miembros inferiores menos pies (11,7%), pies (11,1%), manos (10,6%) y región lumbar y abdomen (8,9%) [227].

3.2.4. Riesgos de Seguridad en invernaderos

3.2.4.1. Riesgos de Seguridad en los lugares de trabajo y agentes materiales

La Seguridad del Trabajo es la especialidad preventiva que se ocupa de examinar los riesgos de AT, revelando sus causas para poder eliminarlas o, al menos, minimizarlas [260]. Mediante el análisis del riesgo se identifica el peligro y se estima su probabilidad de materialización y su nivel de gravedad, y gracias al control del riesgo se previene el AT al eliminar sus causas.

La Tabla 33 muestra los riesgos susceptibles de aparecer en los lugares de trabajo, precedidos por su código de forma, mientras que la Tabla 34 presenta los diferentes tipos de agentes materiales genéricos asociados a cada riesgo detectado [261].

La Tabla 35 cataloga los agentes y condiciones materiales específicos que suelen aparecer en los trabajos de invernadero, precedidos por su correspondiente código. Se han seleccionado 138 agentes materiales específicos, aunque este número podría verse incrementado tras un período continuado de observación *in situ* de las condiciones de trabajo.

Tabla 33. Riesgos en los lugares de trabajo [261].

Código de forma	Riesgos en los lugares de trabajo
010	Caída de personas a distinto nivel (≥ 2 m) [262]
020	Caída de personas al mismo nivel (< 2 m)
030	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
040	Caída de objetos en manipulación
050	Caída de objetos desprendidos
060	Pisada sobre objetos
070	Choque contra objetos inmóviles
080	Choque contra objetos móviles
090	Golpe/Corte por objetos o herramientas
100	Proyección de fragmentos, partículas y fluidos a presión
110	Atrapamiento por o entre objetos
120	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
130	Sobreesfuerzo
140	Exposición a factores ambientales adversos
150	Contacto térmico
161	Contacto eléctrico directo
162	Contacto eléctrico indirecto
170	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
180	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas
190	Exposición a radiaciones
200	Explosión
211	Incendio. Factores de inicio
212	Incendio. Propagación
213	Incendio. Medios de lucha
214	Incendio. Evacuación
220	Accidentes causados por seres vivos
230	Atropellos o golpes con vehículos

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la NTP n° 592 [261]).

Tabla 34. Agentes materiales [261].

Nº orden	Agrupación genérica de agentes materiales
1	Lugares de trabajo
2	Máquinas
3	Elevación y transporte
4	Herramientas manuales
5	Manutención manual
6	Instalación eléctrica
7	Aparatos a presión y gases
8	Incendios
9	Productos químicos

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la NTP n° 592 [261]).

Tabla 35. Agentes y condiciones materiales específicos relacionados con los riesgos de Seguridad en invernaderos.

Nº orden	Código agente material específico	Agente/Condición material específico (Seguridad del Trabajo)	Código resultante: riesgo en el lugar de trabajo + agente material genérico + específico
1	a	Abonos químicos: nitratos, sulfatos, ácido nítrico, ácido fosfórico, urea, cianamida cálcica, etc.	170-9-a/180-9-a/212-8-a
2	b	Aceites y grasas.	170-9-b/212-8-b
3	c	Acequias de riego.	020-1-c
4	d	Ácidos: fosfórico, nítrico, etc.	180-9-d/212-8-d
5	e	Aclimatación del trabajador.	140-1-e
6	f	Acopio de materiales: alambres, bandejas, herramientas, etc.	020-1-f
7	g	Acopio de materiales inflamables: cartones, maderas, plásticos, restos vegetales secos, etc.	212-8-g
8	h	Acumuladores de energía.	200-2-h/211-8-h/212-8-h
9	i	Alambres.	060-1-i/090-1-i/100-1-i
10	j	Ambiente térmico.	140-1-j
11	k	Amoníaco anhidro.	170-9-k/180-9-k/212-9-k
12	l	Andamios.	010-3-1/030-3-1/070-3-1
13	m	Animales (agentes biológicos).	220-1-m

Nº orden	Código agente material específico	Agente/Condición material específico (Seguridad del Trabajo)	Código resultante: riesgo en el lugar de trabajo + agente material genérico + específico
14	n	Aperos de tractores.	100-2-n/120-2-n/130-5-n
15	ñ	Apilamientos de bandejas [209].	010-3-ñ/212-8-ñ
16	o	Astillas de madera.	060-1-o
17	p	Balsa de riego.	010-1-p/020-1-p
18	q	Bancos.	020-3-q/070-1-q
19	r	Bandejas.	040-5-r/090-1-r/130-5-r/150-1-r/212-8-r
20	s	Baterías.	130-5-s/150-9-s/162-6-s/180-9-s/211-8-s
21	t	Bidones.	040-5-t/130-5-t
22	u	Bobinas del plástico de cubierta.	030-1-u/040-5-u/130-5-u/212-8-u
23	v	Bombonas de gases.	040-5-v/050-1-v/070-1-v/100-7-v/130-5-v/170-9-v/200-7-v/200-9-v/212-7-v/212-8-v/212-9-v
24	w	Bordes metálicos.	060-1-w/090-2-w/090-4-w
25	x	Cabezales de riego [209].	162-6-x
26	y	Cables eléctricos de alta tensión aéreos.	161-6-y/211-6-y
27	z	Cables eléctricos de alta tensión subterráneos.	161-6-z/211-6-z
28	aa	Cables y enchufes eléctricos.	161-6-aa/162-6-aa/211-6-aa
29	ab	Cables y tirantes de sujeción.	100-1-ab
30	ac	Cajas de frutas, hortalizas, etc.	010-3-ac/040-5-ac/050-1-ac/130-5-ac
31	ad	Calderas.	100-7-ad/150-2-ad/162-2-ad/200-7-ad/211-7-ad/212-7-ad
32	ae	Calefactores.	150-2-ae/162-2-ae/211-2-ae
33	af	Camiones, furgonetas y vehículos ligeros.	010-3-af/120-2-af/162-6-af/230-2-af
34	ag	Carretillas elevadoras.	010-3-ag/070-2-ag/110-2-ag/120-2-ag/162-2-ag/230-2-ag
35	ah	Carretillas manuales.	070-1-ah/130-5-ah
36	ai	Carros de recolección.	070-1-ai/110-2-ai/130-3-ai
37	aj	Cemento.	170-9-aj
38	ak	Chatarra.	060-1-ak/090-1-ak/130-5-ak
39	al	Chispas eléctricas.	211-6-al
40	am	Cigarrillos.	211-8-am

Nº orden	Código agente material específico	Agente/Condición material específico (Seguridad del Trabajo)	Código resultante: riesgo en el lugar de trabajo + agente material genérico + específico
41	an	Cintas transportadoras.	110-2-an/162-2-an
42	añ	Circuitos hidráulicos.	100-7-añ/150-7-añ/170-9-añ
43	ao	Climatología adversa.	140-1-ao
44	ap	Combustibles fósiles.	170-9-ap/200-9-ap/211-9-ap/212-9-ap
45	aq	Compresores.	100-7-aq/162-2-aq/200-2-aq/200-7-aq/211-2-aq
46	ar	Conducciones de agua caliente.	150-1-ao/150-7-ao
47	as	Conducciones de salida de gases.	150-1-as
48	at	Conducciones tendidas en el suelo.	020-1-at
49	au	Contenedores.	070-1-au/130-5-au/212-1-au
50	av	Cortocircuitos.	200-6-av/211-6-av
51	aw	Cristales.	030-1-aw/040-1-aw/050-1-aw/060-1-aw/090-1-aw/130-5-aw
52	ax	Cuadros eléctricos.	161-6-ax/162-6-ax/211-6-ax
53	ay	Cubierta del invernadero.	010-1-ay/030-1-ay
54	az	Cubos, baldes, etc.	040-1-az/130-5-az
55	ba	Desbrozadoras y segadoras.	100-2-ba/130-2-ba/130-5-ba/162-2-ba
56	bb	Desniveles por abancalamiento.	020-1-bb
57	bc	Disolventes.	170-9-bc/212-9-bc
58	bd	Dispositivos hidráulicos.	110-2-bd
59	be	Elementos estructurales: puertas, soportes interiores perimetrales, capiteles, canalones, arcos, tirantes, correas, etc.	010-1-be/130-5-be
60	bf	Elementos estructurales de cubierta.	030-1-bf/130-5-bf
61	bg	Enmiendas orgánicas.	170-9-bg/212-9-bg
62	bh	Equipos a presión.	100-7-bh/130-5-bh/130-7-bh/200-7-bh/212-9-bh
63	bi	Equipos de extinción de incendios.	213-1-bi/213-8-bi
64	bj	Equipos de soldadura.	150-7-bj/162-2-bj/200-7-bj/211-2-bj/211-7-bj/212-7-bj
65	bk	Escaleras manuales.	010-1-bk/050-1-bk/090-5-bk/130-5-bk
66	bl	Estanterías.	030-1-bl/050-1-bl

Nº orden	Código agente material específico	Agente/Condición material específico (Seguridad del Trabajo)	Código resultante: riesgo en el lugar de trabajo + agente material genérico + específico
67	bm	Estantes para semilleros.	030-1-bm/050-1-bm
68	bn	Falta de higiene.	170-9-bn
69	bñ	Garrafas.	040-1-bñ/130-5-bñ
70	bo	Gas butano.	211-7-bo/212-7-bo
71	bp	Gases: CO, CO ₂ , NH ₃ , etc.	170-9-bp
72	bq	Gomas de riego.	020-1-bq
73	br	Grupos electrógenos.	150-2-br/161-2-br/161-6-br/162-2-br/162-6-br/200-2-br/200-6-br/211-2-br/211-6-br
74	bs	Herramientas eléctricas: motosierras, desbrozadoras, taladros, etc.	040-2-bs/090-2-bs/100-2-bs/130-2-bs/130-5-bs/162-2-bs/211-2-bs
75	bt	Herramientas manuales: corta-alambres, cuchillos, cúteres, palas, picos, rastrillos, tijeras, tijeras de podar, tenazas, bisturíes, etc.	040-4-bt/050-4-bt/060-4-bt/090-4-bt/130-4-bt
76	bu	Hormigoneras.	110-2-bu/162-2-bu
77	bv	Huecos en el suelo.	010-1-bv/020-1-bv
78	bw	Inclemencias atmosféricas: lluvia, vientos superiores a 50 km·h ⁻¹ , etc.	010-1-bw/010-3-bw/020-1-bw
79	bx	Ingesta de líquidos.	140-1-bx
80	by	Mangueras a presión.	090-7-by/100-7-by/130-5-by
81	bz	Maquinaria pesada.	010-2-bz/010-3-bz/120-2-bz/130-5-bz/162-2-bz/230-2-bz
82	ca	Máquinas: partes móviles (correas, tornillos sin fin, transmisiones, ejes, manivelas, poleas, tomas de fuerza, etc.).	080-2-ca/090-2-ca/110-2-ca/162-2-ca
83	cb	Máquinas sin resguardos.	90-2-cb/100-2-cb/110-2-cb/150-2-cb/162-2-cb
84	cc	Martillos neumáticos.	080-2-cc/090-2-cc/100-2-cc/130-2-cc/130-5-cc
85	cd	Mecanismos de apertura de ventanas.	080-1-cd/080-2-cd/090-2-cd/110-2-cd/130-1-cd
86	ce	Mesas de invernaderos.	020-3-ce/070-1-ce/130-5-ce
87	cf	Mochilas para tratamientos fitosanitarios.	050-2-cf/130-5-cf
88	cg	Molinos.	100-2-cg/110-2-cg/162-2-cg
89	ch	Motobombas.	162-2-ch
90	ci	Motocultores.	100-2-ci/110-2-ci/162-2-ci

N° orden	Código agente material específico	Agente/Condición material específico (Seguridad del Trabajo)	Código resultante: riesgo en el lugar de trabajo + agente material genérico + específico
91	cj	Motores de combustión.	150-2-cj/170-7-cj
92	ck	Muelles de carga.	010-1-ck
93	cl	Mujeres embarazadas o en período de lactancia.	170-1-cl/170-9-cl
94	cm	Paredes.	050-1-cm
95	cn	Pegamentos.	170-9-cn/212-9-cn
96	cñ	Pelo largo no recogido.	110-2-cñ
97	co	Pendientes pronunciadas.	020-1-co
98	cp	Personas agresivas.	220-1-cp
99	cq	Personas alérgicas.	170-1-cq/170-9-cq
100	cr	Personas con dermatosis profesionales irritativas [263].	170-1-cr/170-9-cr
101	cs	Personas con enfermedades respiratorias y dermatológicas agudas y crónicas.	170-1-cs/170-9-cs
102	ct	Personas especialmente sensibles.	170-1-ct/170-9-ct
103	cu	Piel: superficie descubierta.	190-1-cu
104	cv	Pinturas.	170-9-cv/212-9-cv
105	cw	Plaguicidas.	170-9-cw/212-9-cw
106	cx	Plataformas elevadoras.	010-3-cx/070-1-cx/110-2-cx/120-2-cx/162-2-cx/230-2-cx
107	cy	Productos de limpieza.	170-9-cy/212-9-cy
108	cz	Productos químicos en general.	170-9-cz/180-9-cz/212-9-cz
109	da	Puertas.	050-1-da/070-1-da
110	db	Pulverizadores hidroneumáticos para plaguicidas.	110-7-db
111	dc	Puntas.	060-1-dc
112	dd	Puntales.	030-1-dd/070-1-dd
113	de	Quemadores.	150-2-de/162-2-de/211-2-de
114	df	Radiación solar.	190-1-df
115	dg	Radiadores.	150-2-dg/162-2-dg/211-2-dg
116	dh	Recipientes sobre estanterías.	050-1-dh
117	di	Remolques: enganches.	110-2-di/110-3-di/120-2-di/120-3-di/130-5-di

N° orden	Código agente material específico	Agente/Condición material específico (Seguridad del Trabajo)	Código resultante: riesgo en el lugar de trabajo + agente material genérico + específico
118	dj	Ropa de trabajo.	110-1-dj/140-1-dj
119	dk	Sacos llenos.	030-1-dk/070-1-dk/130-5-dk/212-1-dk
120	dl	Salidas de emergencia.	214-1-dl/214-8-dl
121	dm	Sistemas de alumbrado.	150-1-dm/161-6-dm/162-6-dm
122	dn	Sopletes.	150-7-dn/200-7-dn/212-7-dn
123	dñ	Soportes perimetrales.	030-1-dñ/040-3-dñ/070-1-dñ
124	do	Suelos.	010-1-do/020-1-do
125	dp	Superficies de apoyo húmedas.	010-1-dp/020-1-dp/162-6-dp
126	dq	Sustancias reguladoras del crecimiento.	170-9-dq/212-9-dq
127	dr	Sustancias repelentes.	170-9-dr/212-9-dr
128	ds	Tejido de alambres y de mallas.	030-1-ds/040-1-ds/130-5-ds
129	dt	Testereros y maceteros.	040-3-dt/070-1-dt/130-5-dt
130	du	Testereros y maceteros elevados.	050-3-du/130-5-du
131	dv	Tractores.	110-1-dv/110-3-dv/120-2-dv/120-3-dv/130-2-dv/130-3-dv/150-2-dv/162-2-dv/230-3-dv
132	dw	Transpaletas.	070-1-dw/070-3-dw/110-2-dw
133	dx	Trituradoras de restos vegetales.	110-2-dx/162-2-dx
134	dy	Tubos de escape.	150-7-dy
135	dz	Vapores inflamables.	170-7-dz/170-9-dz/200-7-dz/212-7-dz
136	ea	Ventiladores del sistema evaporativo.	090-2-ea/110-2-ea/162-2-ea
137	eb	Volquetes.	110-2-eb/110-3-eb/120-2-eb/230-2-eb/230-3-eb
138	ec	Zanjas.	010-1-ec/020-1-ec/161-6-ec

(Fuente: elaboración propia).

3.2.4.2. Daños personales causados por los accidentes de trabajo

La Tabla 36 muestra los diferentes daños ocasionados a los trabajadores como consecuencia de la materialización de un AT en función de los riesgos de cada lugar de trabajo.

Así, utilizando los códigos de forma de los riesgos de los lugares de trabajo recogidos en la Tabla 33, así como la relación de las actividades y subactividades desarrolladas y recopiladas en el epígrafe 3.2.2.

(Tareas relacionadas con el trabajo en invernaderos), se ha pretendido establecer una asociación entre cada una de estas con unos determinados daños corporales potencialmente por ellas ocasionados, intentando configurar una clasificación lo más verosímil posible, de manera que se tenga presente la gravedad esperada de dichos daños derivados del trabajo (lesiones leves, lesiones graves y, finalmente, probabilidad elevada de que puedan desembocar en la muerte del accidentado) en función de los registros históricos de AT.

Tabla 36. Lesiones sufridas por los trabajadores a causa de un AT en función de los riesgos de los lugares de trabajo.

Código riesgos lugares trabajo	Daños corporales ocasionados	Actividades y subactividades realizadas en el momento del AT (epígrafe 3.2.2.)
010	La gravedad depende de la altura, estado físico del trabajador, tipo de caída y superficie de contacto [263]: I. Lesiones leves: contusiones, esguinces, heridas, luxaciones y torceduras. II. Lesiones graves: fracturas. III. Riesgo probable de muerte.	1.b/2/4.a/11.b/13.c/14.a/14.c/14.e/14.f/14.g
020	La gravedad depende del tipo de caída, estado físico del trabajador y superficie de contacto [263]: I. Lesiones generalmente leves: contusiones, esguinces, heridas, luxaciones y torceduras. II. Lesiones raramente graves: fracturas.	1/2/3/4/5/6/7/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/14.b/14.c/14.d/14.e/14.f/14.g/15
030	Determinados elementos estructurales, permanentes o provisionales, pierden estabilidad y caen sobre los trabajadores: I. Lesiones raramente leves: contusiones y heridas. II. Lesiones generalmente graves: fracturas, traumatismos craneoencefálicos y lesiones medulares. III. Riesgo probable de muerte.	2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13.d/13.e/14/15
040	Caída de objetos pesados durante su transporte, que suele causar traumatismos en extremidades inferiores y espalda [263]: I. Lesiones generalmente leves: contusiones, esguinces, heridas, luxaciones, distensiones y torceduras. II. Lesiones raramente graves: fracturas en extremidades inferiores.	1.a/1.c/2/3.a/3.b/3.c/3.f/3.h/5.e/6.b/7/9/10/11/12.a/12.b/13.a/13.c/13.d/14.a/14.d/14.g/15
050	Caída de objetos que no se están manipulando y que se desprenden de su ubicación. I. Lesiones generalmente leves: contusiones, esguinces en extremidades superiores, heridas, luxaciones y torceduras: II. Lesiones raramente graves: fracturas en extremidades superiores, traumatismos craneoencefálicos y lesiones medulares. III. Riesgo improbable de muerte.	2.e/2.f/3.b/3.c/3.f/3.h/7.b/7.c/9.b/9.d/10/11.a/13.a/13.c/13.d/14.e/14.f/15.a
060	Pisada sobre pequeños objetos abandonados en el suelo sin causar caídas al mismo o distinto nivel: I. Lesiones leves en la planta del pie: heridas incisivas o cortantes.	1/2/3/4/5/6/7/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/14/15
070	Colisión intempestiva del trabajador con un objeto fijo en situación de reposo. Su gravedad depende de la fuerza del impacto, del tipo de superficie del objeto golpeado y de la zona corporal afectada: I. Lesiones frecuentemente leves: contusiones y heridas. II. Lesiones raramente graves: fracturas.	2/3/4/5/6/7/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/13.e/14/15
080	Colisión intempestiva del trabajador con las partes móviles de un objeto. Su gravedad depende de la fuerza del impacto, del tipo de superficie del objeto que golpea y de la zona corporal afectada: I. Lesiones leves: contusiones y heridas. II. Lesiones graves: fracturas, heridas profundas y traumatismos craneoencefálicos.	2/3/4/5/6/7/8.b/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/13.e/14.a/14.b/14.d/14.e/14.f/14.g/15
090	Contacto del cuerpo del trabajador con objetos de superficies agudas, afiladas, penetrantes o abrasivas. Su gravedad depende de la intensidad del golpe, del tipo de superficie del objeto que golpea o corta y de la zona corporal afectada:	1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/13.e/14/15

Código riesgos lugares trabajo	Daños corporales ocasionados	Actividades y subactividades realizadas en el momento del AT (epígrafe 3.2.2.)
	I. Lesiones leves: rozaduras y heridas inciso-contusas superficiales. II. Lesiones graves: fracturas, heridas inciso-contusas profundas y traumatismos craneoencefálicos.	
100	Proyecciones, generalmente procedentes de máquinas, que impactan contra el cuerpo del trabajador, con especial peligro para los ojos. Su gravedad depende de la fuerza del impacto, del tipo de elemento proyectado y de la parte del cuerpo afectada: I. Lesiones generalmente leves: rozaduras, contusiones, pinchazos y heridas incisivas superficiales. II. Lesiones raramente graves [263]: afecciones oculares, fracturas, traumatismos craneoencefálicos, amputaciones y desgarros.	1.a/1.b/2/6.a/9.c/12.a/13.a/13.c/14.b/14.c/14.d/14.e/14.f/14.g
110	El cuerpo del trabajador, o una parte de él, es aprisionado por determinados objetos o mecanismos de máquinas. Su gravedad depende de la fuerza ejercida por el objeto o por la transmisión de la máquina y la parte del cuerpo aprisionada: I. Lesiones raramente leves: rozaduras, heridas incisivas superficiales y pinchazos. II. Lesiones generalmente graves [263]: heridas inciso-contusas profundas, desgarros, amputaciones y fracturas abiertas. III. Riesgo improbable de muerte.	1.b/1.c/2.a/2.b/2.c/2.d/2.f/3.b/3.c/3.f/5.e/6.b/7.b/7.c/10/13.a/13.c/13.d/15
120	El cuerpo del trabajador, o una parte de él, es aprisionado tras el vuelco de máquinas o vehículos. Su gravedad depende de la fuerza ejercida por la máquina, su peso y la parte del cuerpo aprisionada: I. Lesiones raramente leves: rozaduras y heridas inciso-contusas superficiales. II. Lesiones generalmente graves [263]: heridas inciso-contusas profundas, desgarros, amputaciones, lesiones cerebrales y medulares y fracturas abiertas. III. Riesgo probable de muerte.	1/2/3.b/3.c/7.b/7.c/9.c/9.d/13.a/13.b/13.c/13.d/14.a/14.e/14.f/15/16
130	La capacidad física del trabajador se ve superada por las exigencias de la tarea. Su origen se halla en la realización de esfuerzos intensos, como aplicación puntual de fuerza, y en el mantenimiento de posturas forzadas. Su gravedad depende del estado físico del sujeto, del peso, volumen y agarres de la carga, de la duración de la tarea, del sexo, edad, etc.: I. Lesiones generalmente leves: afecciones dorsolumbares no incapacitantes [263], sobrecargas musculares, distensiones y fatiga leve. II. Lesiones raramente graves: las lesiones leves tienden a cronificarse sin tratamiento y sin instauración de medidas correctoras; en estos casos se observan lumbalgias severas incapacitantes, fatiga crónica y hernias discales.	1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16
140	El sujeto trabaja en un ambiente adverso: condiciones termohigrométricas, ruido, vibraciones, etc. Su gravedad depende del estado físico del sujeto, de su nivel de aclimatación, de su experiencia, de su hidratación, del tiempo de exposición, de la ropa de trabajo, de la estacionalidad, del sexo, edad, etc.: I. Lesiones generalmente leves: sudoración profusa, mareos, calambres, insolación, agotamiento físico, sabañones y reumatismo leve (por bajas temperaturas), fatiga auditiva temporal (en función del nivel de exposición diario equivalente), problemas músculo-esqueléticos (por vibraciones) y afecciones dermatológicas. II. Lesiones raramente graves: inconsciencia (muy peligrosa cuando el sujeto trabaja solo), golpe de calor, reumatismo severo y pérdidas auditivas por ruidos de impacto [263].	1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/13.e/14/15
150	Una parte descubierta del cuerpo del trabajador contacta con llamas o con superficies o líquidos muy calientes. Su gravedad depende de la temperatura, del tiempo de exposición y de la superficie corporal afectada: I. Lesiones generalmente leves: quemaduras de primer grado, y de segundo grado	1/2/3.d/3.f/6.a/7.c/9.c/13.a/13.c/14.e/14.a/14.b/14.d/14.e

Código riesgos lugares trabajo	Daños corporales ocasionados	Actividades y subactividades realizadas en el momento del AT (epígrafe 3.2.2.)
	superficiales. II. Lesiones raramente graves: quemaduras de segundo grado profundas y de tercer grado.	
161	Contacto directo del cuerpo del trabajador con partes activas o en tensión. Su gravedad depende del voltaje y de la intensidad de la descarga eléctrica, del tipo de corriente (alterna o continua), de los EPI utilizados por el trabajador, de la existencia de superficies húmedas o mojadas y de la trayectoria de la corriente: I. Lesiones muy raramente leves: pequeñas quemaduras eléctricas, contracciones y dolor muscular, adormecimiento, debilidad, cefaleas y problemas auditivos. II. Lesiones generalmente graves: fracturas, arritmias, ataques cardíacos, carbonización de una parte del cuerpo y tetanización muscular. III. Riesgo probable de muerte.	1.b/2.a/2.b/2.e/14.a/14.e
162	Contacto directo del cuerpo del trabajador con partes inactivas o que no están en tensión. Su gravedad depende del voltaje y de la intensidad de la descarga eléctrica, del tipo de corriente (alterna o continua), de los EPI utilizados por el trabajador y de la existencia de superficies húmedas o mojadas: I. Lesiones generalmente leves: contracciones y dolor muscular, adormecimiento, debilidad, cefaleas y problemas auditivos. II. Lesiones raramente graves: arritmias, desvanecimientos y ataques cardíacos. III. Riesgo improbable de muerte.	1.a/1.b/2/3.f/6.a/9.c/13.a/13.c/13.d/13.e/14.a/14.d
170	Contacto directo, ingestión o inhalación de sustancias químicas peligrosas para la salud. Su gravedad depende de las características químicas de la sustancia, del tiempo de exposición, de la vía de entrada del producto en el organismo, del estado físico del sujeto y de la zona corporal afectada en caso de contacto directo: I. Lesiones generalmente leves [263]: quemaduras superficiales y ampollas, dermatitis, irritación de las mucosas, congelación de la piel (amoníaco anhidro), tos, deshidratación, cefaleas, somnolencia y dolor muscular. II. Lesiones raramente graves: desvanecimientos, intoxicaciones agudas, envenenamiento, afecciones respiratorias graves y problemas oculares.	3.b/3.c/9/10/12.c/14.d/14.f/14.g/15
180	Contacto directo, ingestión o inhalación de sustancias cáusticas o corrosivas. Su gravedad depende de las características químicas de la sustancia, del tiempo de exposición, de la vía de entrada del producto en el organismo y de la zona corporal afectada en caso de contacto directo: I. Lesiones generalmente leves [263]: quemaduras superficiales y ampollas, dermatitis, irritación de las mucosas, tos, deshidratación, cefaleas, somnolencia y dolor muscular. II. Lesiones raramente graves: quemaduras de segundo grado profundas y de tercer grado, desvanecimientos, intoxicaciones agudas, envenenamiento, afecciones respiratorias graves y problemas oculares.	9/10/12.c/14.d/14.f/14.g/15
190	Exposición prolongada e intensa del trabajador a los rayos solares. Su gravedad depende del estado físico del trabajador, de su nivel de aclimatación, de su experiencia, de su hidratación, de la ropa de trabajo, de la estacionalidad, del sexo, edad, etc., del grado de pigmentación de su piel, del empleo de EPI y del tiempo de exposición: I. Lesiones generalmente leves: sudoración profusa, mareos, calambres, insolación, agotamiento físico, quemaduras superficiales y dermatitis. II. Lesiones raramente graves: golpe de calor y cáncer de piel (para exposiciones muy prolongadas e intensas).	1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13.a/13.c/13.d/13.e/14/15
200	Liberación intempestiva y violenta de gran cantidad de energía que incrementa rápida y bruscamente la presión, acompañada de desprendimiento de calor, gases y ruido. Su gravedad depende de la cantidad de energía liberada, del nivel de ruido producido, de la distancia a la que se encuentre el trabajador, de	1.b/2.a/2.e/2.f/14.e

Código riesgos lugares trabajo	Daños corporales ocasionados	Actividades y subactividades realizadas en el momento del AT (epígrafe 3.2.2.)
	<p>los EPI empleados, de si se trata de un lugar abierto o cerrado y de la generación de llama: I. Lesiones raramente leves: quemaduras superficiales, heridas inciso-contusas, pinchazos, alteraciones auditivas y oculares leves, desorientación y cefaleas. II. Lesiones generalmente graves: quemaduras de tercer grado, heridas inciso-contusas profundas, lesiones oculares y auditivas graves, fracturas, desgarros, amputaciones y traumatismos craneoencefálicos. III. Riesgo probable de muerte.</p>	
211	<p>La conjunción de sustancias combustibles, un agente comburente, un foco de ignición y la materialización de la reacción química del fuego, en un instante concreto, origina un incendio. Su gravedad depende de la cantidad y tipo de materiales combustibles y la disponibilidad de agentes comburentes: I. Lesiones generalmente leves: quemaduras superficiales, e intoxicación transitoria y problemas oculares leves debido al humo. II. Lesiones raramente graves: quemaduras de tercer grado, problemas respiratorios graves y riesgo de daño cerebral debido a la ausencia de O₂. III. Riesgo improbable de muerte.</p>	1.a/1.b/2.e/2.f/3.d/10/14.b/14.e/15
212	<p>Determinadas condiciones materiales favorecen el crecimiento, propagación y extensión del incendio. Su gravedad depende de la cantidad y tipo de materiales combustibles y disponibilidad de agentes comburentes: I. Lesiones generalmente leves: quemaduras superficiales, e intoxicación transitoria y problemas oculares leves debido al humo. II. Lesiones raramente graves: quemaduras de tercer grado, problemas respiratorios graves y riesgo de daño cerebral debido a la ausencia de O₂. III. Riesgo improbable de muerte.</p>	1.a/2.d/2.e/2.f/3.c/3.d/5.e/6.b/9.d/15
213	<p>Medios materiales y humanos disponibles para atajar el incendio y evitar su crecimiento, hasta su extinción o hasta la llegada de ayuda exterior. Su gravedad depende de la cantidad y calidad de los medios existentes y del tiempo de reacción: I. Lesiones generalmente leves: quemaduras superficiales, e intoxicación transitoria y problemas oculares leves debido al humo. II. Lesiones raramente graves: quemaduras de tercer grado, pérdidas de consciencia, problemas respiratorios graves y riesgo de daño cerebral debido a la ausencia de O₂. III. Riesgo improbable de muerte.</p>	
214	<p>Abandono ordenado del lugar de trabajo y posterior concentración de efectivos en un punto considerado seguro. Su gravedad depende del orden y tranquilidad con que se efectúa el desalojo, el entrenamiento del colectivo laboral mediante la realización previa de simulacros, el funcionamiento correcto de las luces de emergencia y, en general, de la calidad de la planificación: I. Lesiones generalmente leves: quemaduras superficiales, contusiones, esguinces y torceduras por caídas, e intoxicación transitoria y problemas oculares leves debido al humo. II. Lesiones raramente graves: quemaduras de tercer grado, pérdidas de consciencia, fracturas por caídas al mismo o distinto nivel, problemas respiratorios graves y riesgo de daño cerebral debido a la ausencia de O₂. III. Riesgo improbable de muerte.</p>	
220	<p>Ataques sufridos por los trabajadores por parte de animales o de otras personas. Su gravedad depende del tipo de animal o de la fortaleza de la persona atacante, del estado físico del atacado, de la disposición de antídotos, corticoides, etc., y de la presencia de compañeros: I. Lesiones generalmente leves: picaduras en sujetos no alérgicos, mordeduras leves, contusiones, esguinces, torceduras, luxaciones, dermatitis y problemas oculares y auditivos leves. II. Lesiones raramente graves: picaduras en sujetos alérgicos, fracturas,</p>	1/2/3/4/5/6/7/8/9.a/9.b/9.d/10/11/12/13.a/13.c/13.e/14/15

Código riesgos lugares trabajo	Daños corporales ocasionados	Actividades y subactividades realizadas en el momento del AT (epígrafe 3.2.2.)
	problemas auditivos y oculares graves y traumatismos craneoencefálicos.	
230	Atropellos causados por vehículos en movimiento. Su gravedad depende del tipo y peso del vehículo, de la velocidad del mismo y de la parte corporal afectada: I. Lesiones raramente leves: heridas inciso-contusas, rozaduras, esguinces, torceduras y luxaciones. II. Lesiones generalmente graves: heridas inciso-contusas graves, fracturas abiertas, desgarros, amputaciones, lesiones medulares y traumatismos craneoencefálicos. III. Riesgo probable de muerte.	1.a/1.b/2.a/3.b/7/13.a/13.a/13.b/13.c/16

(Fuente: elaboración propia).

3.2.4.3. Medidas preventivas generales

Las principales medidas preventivas generales aplicables a los trabajos de invernadero consisten en:

- a Construir el invernadero sobre terreno estable, alejado de zonas inundables y de áreas de fuertes vientos.
- b Vigilar la estabilidad estructural ante la acción de las inclemencias atmosféricas y de las cargas y tensiones máximas [264].
- c Revisar periódicamente el estado de la estructura del invernadero. La deficiente sujeción de los plásticos debilita la seguridad de la instalación.
- d Procurar que la ventilación de la instalación sea la adecuada.
- e Proporcionar los medios necesarios para el establecimiento de unas instalaciones que permitan y faciliten el desarrollo de unas buenas condiciones higiénicas personales (duchas, taquillas, lavabos, etc.).
- f Controlar, periódicamente, tanto la potabilidad del agua de consumo humano, como la calidad del agua de riego.
- g Evitar la utilización de máquinas, aparatos, herramientas, vehículos, etc., en mal estado o no mantenidos [265].
- h Mantener cada cosa en su sitio y procurar un sitio para cada cosa.
- i Utilizar los EPI necesarios y adecuados para cada tarea y función. Deben disponer de Marcado CE; han de ser revisados periódicamente teniendo en cuenta su fecha de caducidad; el propietario está obligado a reponer los EPI que estén defectuosos y a conservarlos adecuadamente.
- j Seguir procedimientos de trabajo seguro en cada una de las tareas.
- k Formar e informar a los trabajadores.

3.2.4.4. Medidas preventivas específicas

Las medidas preventivas específicas más importantes aplicables a los principales agentes materiales específicos relacionados con los riesgos de seguridad en las instalaciones invernadas se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37. Medidas preventivas específicas diseñadas para combatir los principales riesgos de seguridad.

N° orden	Código agente material específico	Medidas preventivas específicas
1	j: e/ao/bw/bx/cu/df/dj	<p>α. Controlar las condiciones termohigrométricas, velocidad del viento, etc.</p> <p>β. Establecer descansos cortos pero frecuentes.</p> <p>γ. Adecuar la carga de trabajo al nivel de aclimatación del trabajador y a su estado físico.</p> <p>δ. Evitar <i>shock</i> térmico: aclimatación gradual e impedir cambios bruscos de temperatura.</p> <p>e. Suspender los trabajos si las condiciones ambientales y climatológicas son adversas.</p> <p>ζ. Procurar la menor exposición posible de piel a la acción del sol y sus radiaciones.</p> <p>η. Ingerir bebidas isotónicas para evitar deshidratación.</p> <p>θ. Evitar consumo de alcohol, drogas y cafeína ante grandes variabilidades térmicas.</p> <p>ι. Utilizar ropa de trabajo transpirable y adecuada a la tarea.</p>
2	l: dj	<p>α. Comprobar el correcto montaje del invernadero y verificar su estado periódicamente.</p>
3	m: cq/ct	<p>α. Averiguar si existen personas alérgicas o especialmente sensibles a picaduras, etc.</p> <p>β. Instaurar medidas de prevención y protección contra agentes biológicos: mallas, etc.</p> <p>γ. Poseer un botiquín surtido de antídotos, antiinflamatorios, corticoides, etc.</p>
4	p: dj	<p>α. Instalar protecciones perimetrales.</p> <p>β. Evitar el trabajo en solitario en la limpieza de la balsa de riego [207].</p>
5	ag: dj	<p>α. Evitar su uso como aparato de elevación de personas; no es una plataforma [263].</p>
6	ay: u/y/ao/bw	<p>α. Habilitar un área específica para depositar objetos, herramientas o materiales [266].</p> <p>β. Instaurar medidas de protección colectiva: redes, líneas de vida, etc.</p> <p>γ. Tener en cuenta la baja resistencia y la alta fragilidad del material de cubierta.</p> <p>δ. Suspender los trabajos si las condiciones ambientales y climatológicas son adversas.</p> <p>ζ. Considerar que muchas cubiertas poseen pendientes significativas.</p> <p>η. Mantener alejados a los trabajadores de las líneas de alta tensión.</p> <p>θ. Desplazarse sobre la cubierta en cuclillas o de rodillas [207].</p> <p>ι. Extremar la precaución en el manejo de las bobinas del plástico de cubierta.</p> <p>ξ. Seguir procedimientos de trabajo seguros y específicos para las tareas de cubierta.</p>
7	bh: v/ad/añ/aq/ar/as/bd/bj/bo/ by/cj/db/dn/dy/dz	<p>α. Disponer válvulas de seguridad para controlar la presión.</p> <p>β. Comprobar periódicamente el estado de abrazaderas, juntas y manguitos.</p> <p>γ. No dirigir el fluido a presión hacia las personas.</p> <p>δ. Aislar térmicamente la superficie de las conducciones de agua caliente, aire y gases [207].</p>
8	bi: g/al/am/ap/av/bj/bo/dn/dz	<p>α. Disponer de medios de extinción apropiados para cada tipo posible de fuego.</p> <p>β. Mantener y revisar periódicamente los extintores y equipos contra incendios.</p>

N° orden	Código agente material específico	Medidas preventivas específicas
		<p>γ. Evitar acumulaciones de objetos, especialmente aquellos fácilmente combustibles.</p> <p>δ. Extremar el cuidado en trabajos de soldadura u otros que generen chispas [207] [264].</p> <p>e. Conservar la instalación eléctrica en buen estado.</p> <p>ζ. Mantener cerrados aquellos recipientes que contengan sustancias volátiles e inflamables.</p>
9	bk: ñ/q/ac/ce	<p>α. Utilizar escaleras con Marcado CE u homologadas y no de tipo casero o improvisadas.</p> <p>β. Revisar periódicamente el estado de las escaleras manuales.</p> <p>γ. No exceder el ángulo máximo de inclinación de una escalera manual [207].</p> <p>δ. Fijar la escalera firmemente al suelo y en la parte superior y asegurada por un compañero.</p> <p>e. No pintar los peldaños de una escalera manual.</p> <p>ζ. Evitar el trabajo fuera de la vertical de la escalera; bajarse de ella para desplazarse.</p> <p>η. Utilizar cinturones de seguridad u otras medidas para trabajos a más de 3,5 m de altura.</p> <p>θ. Usar cinturones de seguridad en trabajos que requieren movimientos o esfuerzos difíciles.</p> <p>ι. Verificar el sistema anti-apertura en las escaleras de tijera.</p> <p>ξ. Impedir que bancos, cajas de frutas y mesas de invernadero se empleen para ganar altura.</p>
10	bn: f/g/o/ak/aw	<p>α. Evitar la acumulación de chatarra y objetos innecesarios, sobre todo en lugares de paso.</p> <p>β. Señalizar correctamente los obstáculos que no puedan ser eliminados.</p> <p>γ. Verificar la calidad del agua potable y de riego; realizar comprobaciones periódicas.</p> <p>δ. Eliminar eficazmente todos los desechos, especialmente si contienen materia orgánica.</p> <p>e. Mantener una distancia suficiente entre bancadas, así como entre líneas de cultivo [264].</p> <p>ζ. Seguir procedimientos de trabajo seguros y específicos para las tareas de limpieza.</p>
11	bp: v/ad/ae/as/bg/bj/bo/bz/cj/ cz/de/dy/dz	<p>α. Revisar periódicamente las fuentes generadoras de contaminación ambiental.</p> <p>β. Medir regularmente las concentraciones de gases, especialmente cuando se use CO₂.</p> <p>γ. Evitar en lo posible el empleo de motores de explosión en el interior del invernadero.</p> <p>δ. Disponer de un sistema de ventilación eficaz.</p> <p>e. Instalar sistemas de extracción localizada en fuentes de generación de humos, gases, etc.</p> <p>ζ. Extremar las precauciones si hay que limpiar fosas sépticas.</p>
12	bs: bh/cc	<p>α. Utilizar las herramientas correctamente y para las tareas para las que fueron diseñadas.</p> <p>β. Evitar la retirada de los resguardos de las herramientas.</p> <p>γ. Revisar periódicamente el estado de las herramientas.</p> <p>δ. Conservar las herramientas en un lugar adecuado.</p>
13	bt	<p>α. Utilizar las herramientas correctamente y para las tareas para las que fueron diseñadas.</p> <p>β. Revisar periódicamente el estado de las herramientas.</p> <p>γ. Conservar las herramientas en un lugar adecuado.</p>

N° orden	Código agente material específico	Medidas preventivas específicas
14	cp	<p>α. Evitar, en lo posible, que un trabajador permanezca solo y aislado durante la jornada.</p> <p>β. Procurar un clima laboral distendido, relajado y de respeto mutuo.</p> <p>γ. Prohibir el consumo de alcohol y drogas en el trabajo.</p>
15	<p>cw: bh/bp/cf/cl/cr/cs/ct/cu/db/dj</p>	<p>α. Evitar el contacto directo con los plaguicidas.</p> <p>β. Poseer el carné de manipulador de productos fitosanitarios expedido por las AAPP [264].</p> <p>γ. Leer y comprender la etiqueta del envase del plaguicida.</p> <p>δ. Neutralizar y recoger cualquier tipo de derrame.</p> <p>e. Utilizar ropa de trabajo impermeable, adecuada a las exigencias de la tarea.</p> <p>ζ. Realizar los tratamientos fitosanitarios durante las horas de menos calor.</p> <p>η. Prohibir comer, beber o fumar durante la aplicación del tratamiento fitosanitario.</p> <p>θ. Limitar el tiempo de permanencia en el interior al realmente necesario, una vez tratado.</p> <p>ι. Respetar los plazos de seguridad antes de volver a trabajar en invernaderos tratados.</p> <p>κ. Respetar los plazos de seguridad antes de cosechar.</p> <p>μ. Señalizar (y bloquear) el acceso a invernaderos en tratamiento o recién tratados [264].</p> <p>ν. Lavar la ropa de trabajo fuera del hogar.</p> <p>ξ. Tener especial precaución con embarazadas, personas alérgicas y especialmente sensibles.</p>
16	<p>cx: ñ/q/ac/añ/bd/bv/ca/cb/cc/do/dp/ec</p>	<p>α. No subir o bajar de plataformas elevadoras en marcha.</p> <p>β. Utilizar las plataformas sobre suelo estable, sin huecos, zanjas, ni pendientes intensas.</p> <p>γ. Procurar que la superficie de la plataforma no esté húmeda y, por tanto, resbaladiza.</p> <p>δ. Impedir que bancos, cajas de frutas y mesas de invernadero se empleen para ganar altura.</p>
17	<p>cz: a/b/d/k/s/v/aj/al/am/ap/bc/bg/bn/bo/bp/cl/cn/cq/cr/cs/ct/cu/cv/cw/cy/dq/dr/dz/</p>	<p>α. Sustituir los productos químicos peligrosos por otros que lo sean menos.</p> <p>β. Exigir y disponer de las fichas de datos de seguridad de todos los productos adquiridos.</p> <p>γ. Leer y comprender la etiqueta del envase de cualquier sustancia.</p> <p>δ. Neutralizar y recoger, inmediatamente, cualquier tipo de derrame, ventilando después.</p> <p>e. Evitar el contacto directo con piel o mucosas.</p> <p>ζ. No confeccionar mezclas no contempladas en las fichas de datos de seguridad.</p> <p>η. Mantener los recipientes herméticamente cerrados.</p> <p>θ. Almacenar correctamente: lugar ventilado y no agrupar sustancias incompatibles [264].</p> <p>ι. Conservar los recipientes y etiquetas originales; todos los productos deben tener etiqueta.</p> <p>κ. Alejar los productos químicos de cualquier posible foco de calor o de chispas eléctricas.</p> <p>μ. Conocer la normativa que regula el almacenamiento, uso y reciclaje de estos productos.</p> <p>ν. Lavarse profusamente las manos y la cara tras la utilización de cualquier producto.</p> <p>ξ. Tener especial precaución con embarazadas, alérgicos y personas especialmente sensibles.</p>

Nº orden	Código agente material específico	Medidas preventivas específicas
		o. Seguir procedimientos de trabajo seguro, y específicos en tareas con sustancias químicas.
18	dm: cx/dl	<ul style="list-style-type: none"> α. Adaptar el nivel de iluminación a la dificultad de la tarea. β. Eliminar o apantallar los focos de deslumbramiento. γ. Extremar la iluminación en los lugares de trabajo con mayor riesgo mecánico [207]. δ. Limpiar periódicamente las luminarias. e. Reponer las lámparas dañadas. ζ. Vigilar de forma regular y periódica el estado de lámparas y luminarias. η. Atenuar la intensidad de luz natural si resulta excesiva (sombrear). θ. Usar plataformas elevadoras u otros dispositivos seguros para efectuar tareas en altura. ι. Iluminar correctamente las salidas de emergencia. κ. Extremar las precauciones ante posibles contactos térmicos y eléctricos.
19	af/dv: dj	<ul style="list-style-type: none"> α. Respetar las normas de circulación. β. Utilizar chalecos reflectantes. γ. Utilizar ropa de trabajo cómoda y adaptada a la tarea.
20	bl/bm: ñ/az/bñ/cz/dh/dj/dt	<ul style="list-style-type: none"> α. Distribuir correctamente los objetos en las estanterías, sin sobrecargarlas. β. Emplazar en los lugares más accesibles los objetos de mayor uso. γ. Procurar la colocación de objetos siguiendo su secuencia de utilización [267]. δ. Sujetar las estanterías firmemente a elementos sólidos. e. Instalar las estanterías sobre superficies estables, sólidas y homogéneas. ζ. Colocar las cargas más pesadas en los niveles inferiores y viceversa. η. Respetar la altura máxima de los apilamientos. θ. Comprobar periódicamente la solidez de las estanterías.
21	ca/cb: h/n/ad/ac/af/ag/ai/an/aq/b a/bd/bh/bj/br/bs/bu/bz/cc /cd/cf/cg/ch/ci/cj/cñ/cx/de /dg/di/dj/dv/dw/dx/ea/eb	<ul style="list-style-type: none"> α. Utilizar las máquinas siguiendo las recomendaciones recogidas en el manual de uso. β. Procurar que el tamaño de la máquina se adapte al espacio disponible. γ. Adquirir máquinas con resguardos y no retirarlos hasta que se desconecte la máquina. δ. Utilizar sistemas de puesta a tierra en combinación con interruptores diferenciales [264]. e. Mantener la distancia de seguridad con las partes móviles de las máquinas. ζ. Reparar las máquinas siempre con el motor parado y desconectadas de la red eléctrica. η. Respetar el calendario de revisiones establecido por el fabricante. θ. Impedir que las partes móviles invadan zonas de paso y, si esto no es posible, señalar. ι. Evitar la retirada de las protecciones de los ventiladores del sistema evaporativo [207]. κ. Durante el uso de la máquina no llevar la ropa suelta y, si el cabello es largo, recogerlo. μ. Contratar personal especializado para realizar las tareas de mantenimiento y reparación.

N° orden	Código agente material específico	Medidas preventivas específicas
		v. Eliminar o atenuar los ruidos y vibraciones; si esto no es posible, aislar las máquinas.
22	<p>do/dp: c/f/i/o/w/z/ak/at/bb/bn/bq/bv/by/ck/co/dc/ec</p>	<p>α. Eliminar las irregularidades del terreno.</p> <p>β. Evitar zonas de cultivo abancaladas, y si esto no es posible, hacer rampas y señalizar.</p> <p>γ. Impedir la formación de charcos y barro.</p> <p>δ. Cubrir las oquedades del terreno.</p> <p>e. Procurar que el suelo esté limpio, seco y despejado de obstáculos.</p> <p>ζ. Intentar que las conducciones tendidas en el suelo queden soterradas y no sobresalgan.</p> <p>η. Evitar el acceso a zonas peligrosas y, en todo caso, señalizarlas [262].</p> <p>θ. Elegir un suelo antideslizante y poroso para las zonas de paso.</p> <p>ι. Extremar el cuidado cuando se trabaje cerca de acequias, muelles de carga y zanjas.</p>
23	<p>be/bf/cm: ao/bk/bw/cx/da/dd/dñ/ds</p>	<p>α. Asegurar firmemente todos los elementos estructurales del invernadero.</p> <p>β. Usar plataformas elevadoras y escaleras homologadas para acceder a lugares elevados.</p> <p>γ. Suspender los trabajos si las condiciones ambientales y climatológicas son adversas.</p> <p>δ. Adaptar las exigencias de la tarea al estado físico, sexo, edad, etc., del trabajador.</p>
24	<p>y/z/aa/ax/br: h/s/x/ad/ae/ag/al/an/ao/aq/at/av/ba/bs/bu/bw/bz/ca/cb/cg/ch/ci/cx/de/dg/dm</p>	<p>α. Considerar los invernaderos como locales mojados [268].</p> <p>β. Verificar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos eléctricos.</p> <p>γ. Emplear personal especializado para realizar las tareas de mantenimiento y reparación.</p> <p>δ. Utilizar sistemas de puesta a tierra en combinación con interruptores diferenciales [264].</p> <p>e. Suspender los trabajos si las condiciones ambientales y climatológicas son adversas.</p> <p>ζ. Alejar las partes activas de la instalación para evitar contactos eléctricos.</p> <p>η. Evitar la utilización de ladrones.</p> <p>θ. Impedir la manipulación de equipos o instalaciones en condiciones de humedad elevada.</p> <p>ι. Respetar la distancia de seguridad con las líneas aéreas de alta tensión.</p> <p>κ. Averiguar si existen líneas eléctricas soterradas.</p> <p>μ. Usar equipos con alto grado de protección o IP, por la humedad y los plaguicidas [269].</p> <p>ν. Usar cables revestidos de etileno-propileno y cubierta PVC flexible y resistente a H. y T.</p> <p>ξ. Instalar una toma de tierra para la estructura metálica del invernadero [269].</p>
25	<p>cl/cq/cr/cs/ct: a/b/d/e/j/k/m/aj/ap/bc/bg/bn/bp/bx/cn/cu/cv/cw/cy/cz/df/dq/dr/dz</p>	<p>α. Estar embarazada no equivale a estar enferma, pero sí hay que reajustar las tareas.</p> <p>β. Mantener a las personas especialmente sensibles lejos del radio de acción de plaguicidas.</p> <p>γ. Tener presente el estado físico del sujeto antes de que trabaje con sustancias peligrosas.</p> <p>δ. Respetar los períodos de aclimatación a las condiciones de un ambiente térmico adverso.</p> <p>e. Realizar anualmente la preceptiva vigilancia de la salud; también a trabajadores noveles.</p> <p>ζ. Instalar mallas anti-insectos, sobre todo si hay trabajadores alérgicos a picaduras.</p>

N° orden	Código agente material específico	Medidas preventivas específicas
		<ul style="list-style-type: none"> η. Conservar, en todo momento, unas condiciones higiénicas apropiadas. θ. Procurar a los trabajadores un ambiente interior ventilado y lo más confortable posible. ι. Mantener un buen estado de hidratación para soslayar los temidos golpes de calor. ζ. Proteger la piel de la acción del sol y del ambiente para evitar problemas dermatológicos. μ. Administrar la vacuna antitetánica. ν. Disponer de un botiquín completo; también sala de curas si hay muchos trabajadores.
26	af/ag/bz/ci/cx/dv: n/di/do/eb	<ul style="list-style-type: none"> α. Adaptar el tamaño de los vehículos al espacio disponible en la explotación. β. Procurar que vehículos y peatones circulen por zonas diferentes. γ. Eliminar las irregularidades y oquedades del terreno; conservar el firme en buen estado. δ. Emplear el vehículo más adecuado para las exigencias de la tarea. ε. Circular a velocidad reducida. ζ. Activar los dispositivos luminosos y acústicos para señalar desplazamientos. η. Adquirir vehículos con bajos niveles de ruido, vibraciones y emisiones de gases. θ. Seguir las instrucciones del fabricante, importador o suministrador de los vehículos. ι. Extremar la precaución en zonas de tránsito de peatones. κ. Vigilar (girar cabeza, espejos especiales) ángulos muertos del vehículo en las maniobras. μ. Contratar personal especializado para realizar las reparaciones y tareas de mantenimiento. ν. Reparar y mantener el vehículo con el motor parado, frenado y en punto muerto. ξ. Respetar el calendario de revisiones periódicas de los vehículos. ο. No subir ni bajar de vehículos en movimiento. π. Subir y bajar de los vehículos pesados siempre de cara a ellos y por los peldaños.
27	r/s/t/u/v/ac/ah/au/aw/a z/ba/be/bf/bh/bñ/bs/by /cc/ce/cf/di/dk/ds/dt/du : cl/ct	<ul style="list-style-type: none"> α. Adaptar la capacidad física del trabajador a las exigencias de la tarea. β. Impedir la realización de grandes esfuerzos, como aplicación puntual de fuerza intensa. γ. Emplear, siempre que sea posible, medios mecánicos para manipular cargas pesadas. δ. Solicitar la ayuda de compañeros para manipular cargas pesadas sin medios mecánicos. ε. Respetar las cargas máximas en función del sexo y edad del trabajador. ζ. Evitar el mantenimiento de posturas forzadas; facilitar cambios posturales. η. Posibilitar un número adecuado de descansos cuando el trabajo sea físicamente penoso. θ. Realizar un calentamiento muscular antes de afrontar un esfuerzo intenso no evitable. ι. Seguir procedimientos de trabajo seguro, y específicos para tareas de manejo de cargas.

(Fuente: elaboración propia).

3.2.4.5. El accidente de trabajo

Desde un punto de vista legal, la Ley General de la Seguridad Social define el accidente de trabajo (AT) como toda lesión corporal (elemento objetivo) que el trabajador sufre con ocasión o por consecuencia del trabajo (elemento causal) que ejecuta por cuenta ajena (elemento subjetivo) [10] [270]. Esta expresión excluiría del amparo de la ley a los trabajadores autónomos, si bien el Estatuto del trabajo autónomo [271] resuelve esta contingencia. Así, para que un AT sea considerado como tal, debe existir una lesión corporal en el sujeto accidentado, así como una dependencia laboral que permita relacionar su lesión con el ejercicio de una actividad remunerada.

El elemento objetivo del AT ampara la materialización de cualquier tipo de lesión, física o psíquica, con inclusión de la afección psicósomática y la enfermedad producida por un deterioro lento y progresivo [272] [273]. El elemento causal establece una vinculación entre el hecho y sus circunstancias, entre el trabajo realizado y el lugar de su ejecución [274]; así pues, los tribunales admiten como requisito suficiente para la calificación de AT la relación causal directa o indirecta de la lesión con el trabajo [272] [275]. El elemento subjetivo requiere la existencia de una relación laboral basada en un contrato de trabajo vigente por cuenta ajena [276] [277], ampliándose esta cobertura a los trabajadores por cuenta propia [278].

Desde una perspectiva técnico-preventiva, puede definirse el AT como todo suceso anormal, no querido ni deseado, que se presenta de forma brusca e inesperada, aunque normalmente es evitable, y que interrumpe la normal continuidad del trabajo, pudiendo causar lesiones a las personas y pérdidas económicas y materiales. Si el AT causa lesiones corporales, el afectado iniciará una baja laboral asociada a una incapacidad, generalmente de carácter transitorio, con la correspondiente instauración de tratamiento médico.

A lo largo de las últimas dos décadas algunas resoluciones judiciales han ido perfilando la calificación de AT, añadiendo nuevos matices a los supuestos contemplados en la Ley General de la Seguridad Social. Así, son considerados AT:

- a Los que sufre el trabajador al ir o volver del lugar de trabajo (*in itinere*), siempre que se produzcan en el trayecto desde el domicilio habitual al lugar de trabajo y viceversa, que no existan interrupciones entre el trabajo y el accidente, que se emplee el itinerario habitual y que el accidente no sea debido a imprudencia temeraria del conductor/trabajador. La jurisprudencia exige, para que un accidente sea calificado como *in itinere*, que reúna los siguientes requerimientos [277] [279] [280] [281]: teleológico, es decir, el desplazamiento debe estar relacionado y motivado exclusivamente por el trabajo; cronológico, si el accidente se produce en un lapso de tiempo cercano al comienzo o finalización de la jornada laboral; topográfico, cuando el accidente tiene lugar en el trayecto habitual, que a su vez debe ser el más adecuado; y mecánico, que exige la idoneidad e inocuidad del medio de transporte empleado.
- b Los que tienen lugar en desplazamientos realizados dentro de la jornada laboral (en misión).
- c Los que sufre el trabajador como resultado del desempeño de su actividad sindical.
- d Los ocurridos con ocasión o por consecuencia de la realización de tareas distintas a las de la categoría profesional del sujeto accidentado.
- e Los acaecidos en actos de salvamento y en otros de carácter análogo, siempre que tengan conexión con el trabajo.
- f Las enfermedades que contraiga el trabajador con motivo de la realización de su trabajo, si se prueba que la enfermedad tuvo por causa exclusiva la ejecución del mismo y siempre que dichas

patologías no estén incluidas en el Cuadro de Enfermedades Profesionales del R.D. 1299/2006 [11].

- g Las enfermedades o deterioros, padecidos con anterioridad por el trabajador, que se agraven como consecuencia de la lesión constitutiva del accidente.
- h Las consecuencias del accidente que resulten modificadas en su naturaleza, duración, gravedad o terminación, por enfermedades intercurrentes, que constituyan complicaciones derivadas del proceso patológico determinado por el accidente mismo o tengan su origen en afecciones adquiridas en el nuevo medio en que se haya situado el paciente para su curación.
- i Los debidos a imprudencias profesionales; es decir, cuando los accidentes son el resultado del ejercicio habitual de un trabajo o profesión y de la confianza que estos inspiran al accidentado.
- j La concurrencia de culpabilidad civil o criminal del empresario, de un compañero de trabajo del accidentado o de un tercero, salvo que no guarde relación alguna con el trabajo.

Por el contrario, no tienen la consideración de AT:

- a Los que sean debidos a fuerza mayor extraña al trabajo; es decir, cuando no guarde ninguna relación con el trabajo que se ejecutaba al ocurrir el accidente. No se considera fuerza mayor extraña al trabajo la insolación, el rayo, etc.
- b Los que sean debidos a dolo o a imprudencia temeraria del trabajador accidentado.
- c Los accidentes derivados de la actuación de un individuo ajeno a la empresa.

3.2.5. Riesgos higiénicos específicos de invernaderos

El aspecto más llamativo que singulariza a la actividad agrícola es el elevado número de tareas, máquinas, productos químicos, etc., que los trabajadores han de realizar y utilizar; por otra parte, no existen datos fiables de siniestralidad y, menos aún, de enfermedades profesionales (EP) realmente generadas [282]. De hecho, tras la construcción, industria y transporte, el agrario es el sector laboral de mayor mortalidad [283]. Las tareas suelen desarrollarse al aire libre o en el interior de invernaderos, por lo que los trabajadores están expuestos, frecuentemente, a unas condiciones ambientales desfavorables (bruscos cambios de temperatura, elevada humedad e insolación, ambientes cargados y corrientes de aire originadas por los sistemas automáticos de refrigeración), a la presencia de residuos de diferentes sustancias químicas, así como a contactos ocasionales con animales y plantas; todos ellos con la capacidad potencial de provocar episodios de hipersensibilidad, alérgicos, infecciosos y tóxicos.

Los trabajadores de invernaderos realizan su actividad en espacios semiconfinados, con riesgos higiénicos diferentes a los del resto de trabajadores agrícolas [284], y donde las condiciones ambientales son siempre las óptimas para el progreso del cultivo y no para el confort del trabajador [285]. En España, el principal problema es el estrés térmico por calor, que causa un importante deterioro de la salud del trabajador, incrementa la siniestralidad y agrava las posibles enfermedades crónicas previas acortando, por consiguiente, la vida laboral y causando muertes prematuras [286]. La Higiene Industrial clasifica los contaminantes ambientales en físicos, químicos y biológicos [287]. A continuación se comentan los principales para cada uno de ellos.

3.2.5.1. Riesgos higiénicos físicos

3.2.5.1.1. Evaluación del ambiente térmico

En los invernaderos, los trabajadores están expuestos a condiciones de humedad y calor intensos, y frío y radiación que pueden causarles episodios de estrés térmico [286]. Un ambiente laboral muy caluroso transgrede poderosamente el sistema de termorregulación interna y, por consiguiente, el cardiovascular [288] [289]. Sin una adecuada hidratación [288] [290] disminuye la eficacia y rendimiento del sujeto [291] y se relajan los mecanismos de alerta, circunstancias que inducen una menor seguridad laboral [292] y un incremento, por tanto, del riesgo potencial de AT [293].

El calor interno del organismo del trabajador aumenta ante valores ambientales extremos (temperatura y humedad), ocasionando un desequilibrio electrolítico [288] [294] que puede desembocar en la materialización de un golpe de calor si su exceso no se elimina mediante la sudoración [288]. Con carácter previo aparecen determinados síntomas, como disconfort, distracciones, errores, irritabilidad, agresividad, temblores, pulso irregular e, incluso puede acabar con la muerte de la persona afectada [288] [290] [295] [296] [297].

Para evaluar el estrés térmico en el puesto de trabajo existen diferentes índices, clasificados en tres grupos en función de su naturaleza [298] [299] [300]:

- a Los que utilizan las ecuaciones del balance de calor, conocidos también con el nombre de índices racionales.
- b Los basados en los estados de tensión, o índices empíricos.
- c Los cimentados en la medida directa de variables ambientales, o índices directos, que son los más fácilmente registrables y aplicables; entre ellos se encuentra el más utilizado de todos, el Índice WBGT [294] [301], complementado con determinados estándares, como el ISO 7243 [302].

El Índice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*), o índice por estrés térmico, expresa las características de un determinado ambiente, no debe sobrepasar cierto valor límite y para su cálculo considera las siguientes variables: temperatura y movimiento del aire (T_a y v_a), temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo (T_g), humedad, exposición al sol (fecha y hora), tipo de vestimenta de trabajo y su grado de aislamiento (su valor normal para verano es de 0,6 clo, que corresponde a pantalón y camiseta de manga corta, si bien muchos trabajadores utilizan ropa aún más ligera, o incluso trabajan con el torso desnudo en las horas de mayor calor [258]), así como el esfuerzo del individuo en función de la tarea desempeñada; es decir, del calor generado por su metabolismo durante el trabajo en un tiempo determinado y, por tanto, del grado de dificultad de la actividad física desarrollada [293] [303]. Ese calor metabólico puede estimarse a través del consumo de O_2 del sujeto estudiado [301].

El Índice WBGT utiliza criterios de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, de la *Occupational Safety and Health Administration* y del estándar ISO, en combinación con el Índice de Voto Medio Estimado o PMV (*Predicted Mean Vote*) [304] y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD).

Para abordar el cálculo del PMV se emplean valores de T_a , HR, temperatura radiante (T_{rad}), velocidad del aire (v_a), tipo de actividad y vestimenta [305]. La Tabla 38 muestra los valores de referencia del Índice WBGT para personas aclimatadas y no aclimatadas dependiendo del tipo de gasto metabólico [302].

Tabla 38. Valores de referencia del Índice WBGT en relación al gasto metabólico en personas aclimatadas y no aclimatadas al calor [302].

Tipo de metabolismo	Tasa metabólica (W)	Valor límite WBGT personas aclimatadas (°C)	Valor límite WBGT personas no aclimatadas (°C)
Clase 0: metabolismo basal	115	33	32
Clase 1: metabolismo bajo	180	30	29
Clase 2: metabolismo moderado	300	28	26
Clase 3: metabolismo alto	415	26	23
Clase 4: metabolismo muy alto	520	25	20
Cada clase metabólica está relacionada con determinados tipos de actividad (Anexo E de la Norma UNE-EN ISO 7243:2017).			

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la Norma UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada) [302]).

Es necesario respetar un período de aclimatación, para trabajadores nuevos, de 8-10 días, en el que habrán de ocuparse de tareas que requieran menores demandas físicas, y procurándoles, en todo caso, un correcto nivel de hidratación [290] [306].

Otros índices empleados para evaluar el ambiente térmico son:

- a WCI (*Wind Chill Index*): evalúa el frío padecido por los trabajadores bajo diferentes condiciones de temperatura y velocidad del aire [307].
- b IREQ (Aislamiento Requerido de la Ropa): determina e interpreta el estrés térmico debido al frío empleando el aislamiento requerido del atuendo de trabajo y los efectos del enfriamiento local [308].
- c IST o estrés térmico y sobrecarga térmica (*Heat Stress Index*, HSI): relaciona el estrés térmico con la sudoración corporal, analizando la proporción entre la evaporación necesaria para mantener equilibrado el mecanismo termorregulador del cuerpo y la evaporación máxima que podría alcanzarse en ese mismo ambiente térmico [309].
- d HI (*Humidex Index*): resulta útil en condiciones de elevada humedad y temperatura y ausencia de velocidad del aire.
- e ESI (*Environmental Stress Index*): presenta cierta correlación con el Índice WBGT, aunque los valores del Índice ESI suelen ser algo mayores ($R^2 = 0,960$) [310] [311].

En definitiva, aunque todos los índices mencionados presentan diferentes limitaciones [292], el WBGT es el que muestra mayor fiabilidad en condiciones de elevada humedad relativa y baja velocidad del aire [301] (variables habituales en el interior de un invernadero).

3.2.5.1.2. Patologías causadas por un ambiente térmico hostil por calor

En el trabajo, un ambiente térmico desfavorable por calor puede causar diversas patologías e, incluso, accidentes de trabajo. Así, en el sector de la construcción (incluida la actividad constructiva de invernaderos), el calor interviene en el 0,1% de los siniestros y es el responsable directo del 0,2% de los

accidentes mortales [233]. El calor es un peligro constante en el subsector agrícola [312] y constituye, además, un factor desencadenante de otros accidentes de trabajo [207].

En los invernaderos, las afecciones más frecuentes, cuya etiología está relacionada con un ambiente térmico hostil por calor, son:

- a Erupciones cutáneas: el exceso de sudoración y una humedad elevada provocan enrojecimientos en la piel con ocasionales episodios de prurito que dificultan el desempeño normal del trabajo y la calidad del posterior período de descanso [312].
- b Calambres: son contracciones musculares incontroladas debidas a la pérdida excesiva de electrolitos por el sudor, que desaparecen al hidratar adecuadamente al sujeto afectado.
- c Síncope por calor: la acción de mantener mucho tiempo una misma postura forzada de trabajo impide una correcta irrigación cerebral, sobre todo en sujetos no aclimatados. Su sintomatología inicial se caracteriza por visión borrosa y debilidad, seguidas de bradicardia, mareos y desvanecimientos en sus estadios más graves [312].
- d Deshidratación: no constituye, *per se*, una patología, sino la causa directa de muchas de ellas. Consiste en una pérdida de líquido corporal a través de la sudoración. Sus síntomas son muy heterogéneos, desde los más leves, como sequedad de mucosas, hasta otros de mayor entidad, como fatiga, entorpecimiento, taquicardia, disminución en la frecuencia y volumen de las micciones y sequedad extrema de la piel.
- e Golpe de calor: una intensa actividad física acompañada de un ambiente hostil por calor, sin suficientes períodos de descanso, de reposición de líquidos y sales minerales, puede desencadenar en el organismo del sujeto un cuadro leve, similar al del síncope por calor que, si no se corrige de inmediato, puede derivar a una sintomatología más grave, con náuseas, malestar general, taquicardia, respiración entrecortada (rápida y débil), cefalea, tensión arterial descompensada y ausencia de sudoración; finalmente se produce pérdida de consciencia sin obnubilación, la piel está extremadamente caliente y seca y la temperatura corporal puede sobrepasar los 40,5 °C. El golpe de calor suele producirse, de forma intempestiva, en personas que reúnen alguna o varias de estas condiciones: no aclimatadas al calor, deshidratadas, de débil constitución física, medicadas, obesas, con patologías crónicas o que hayan ingerido alcohol. El colapso del sistema interno de termorregulación dispara la temperatura corporal, puede causar daños en el sistema nervioso central, en las funciones hepática y renal y, si no se trata de inmediato, la muerte del trabajador.

3.2.5.1.3. Prevención del estrés térmico

El riesgo de estrés térmico debe ser evaluado y, para ello, puede utilizarse el mencionado Índice WBGT [302], siempre que el trabajador emplee indumentaria de trabajo de verano y el tiempo de exposición sea prolongado. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) dispone de un calculador del tiempo máximo de exposición permisible para limitar la sobrecarga térmica estimada [313] [314], que permite valorar el riesgo de estrés térmico en ambiente caluroso basado en la estimación de la tasa de sudoración y la temperatura interna que el cuerpo alcanzará en respuesta a las condiciones de trabajo. Si el trabajador emplea determinados EPI, el Índice WBGT es inaplicable; por tanto, será preciso instaurar medidas correctoras de atenuación o eliminación del riesgo.

También es posible evaluar la carga fisiológica por exposición al calor mediante mediciones fisiológicas [315].

Es necesario determinar en qué períodos del día, durante los meses de calor y de mayor actividad, se superan los límites reflejados en los diferentes estándares ya mencionados. La Tabla 39 muestra dichos límites en los intervalos horarios de la jornada laboral, en función de la estacionalidad, del movimiento del aire y del estado de aclimatación del trabajador [288]. El riesgo por estrés térmico es muy alto en los meses de julio y agosto y elevado en junio y septiembre.

Tabla 39. Límites de los intervalos horarios para una jornada de 6:00 a 19:00 h en el verano del sureste español, en función de los valores límite establecidos por el Índice WBGT, según metabolismo, aclimatación y movimiento del aire [288].

Tipo de metabolismo/aclimatación/movimiento aire	Intervalos horarios entre las 6:00 y las 19:00 h en función del estrés térmico				
	2/a	2/n 3/a/m	3/a/c	3/n/m	3/n/c
Límite WBGT (°C)	28	26	25	23	22
Junio (valores medios)	Sin problema	9:40-14:43	8:36-15:47	7:05-17:18	6:29-17:55
Julio (valores medios)	8:37-16:27	6:51-18:14	6:08-18:56	6:00-19:00	6:00-19:00
Agosto (valores medios)	9:03-15:49	7:15-17:37	6:33-18:18	6:00-19:00	6:00-19:00
Septiembre (valores medios)	Sin problema	Sin problema	10:08-14:24	8:00-16:31	7:16-17:15
Junio (valores máximos)	7:07-17:11	6:00-18:38	6:00-19:00	6:00-19:00	6:00-19:00
Julio (valores máximos)	6:43-18:59	6:00-19:00	6:00-19:00	6:00-19:00	6:00-19:00
Agosto (valores máximos)	6:24-17:38	6:00-19:00	6:00-19:00	6:00-19:00	6:00-19:00
Septiembre (valores máximos)	7:50-16:11	6:15-17:46	6:00-18:24	6:00-19:00	6:00-19:00
^a Persona aclimatada / ⁿ Persona no aclimatada					
^c Aire en calma / ^m Aire en movimiento					
Tipo o clase de metabolismo [302]: ² Metabolismo moderado / ³ Metabolismo alto					

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Pérez-Alonso *et al.* [288]).

El empresario tiene a su alcance una sencilla batería de medidas preventivas fácilmente aplicables, destinadas a minimizar o suprimir (controlar, en definitiva) el riesgo de estrés térmico; son las más relevantes:

- a Jornadas de trabajo: su duración debe depender del período estacional de trabajo.
- b Rotación de los trabajadores: muy útil en las horas de mayor calor y para las tareas más pesadas, de manera que los individuos dispongan de períodos de trabajo y descanso diferentes a los habituales, a fin de mantener un buen estado de hidratación y termorregulación interna [290] [306].
- c Régimen de descansos: si existe riesgo por estrés térmico es necesario establecer unos porcentajes de trabajo-descanso por hora [316]; así, este régimen puede alcanzar relaciones de 25%-75% en personas aclimatadas, con ropa de trabajo de verano e hidratados cuando el Índice WBGT alcance valores de 32,2 °C para trabajos ligeros; 31,1 °C para actividades moderadas y

30 °C para tareas pesadas. La relación es de 50%-50% si, para idénticas condiciones, los valores del Índice WBGT son, respectivamente, de 31,4 °C, 29,4 °C y 27,9 °C.

- d Corrección del riesgo: este puede ser controlado y corregido mediante la aplicación de la legislación de seguridad y salud laboral y el diseño e instauración de políticas preventivas basadas en la formación y la experiencia de trabajadores y empresarios [317].
- e Vigilancia de la salud: el empresario está obligado a proporcionar al trabajador vigilancia de la salud con una periodicidad anual.
- f Hábitos saludables de trabajo: mantener la piel y la ropa limpia y seca, utilizar cremas solares en los meses más calurosos, extremar el cuidado higiénico personal, tratar rápidamente las afecciones de la piel, descansar en lugares frescos, realizar ejercicios de estiramiento suaves, respetar los períodos de aclimatación e hidratarse aunque no se tenga sed.
- g Estrés térmico por frío: si la temperatura del aire del invernadero es menor de 10 °C, el riesgo de estrés térmico por frío debe ser evaluado [308].

3.2.5.2. Riesgos higiénicos químicos

Los invernaderos son lugares de trabajo semicerrados en los que, de forma habitual, se emplean diferentes tipos de sustancias químicas destinadas a una importante heterogeneidad de tareas. La Tabla 40 recoge los principales elementos químicos relacionados con la agricultura específicamente desarrollada en invernaderos tecnificados y sus usos y procedencia. Entre los más utilizados se encuentran los fertilizantes, plaguicidas, lejías, derivados del petróleo, desinfectantes, jabones, aceites y todo tipo de sustratos, sobre todo arena, turba y perlita,

Tabla 40. Principales agentes químicos presentes en invernaderos tecnificados y su procedencia y usos específicos.

Agentes químicos	Procedencia	Usos
Ácidos y álcalis	Comercial	Limpieza
Amoniaco	Comercial	Limpieza
Anhídrido sulfuroso (SO ₂)	Gas de combustión	Sin aplicación
Compuestos fenólicos	Comercial	Bioestimuladores agrícolas
Derivados del petróleo	Comercial	Combustibles
Desinfectantes	Comercial	Limpieza
Dióxido de carbono (CO ₂)	Quema restos vegetales	Sin aplicación
	Gas de combustión	Enriquecimiento carbónico/Sin aplicación
	Comercial	Enriquecimiento carbónico
Disolventes	Comercial	Limpieza elementos móviles de equipos
Fármacos (residuos)	Aguas residuales y purines	Sin aplicación
Fertilizantes secos	Comercial	Enriquecimiento del suelo
Fosgenos	Quema de plásticos	Sin aplicación

Agentes químicos	Procedencia	Usos
	Fabricación de pesticidas	Sin aplicación
Grasas y aceites	Comercial	Engrase motores y elementos móviles
Humos de soldadura	Residuos de soldaduras	Sin aplicación
Jabones	Comercial	Limpieza
Lejías	Comercial	Limpieza
Metales pesados	Acumulación en los suelos agrícolas	Sin aplicación
Metano	Putrefacción restos vegetales	Sin aplicación a pequeña escala
Monóxido de carbono (CO)	Gas de combustión	Sin aplicación
	Putrefacción restos vegetales	Sin aplicación
Óxidos nitrosos (NOx)	Gas de combustión	Sin aplicación
Ozono	Comercial	Ozonización del agua de riego
Plaguicidas	Comercial	Tratamientos fitosanitarios
Polvo irritante	Actividad agrícola sobre el suelo	Sin aplicación
Sustratos (turba, arena, lana de roca, fibra de coco, perlita, etc.)	Comercial	Enriquecimiento del suelo

(Fuente: elaboración propia).

3.2.5.2.1. Acumulación de metales pesados en el suelo agrícola

Los metales pesados constituyen un grupo de elementos químicos de alta densidad, como el Al, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn, etc. y que, en determinadas concentraciones, suelen ser tóxicos para los seres vivos. Es importante establecer la concentración de metales pesados en el suelo para evaluar el riesgo potencial para los trabajadores y consumidores. A medida que el suelo envejece, la concentración de metales pesados aumenta. Pueden proceder de aguas subterráneas, de los propios cultivos [318], de aguas de riego y de fertilizantes. Su peligrosidad radica en su toxicidad y persistencia (bioacumulación en el organismo) [319] [320]. Sin embargo, es posible encontrar acumulaciones de metales pesados de origen natural [319] [321]. Su distribución varía en función del tipo de suelo [322]. Así, en tierras abiertas, la presencia de metales pesados depende, principalmente, de la composición química del suelo [319] [323], si bien con las prácticas culturales habituales estos niveles aumentan [324].

Con el paso del tiempo el suelo agrícola se acidifica severamente, afectando a su calidad y a la del ambiente en general [319] [325]. En definitiva, la concentración de metales pesados se incrementa por otros factores, como el grado de intensividad de los cultivos, el tiempo de uso del suelo y la aplicación inadecuada de fertilizantes [319] [322].

En condiciones normales, los niveles de metales pesados en los suelos de invernadero son similares a los valores contemplados en los suelos de tierras agrícolas abiertas. En la comarca del Poniente

Almeriense sólo el 3,7% de los invernaderos presentan contaminación por metales pesados debida, principalmente, al empleo intensivo de fertilizantes y productos fitosanitarios [326].

Los metales pesados más interesantes, desde el punto de vista de la contaminación de suelos agrícolas, son:

- a Cobre (Cu): su concentración se incrementa a medida que se penetra en suelos viejos, de 15-20 años; su valor en el estrato profundo (40-60 cm) puede llegar a ser 1,7 veces superior al del estrato central (20-40 cm), y hasta 1,4 veces superior a la cifra del estrato superficial (0-20 cm) [322]. Algunos parámetros del suelo, como pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y la presencia de óxidos de Al y Fe influyen en su concentración [327]. El Cu forma complejos con moléculas orgánicas, de forma que altera el pH, resultando de ello que este parámetro y la concentración de Cu presenten una relación inversa [328] [329].
- b Cadmio (Cd): posee gran capacidad de migración. Alcanza sus niveles máximos en suelos antiguos (20 años), en los que su concentración es hasta 2,3 veces superior a la de un suelo joven control en su estrato profundo [322].
- c Cromo (Cr): sus niveles de contaminación se presentan en rangos más discretos; así, su concentración puede llegar a ser hasta 1,2 veces mayor en suelos de 11 años que la de un suelo control joven. En suelos de 15 años sus valores medios son de 58,8 ppm, cifra que sube a 59,6 ppm en suelos de 20 años; es decir, 1,48 y 1,50 veces superiores, respectivamente, a los valores del suelo control. El incremento del Cr no es significativo en suelos menores de nueve años. Suele acumularse en el estrato superficial [322].

3.2.5.2.2. Plaguicidas: consideraciones generales

El incremento constante de la agricultura intensiva ha provocado un gran aumento en el empleo de plaguicidas. Los pesticidas o plaguicidas son todas aquellas sustancias, o mezclas de ellas, que se utilizan en los tratamientos fitosanitarios para combatir las plagas agrícolas durante la producción, mercado o elaboración de los alimentos, o toda sustancia que pueda administrarse por aplicación interna a los alimentos para destruir insectos o arácnidos y que incluye herbicidas, insecticidas, acaricidas, bactericidas, fungicidas, rodenticidas, reguladores del crecimiento vegetal, defoliantes, desecantes, agentes que disminuyen la densidad de fruta o evitan su caída prematura; y excluye abonos [330].

Hacia 1925 comenzó el empleo de pesticidas para tratar las plagas que diezmaban las cosechas. Su uso se extendió rápidamente por todo el mundo [331] debido a su fácil aplicación, acción rápida y disminución de la concentración de toxinas en los productos cosechados [332]. El número y tipos de plaguicidas cambian constantemente por diversas razones, como modificaciones en las normativas, escaso rendimiento, precio, clima y peligrosidad para la salud y el medio ambiente [333]. Su uso no debe tener efectos nocivos sobre los seres humanos, animales o medio ambiente, de manera que el establecimiento de unos Límites Máximos de Residuos (LMR) en los productos destinados al consumo humano y animal deben servir para proteger a los consumidores y productores [334]. Se entiende por residuos de plaguicidas aquellas sustancias, incluidos sus principios activos, metabolitos y productos de degradación o de reacción de sustancias activas, utilizadas actualmente o con anterioridad en productos fitosanitarios. Los LMR constituyen el límite legal superior de concentración de un residuo de plaguicida en alimentos o piensos, establecido de conformidad con los estándares europeos, basado en las buenas prácticas agrícolas y la menor exposición del consumidor, y necesario para proteger a toda la población vulnerable [335].

Todo el territorio UE posee los mismos LMR para cada plaguicida, aunque las normativas nacionales pueden endurecer dichos límites. Diversos organismos internacionales se encargan de seguir, revisar y evaluar los LMR a la luz de nuevos datos e informaciones y de valorar, para cada especie vegetal, la ingesta diaria aceptable (ADI) de plaguicidas, la dosis aguda de referencia (ARfD) y la exposición dietética aguda y crónica a estas sustancias [336].

Los plaguicidas presentan las siguientes funciones: protegen a las plantas y sus productos de agentes nocivos, influyen en los procesos vitales de los vegetales, mejoran su conservación y previenen el crecimiento de plantas no deseadas. Para su comercialización deben reunir una serie de requisitos, como no presentar toxicidad al ser humano (trabajadores agrícolas y consumidores), no provocar efectos negativos en el medio ambiente y demostrar su eficacia real [337].

Existen diversos criterios para establecer una clasificación de plaguicidas [338]:

- a Según el tipo de organismo a controlar: insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas, nematocidas, etc.
- b Según el grupo o familia química del principio activo: organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, triazinas, derivados del ácido fenoxiacético, etc.
- c Según su persistencia en el ambiente: persistentes, poco persistentes y no persistentes.
- d Según su toxicidad aguda en ratones y ratas (DL50): muy tóxicos, moderadamente tóxicos, poco tóxicos y mínimamente tóxicos.

Tradicionalmente, los agricultores no han entendido el peligro que supone utilizar plaguicidas de forma continua, incluso a dosis moderadas [332] [339] [340]. Tampoco han sido muy conscientes del destino final de los residuos de plaguicidas en el aire, aguas, suelos, productos cosechados, y sobre ellos mismos, y aunque los más formados conocen sus peligros, a menudo no siguen las debidas precauciones por descuido, por falta de voluntad o de actitud [332], por la incomodidad de los EPI o por no disponer de ellos [332] [341] [342]. Estas sustancias han contribuido notablemente a la pérdida de biodiversidad en humedales, el deterioro de hábitats y la contaminación ambiental [343] [344] [345]. La exposición humana a plaguicidas se produce no sólo durante la aplicación de los tratamientos fitosanitarios o al consumir los productos cosechados, sino también al no ser respetado el plazo de seguridad o de entrada al invernadero tras la fumigación, y que depende del tipo y cantidad de plaguicida empleado, de su principio activo, de la tasa de dispersión del plaguicida, del tiempo transcurrido desde la aplicación, del tiempo de permanencia en esa entrada y de las características de la instalación invernada [346]. Los residuos de estas sustancias se dispersan ampliamente por el ambiente, de manera mucho más fácil en campo abierto que en un espacio semicerrado como un invernadero [347] [348]. Así, los daños sufridos por los trabajadores agrícolas de invernaderos son hasta un 30% superiores a los que padecen los que trabajan en campo abierto [333]. Las vías de entrada en el organismo son las mismas que para cualquier otra sustancia química: dérmica, inhalatoria y oral o digestiva.

La peligrosidad de los plaguicidas depende del tipo de sustancia (composición química y concentración de su principio activo), mecanismo de acción sobre el organismo, forma de empleo y medidas de protección instauradas [349]. Un pesticida es una sustancia química compuesta por un principio activo acompañado de disolventes (especialmente peligrosos si son orgánicos), coadyuvantes, humidificantes, emulsionantes, aditivos y otros productos que facilitan la acción del primero. Para que puedan ser incluidos en la Lista Comunitaria de Sustancias Activas de Fitosanitarios deben pasar controles muy rigurosos en los que se evalúan sus aspectos bioquímicos (toxicocinética) y sus efectos tóxicos sobre el organismo: letales, agudos, irreversibles no letales tras exposición aguda, graves tras exposiciones

repetidas, corrosivos, irritantes, sensibilizantes, y carcinogénicos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción. Además, es preciso considerar sus efectos críticos, como la inhibición (reversible) de la acetilcolina [350] o indicador bioquímico que se altera tras la exposición a organofosforados y algunos carbamatos, la neurotoxicidad, la alteración de la función hepática y renal (órganos de biotransformación y excreción, respectivamente), de la endocrina (tiroides, cápsulas suprarrenales y testículos), digestiva, respiratoria, hemática, dérmica y ósea, así como el desarrollo fetal [349].

Es difícil controlar todos los efectos toxicológicos de una sustancia a largo plazo y tras exposiciones prolongadas, así como los efectos permanentes para exposiciones subagudas. De aquí la necesidad de desarrollar controles biológicos de mayor calidad y de que la vigilancia de la salud sea más exigente [351], de que se lleven a cabo estudios de exposición aguda (DL50 y signos de intoxicación), de exposición subaguda (entre uno y dos meses, aproximadamente), de exposición subcrónica (entre dos y tres meses) y de exposición crónica (de tres meses a dos años que cubran, al menos, el 50% de la vida del animal de experimentación o toda ella) [349].

Como sucede con los metales pesados, los plaguicidas son persistentes, bioacumulativos y, además, son disruptores endocrinos, y pueden permanecer años en el ambiente sin degradarse, acumulándose en el tejido adiposo del organismo afectado; si este es ingerido por otro, persiste la bioacumulación. Las sustancias químicas catalogadas como disruptores endocrinos son absorbidas por el organismo y provocan desequilibrios en el sistema hormonal, incluso en dosis muy bajas (10^{-5} - 10^{-6} ppm), por lo que los valores límite establecidos para los residuos de plaguicidas en alimentos y medio ambiente no son muy seguros ni para estas sustancias [352], ni para aquellas otras que presentan efectos persistentes y bioacumulativos [209].

La contaminación por plaguicidas puede producirse por su deposición atmosférica o bien por el uso de lodos de depuradoras en suelos agrícolas [338]. La cantidad de plaguicida depositado sobre el cultivo o sobre la ropa o piel del trabajador depende de varios factores, como las propiedades químicas del principio activo, su dosis, tipo de cultivo, condiciones ambientales del invernadero (una elevada temperatura disminuye aún más el tamaño de la gota, con lo que aumenta la volatilidad y la facilidad para ser inhalada por el trabajador no protegido) y el diámetro de la gota de pulverización o de microaspersión, que influye de manera inversa en la deriva de pulverización. Los restos de plaguicidas pueden encontrarse en el suelo; aire; aguas subterráneas [353] [354] [355], superficiales [344] [354] [355] [356] y marinas [357]; productos cosechados [358] [359]; miel, por intoxicación de las abejas [335]; residuos agrícolas de todo tipo, incluso los utilizados como alimento animal; y en la leche materna, por ingesta de productos agrícolas contaminados [360] [361]. Su presencia en el suelo agrícola depende del tipo de plaguicida y del porcentaje de arcilla de dicho suelo [362] [363].

La lista de principios activos prohibidos o bajo vigilancia cambia continuamente; así, el clorpirifós, que era el insecticida organofosforado más utilizado en España, fue prohibido por la Unión Europea en el transcurso del año 2020 por su peligro para la salud y el medio ambiente. Mediante el principio de cautela, la administración competente en cada caso, podrá limitar o prohibir el uso de fitosanitarios en determinadas zonas o bajo circunstancias específicas [364] [365]. Todas las explotaciones agrarias españolas que utilicen productos fitosanitarios deben mantener actualizado un registro de los tratamientos efectuados y conservar durante tres años los certificados de inspección de los equipos de tratamiento, los resultados de los análisis de residuos de productos fitosanitarios y los justificantes de entrega de recipientes vacíos de los mismos; además, tanto los usuarios profesionales como los vendedores deben poseer un carné que acredite sus conocimientos y su nivel de capacitación [366].

Los problemas más frecuentes durante la aplicación de tratamientos fitosanitarios son: el empleo ocasional de productos no permitidos o en período de retirada, ausencia de EPI, aplicaciones con otros trabajadores en las proximidades, falta de formación e información y realización de los tratamientos por personas no autorizadas; de hecho, las intoxicaciones son raras entre profesionales que mantienen unos hábitos correctos de trabajo e higiene [352], y no así entre pequeños propietarios que, con frecuencia, ignoran la peligrosidad de estas sustancias [209]. A los factores descritos hay que añadir que el ambiente interior del invernadero (temperatura y humedad elevadas y escasa velocidad del aire) dificulta la utilización de ropa de trabajo que cubra la superficie de la piel incrementándose, por tanto, la exposición del trabajador, así como el aumento de los residuos de plaguicidas en el producto cosechado [358] [359] [367].

3.2.5.2.3. Plaguicidas: toxicocinética

En general, los trabajadores agrícolas han estado expuestos a diferentes tipos de plaguicidas a lo largo de su vida laboral, frecuentemente sin el empleo de EPI, circunstancia que ha causado cierto impacto en la salud pública de algunos lugares del mundo [368]. Muchos de estos trabajadores utilizan composiciones complejas, con mezclas de distintos principios activos [369] que, en la actualidad, suelen tener una permanencia ambiental corta (3-4 días), aunque existe cierta variabilidad en función de cada sustancia. Sin embargo, el indicador de efecto retorno a la normalidad es mucho más lento (semanas, e incluso meses). Existen dos tipos de exposiciones: en la aguda el trabajador está expuesto a una dosis alta en un corto intervalo temporal; en la crónica, la dosis es menor pero mantenida en el tiempo. Para determinar el nivel de exposición de los trabajadores hay que estudiar, aplicando métodos bioquímicos, la presencia de plaguicidas o sus metabolitos en sangre y/u orina, si bien los resultados pueden verse falseados por contaminaciones procedentes de manos sucias o ropas contaminadas [370]. La monitorización biológica para establecer la absorción ocupacional se realiza mediante la evaluación de componentes no modificados excretados, fundamentalmente en orina. Habitualmente, se analizan las colinesterasas plasmática y eritrocitaria, la pseudocolinesterasa plasmática y una serie de enzimas relacionadas con la función hepática [349]. Técnicas como la cromatografía de gases (GC) y líquida (LC) y la espectrometría de masas (MS) se emplean asiduamente para detectar residuos de plaguicidas en el organismo, ya que presentan alta selectividad hacia sus componentes no polares [371].

La comunidad científica se encuentra dividida sobre si existe una clara relación entre el tiempo de exposición a plaguicidas y la aparición de patologías asociadas (a este respecto existen tesis en sentido positivo [331] [333] [369] [372] [373] y negativo [374] [375] [376]). En trabajadores con más de 30 años de ejercicio profesional, las posibilidades de sufrir alteraciones genéticas duplican a las de aquellos cuyo tiempo de trabajo oscila entre 1 y 18 años [333]. En iguales condiciones de tiempo de exposición, los hombres presentan un 45% más de alteraciones genéticas que las mujeres [331] [333].

Existe gran preocupación sobre los potenciales peligros genéticos derivados del uso de plaguicidas. A pesar del beneficio que proporcionan es innegable su peligrosidad para quienes los manipulan. Sin medios efectivos de protección, estas sustancias pueden llegar a duplicar los daños causados a los trabajadores [369], así como dañar significativamente el ADN linfocitario, aunque resulta complicado establecer el tiempo de exposición necesario para que dicho daño se produzca, si bien una exposición diaria y sin protección, durante un año, puede desencadenar el proceso citado [369] [377]. Muchos plaguicidas han sido estudiados *in vitro* e *in vivo* para conocer su capacidad mutagénica. Desde hace tiempo existen evidencias de daño mutagénico en células de animales de experimentación [378] [379] y humanas [369]

[377] [380] [381] [382] [383] [384] [385], si bien algunos científicos ponen en duda esta última afirmación [386] [387] [388]. Se han hallado alteraciones linfocitarias en grupos expuestos de hasta el doble de las encontradas en un grupo control no relacionado con invernaderos [333] [389] [390]. El daño citogenético puede ser significativo si la exposición a plaguicidas se produce de manera incontrolada; así, además de los cambios cromosómicos en células linfocitarias de sangre periférica ya mencionados, se ha detectado la presencia de numerosos micronúcleos en células exfoliadas de la mucosa bucal en sujetos expuestos [391], aunque no parece haber consenso científico en este aspecto concreto [392]. Finalmente, se han analizado los efectos de la exposición en células proliferativas cinéticas mediante su índice de replicación o mitótico, que revela la existencia de citotoxicidad [391].

Las consecuencias de la exposición dérmica a los plaguicidas constituye uno de los principales problemas sanitarios entre los trabajadores de invernaderos [332] [393]. La vía cutánea es la ruta predominante de penetración de la mayoría de plaguicidas en exposiciones laborales [394], aunque en otros casos tiene mayor importancia la vía inhalatoria [346]. Se detectan importantes niveles de contaminación en el brazo derecho (brazo que sostiene la pistola de pulverización) y zona baja de los miembros inferiores [395] en trabajadores no protegidos [396] (Tabla 41); entre los que utilizan EPI, las zonas más expuestas son los antebrazos, brazos y cara anterior de los muslos, mientras que la parte posterior del cuerpo y el tórax presentan menor contaminación. Los datos referidos a la piel no expuesta (muslos y cabeza) en trabajadores protegidos pueden verse falseados por contaminaciones debidas a un sellado insuficiente de la ropa de trabajo, a una deficiente manipulación de la misma al retirarla o a los propios guantes; de igual manera ocurre con las manos, cuya contaminación procede de la acción de retirar y desechar los EPI, o de reutilizarlos si no estaban limpios [370].

Tabla 41. Niveles de exposición potencial dérmica laboral, en el organismo, por hora de aplicación [396].

Zona corporal	Concentración (ml·h ⁻¹)	Concentración (mg·cm ⁻² ·h ⁻¹)
Cabeza/Cuello	12,6	0,0031
Brazo Izquierdo	7,2	0,0010
Brazo Derecho	24,6	0,0037
Torso	12,3	0,0009
Espalda	9,9	0,0008
Zona frontal Muslo/Cintura	9,0	0,0010
Zona dorsal Muslo/Cintura	7,8	0,0008
Parte inferior Pierna Izquierda	15,9	0,0026
Parte inferior Pierna Derecha	13,8	0,0022
TOTAL	113,1	$\bar{x} = 0,0018$

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Marín *et al.* [396]).

La distribución de las zonas corporales expuestas no depende sólo del plaguicida, sino también de factores agronómicos, como la densidad del cultivo y su altura, y el diámetro de las gotas de pulverización [395] [397]. La exposición dérmica puede estimarse de forma semicuantitativa para cada tarea utilizando el Método de Evaluación de la Exposición Dérmica (DREAM), calculada para cada trabajador y tarea a lo

largo de un año, teniendo en cuenta la frecuencia, duración e intensidad de la exposición [346] [398] y en la que se tiene presente la protección de la piel (guantes y ropa cerrada de trabajo) y la forma de aplicación del producto. Como resultado de la aplicación de este método se encuentran exposiciones elevadas en manos para tareas de mezcla y preparación de plaguicidas y en el resto del cuerpo tras las aplicaciones [398].

Los valores de la exposición respiratoria son proporcionales a la cantidad de residuos de plaguicidas medidos en las hojas de las especies vegetales tratadas y en el polvo del invernadero. La dosis respiratoria representa el 11% de la total, pero debe ser tenida muy en cuenta porque es, potencialmente, hasta 10 veces más tóxica que la exposición cutánea (por ejemplo, por vía dérmica se absorbe el 10% del clorotalonil y el 100% por la respiratoria) [370].

A finales de los años noventa, el residuo de plaguicida más detectado en la provincia de Almería fue el endosulfán (organoclorado), disruptor endocrino, persistente y bioacumulativo, peligroso por consiguiente para el ser humano y medio ambiente. Durante el período 2000-2009 se registraron 665 intoxicaciones agudas por plaguicidas en la provincia de Almería [399]; en 252 de ellas la vía de entrada fue dérmica y en 120 dérmico-respiratoria. Así, puede afirmarse que en los procesos agudos, la principal forma de acceso de los plaguicidas en el organismo es por vía cutánea. Los plaguicidas organoclorados están actualmente prohibidos, aunque en muchos países siguen detectándose residuos de estas sustancias en frutas y verduras [370] [400].

Mediante cromatografía líquida y espectrometría de masas (LC-MS/MS) se ha podido demostrar la exposición de los trabajadores de invernadero a plaguicidas, como el acetamiprid, principio activo de un insecticida de contacto y sistémico de amplio espectro utilizado para tratar hortalizas y frutas. Sus metabolitos se han encontrado en orina, razón por la que hay que recoger la muestra en un plazo que, en general, no sobrepase las 30 horas. En el caso del acetamiprid sus niveles máximos en orina se registraron a las 13 y 15 horas después de la aplicación en trabajadores protegidos y no protegidos, respectivamente, pero a las 28 y 33 horas de la exposición no hay restos de esta sustancia. Los niveles en estos últimos llegan a ser hasta 5 veces superiores a los de los primeros. Su toxicidad es relativamente baja en mamíferos y no existe evidencia de que sea una sustancia cancerígena, mutágena o causante de trastornos endocrinos. En sujetos no protegidos, hasta el 59% de la piel queda expuesta [396], ya que la vía dérmica es la principal puerta de entrada de esta sustancia en trabajadores no protegidos.

Los piretroides son insecticidas utilizados de manera generalizada, sobre todo la cipermetrina, cuyos residuos superan ampliamente, en algunas zonas de Asia, sus LMR en vegetales como el tomate [401] [402]. Sus metabolitos se pueden monitorizar en orina hasta 24 horas después de la exposición mediante GC-MS y superan ampliamente los LMR establecidos y son muy superiores, por tanto, a los recogidos en una población control de trabajadores agrícolas no directamente expuestos a esta sustancia [403]. Su concentración desaparece rápidamente transcurrido ese plazo [348]. En aplicaciones por fumigación y microaspersión, la concentración de piretroides en el aire puede superar los $1.000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ [404].

Los organofosforados y carbamatos son inhibidores de la acetilcolinesterasa del sistema nervioso y de los eritrocitos, y de la pseudocolinesterasa plasmática, hepática y de las células gliales del sistema nervioso. La inhibición de la colinesterasa y la sintomatología aguda son directamente proporcionales, de manera que los primeros síntomas aparecen cuando la inhibición alcanza el 30%, aunque esta circunstancia depende también de la susceptibilidad individual y el ritmo al que se produce la inhibición, de forma que a mayor lentitud, la tolerancia mejora. El valor basal individual hay que analizarlo previamente a la exposición, o bien mucho tiempo después (2 meses, al menos). En Estados Unidos, cuando el porcentaje

de inhibición de colinesterasa sérica llega al 20% se dispara una alerta que desencadena una inspección técnica para revisar los procedimientos de trabajo. El mantenimiento de recuperación de la colinesterasa es de, aproximadamente, el 1% diario, dependiendo de la calidad de la eritrogenesis de la médula ósea [405].

Los organofosforados son muy utilizados; tienen cerca de 40 familias químicas registradas en la *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) [368]. Su primer uso fue bélico, durante la II Guerra Mundial [406], para pasar de inmediato a la agricultura, reemplazando a los compuestos organoclorados, de mayor persistencia ambiental [407]. Los biomarcadores urinarios sólo informan de la exposición a organofosforados. Existe correlación entre el incremento de los niveles de sus metabolitos y la manifestación de patologías [408] [409]. La inhibición de la colinesterasa es la primera manifestación fisiológica de una intoxicación aguda por organofosforados [410]; en el caso de la intoxicación crónica, actúan otros mecanismos, además del anterior, responsables de la neurotoxicidad (interfiere en la neurotransmisión muscular) y de la alteración de la función renal [411] de este tipo de plaguicida [412] [413] [414].

El estrés oxidativo contribuye a esta neurotoxicidad crónica [415] y a la disminución de la capacidad antioxidante y, por tanto, a la reducción de la protección natural de las sustancias antioxidantes, incrementándose las alteraciones histopatológicas y bioquímicas [368]. La inhibición de la colinesterasa cerebral desencadena estrés oxidativo [416], aunque algunos estudios sugieren que el incremento del estrés oxidativo pueda contribuir [416] o exacerbar [417] la toxicidad colinérgica. Exposiciones repetidas a bajas dosis de organofosforados inducen una respuesta inflamatoria en células neuronales *in vitro* [418] [419]. Los alquilfosfatos constituyen los metabolitos más comunes de los plaguicidas organofosforados. No tienen origen endógeno, por lo que su presencia siempre indica la existencia de un episodio de contaminación. Otro metabolito específico de esta familia de pesticidas es el paratión, que posee un átomo de azufre y que se metaboliza por una vía directa, en la que proporciona una molécula de P-nitrofenol y otra de dietiltiosulfato, y otra indirecta, a través de la forma oxidada, en una molécula de dietilsulfato y otra de P-nitrofenol, que es la que se mide en orina y que es utilizada, por tanto, como indicador de exposición [403]. Finalmente, se ha podido constatar que los residuos de otros plaguicidas organofosforados como los del clorpirifós y del etión sobrepasan considerablemente los LMR establecidos para estas sustancias (0,1 ppm) [332].

Los carbamatos presentan menor duración y persistencia en el organismo (unas horas como máximo), por lo que la actividad enzimática del individuo se recupera fácilmente, de manera que la toma de muestras de orina ha de hacerse inmediatamente (hasta 4 horas) después de la exposición [403].

El representante más utilizado de la familia de los cloronitrilos es el clorotalonil, que es un fungicida de contacto. Se detecta en orina de trabajadores expuestos monitorizados mediante GC-MS [370]. Presenta toxicidad aguda moderada; así, la dosis absorbida diaria aceptable es de 0,03 mg·kg⁻¹ [420]. Su plazo de seguridad para una entrada segura al invernadero tratado es de 2 días [370].

En definitiva, a tenor de lo expuesto resulta evidente la necesidad de proteger adecuadamente a los agricultores y consumidores, y de prevenir con efectividad las exposiciones profesionales a plaguicidas.

3.2.5.2.4. Patologías por plaguicidas y otras sustancias en trabajadores no protegidos

Los agentes químicos pueden penetrar en el organismo a través de cuatro vías de entrada que, por orden de importancia en la actividad agrícola, son: dérmica, respiratoria, digestiva y parenteral (sin interés

en individuos vacunados). Debido a la variedad de sustancias químicas presentes en los invernaderos, la sintomatología debida a intoxicaciones es muy heterogénea: migrañas y cefaleas; lagrimeo y llagas en los ojos; tos, flemas, enfriamiento, dolor de garganta, sinusitis y disnea; mareos, fatiga y debilidad; sensación de quemazón en ojos y rostro; erupciones cutáneas; prurito e irritación dérmica; náuseas, vómitos e hipersalivación; dolor abdominal y diarrea; fiebre; dolor muscular; opresión torácica; etc. [332]. Resulta igualmente florida la sintomatología achacable a una intoxicación aguda por plaguicidas; frecuentemente el facultativo no relaciona los síntomas con la exposición a plaguicidas y/o a otras sustancias químicas. Cuando la exposición es prolongada aparecen síntomas inespecíficos, como hormigueo, debilidad en los miembros inferiores, alteraciones tiroideas, etc. [209], que constituyen la vanguardia de otras patologías más graves.

La piel es el órgano más expuesto a la acción de los agentes químicos. En general, la patología cutánea es menos grave que la respiratoria, pero mucho más frecuente y variada en trabajadores agrícolas. El agente químico atraviesa la barrera dérmica y alcanza sus órganos diana y/o provoca alteraciones cutáneas locales. La calidad de esta penetración depende del grosor de la piel, número de poros y folículos pilosos y de la zona de la piel afectada; asimismo, se ve favorecida por el incremento del riego sanguíneo y la apertura de los poros debido a las condiciones ambientales propias del invernadero (temperatura y humedad elevadas). Las afecciones dérmicas más frecuentes son:

- a Dermatitis profunda y dermatitis de contacto alérgica e irritativa, causadas por el uso sin protección de desinfectantes, jabones, disolventes, plaguicidas, amoníaco, fertilizantes secos, polvo irritante, derivados del petróleo, lejías, compuestos fenólicos, etc.
- b Reacciones de sensibilización por exposición general a agentes químicos.
- c Acné profesional, provocado por la grasa y aceites de motores y componentes móviles de las máquinas.
- d Fotodermatitis con reacción, bien fototóxica, bien fotosensible, debida a la luz solar.
- e Fotosensibilización química, por el contacto frecuente con fármacos antiinflamatorios y diuréticos utilizados en la agricultura.
- f Fotoenvejecimiento, melanomas y cáncer de piel por exposiciones constantes, y sin protección, a la radiación UV.
- g Quemaduras por sustancias cáusticas, como ácidos y bases fuertes, fertilizantes secos, amoníaco anhidro, etc.
- h Urticaria y prurito causados por partículas y fibras procedentes de diferentes tipos de sustratos (turba, arena, lana de roca, fibra de coco, perlita, etc.).
- i Alergias debidas, principalmente, al empleo de productos de limpieza.

La vía de entrada respiratoria es la más peligrosa por la gravedad de sus efectos agudos y crónicos. Las principales alteraciones que afectan a los trabajadores agrícolas son:

- a Enfermedad respiratoria crónica, por exposiciones prolongadas, caracterizada por una marcada hipoactividad bronquial.
- b Irritación de las vías respiratorias, con efectos y molestias locales de carácter agudo.
- c Cuadros pulmonares agudos causados por el aumento del CO procedente de calefactores y motores de combustión interna, y por la consiguiente reducción de la concentración de O₂.
- d Broncoespasmos, que pueden derivar a bronquitis aguda e incluso crónica, por exposiciones a plaguicidas, polvo irritante, amoníaco, humos, gases de putrefacción (metano, CO₂, NO_x, SO₂ y O₃) del material orgánico y productos de limpieza de máquinas.
- e Fiebre por humo metálico, producida por los humos de soldadura.

La patología inducida por exposiciones laborales agudas y crónicas a plaguicidas, en sujetos no protegidos, merece una atención especial por la peligrosidad y gravedad de sus consecuencias. Es cierto que existe un importante componente individual pero, en general, los efectos son muy distintos si los individuos afectados son adultos, niños, mujeres embarazadas o embriones [350]. La magnitud del problema es enorme y de ámbito mundial, y no sólo para los trabajadores agrícolas, ya que se ha detectado la presencia de multirresiduos de plaguicidas en muestras a la venta de tomate, que superaban ampliamente los LMR [421], manzanas [422], organismos comestibles como bivalvos (*Scrobicularia plana*) y algas (Estuario río Mondego, Portugal) [423]. Se estima que, sólo en EEUU en los años 90 [424], entre 2,5 y 4,5 millones de trabajadores agrícolas estuvieron expuestos a pesticidas organofosforados y aunque su uso se ha ido reduciendo paulatinamente, en muchos otros países su utilización sigue siendo habitual [368] [425] [426]. En países subdesarrollados, como Etiopía, la ausencia de EPI y las malas prácticas durante la aplicación de los tratamientos han contribuido significativamente al incremento de la morbilidad y mortalidad entre los agricultores [427]. Las patologías más frecuentemente asociadas a la exposición a plaguicidas en trabajadores no protegidos son:

- a Neoplasia celular en páncreas, mamas, testículos y próstata.
- b Trastornos inmunitarios.
- c Alteraciones nerviosas.
- d Disminución del número y calidad de los espermatozoides y reducción del porcentaje de esperma morfológicamente normal [428] [429] [430].
- e Patología cardíaca: aunque no se han hallado evidencias que relacionen una determinada dosis de exposición con fallos cardíacos, sí se ha observado que en poblaciones con escaso riesgo de enfermedad cardíaca, la mortalidad por infartos de miocardio se ve incrementada por la exposición ocupacional a plaguicidas [431], de manera que un nivel bajo de pesticidas se asocia a un menor riesgo de accidente cardiovascular y viceversa, reduciendo de manera parcial el beneficio para la salud que supone el consumo de frutas y verduras [432] [433].
- f Relación entre el peso de recién nacidos, exposición a plaguicidas y gasto energético en el trabajo: en mujeres embarazadas que trabajan en invernaderos se ha podido determinar que existe una relación inversa entre el consumo metabólico debido al trabajo y el peso de los recién nacidos (-177 g) con respecto a un grupo control; de igual manera, los bebés de embarazadas expuestas a plaguicidas potencialmente peligrosos para la reproducción y el desarrollo embrionario pesan, de media, 70 g menos que los niños de un grupo control [434], y aunque este valor no es realmente significativo, sí demuestra que existe cierta conexión entre ambas variables.
- g Sinergismo tabaco-exposición a plaguicidas: la opinión de la comunidad científica en este asunto no es homogénea; así, algunos autores apoyan la existencia de esta sinergia [374] [377] [383] [390] y otros la ponen en duda [382].
- h Conexión entre la disminución de la fertilidad femenina y la exposición laboral a plaguicidas: sí se ha podido determinar el efecto sinérgico del consumo de alcohol y tabaco y la exposición a plaguicidas con una reducción de la fertilidad en mujeres expuestas, aunque resulta muy difícil establecer la incidencia o peso real de cada una de estas variables [435].

3.2.5.2.5. Prevención de los riesgos higiénicos químicos

Conseguir que el lugar de trabajo (en este caso un invernadero) sea seguro, depende de la instauración y aplicación real de una batería de medidas preventivas, muchas de ellas muy sencillas y al alcance de cualquier agricultor/empresario. Son las más importantes:

- a Formar e informar adecuadamente a los trabajadores.
- b Cambiar, si fuese preciso, los procedimientos de trabajo.
- c Asumir, por el empresario, una vigilancia de la salud con periodicidad anual.
- d Utilizar EPI: guantes, mascarillas, gafas y calzado de seguridad y traje integral para la aplicación de los tratamientos fitosanitarios.
- e Almacenar y manipular las sustancias químicas en lugares apropiados y nunca en los domicilios particulares de los propios trabajadores.
- f No mezclar sustancias sin haber consultado previamente sus fichas de datos de seguridad.
- g Utilizar siempre las dosis recomendadas por el fabricante y que deben figurar en la etiqueta del producto.
- h Mantener etiquetados todos los recipientes que contengan sustancias químicas.
- i No reutilizar los recipientes de sustancias químicas para almacenar agua potable o para otros usos domésticos.
- j Tratar los recipientes vacíos de sustancias químicas como residuos químicos a todos los efectos; no quemarlos ni arrojarlos a la basura ordinaria.
- k Extremar las precauciones antes (preparación de las disoluciones), durante y después de la aplicación de los productos fitosanitarios.
- l Comunicar al trabajador de forma inmediata cualquier dolencia, para establecer un diagnóstico y tratamiento tempranos.
- m Sustituir las sustancias peligrosas por otras inocuas.
- n Extremar la limpieza de las instalaciones y la higiene personal.
- o Abandonar o reducir el consumo de alcohol y tabaco, y seguir unos hábitos de vida saludables.
- p Seguir una dieta ecológica: se ha podido determinar que la instauración de una dieta diaria de productos ecológicos durante 24 semanas, en mujeres embarazadas, reduce significativamente la exposición a insecticidas piretroides [436].
- q Minimizar el número de trabajadores expuestos.
- r Controlar los niveles de O₂ si existen motores de combustión interna en el interior del invernadero. Si así fuese, acoplar a la instalación los mecanismos necesarios para extraer gases y vapores.
- s Respetar los plazos de seguridad para una entrada segura en una instalación tratada. Dichos plazos deben figurar en la etiqueta del producto pero, en todo caso, no se deberá reanudar el trabajo hasta que se hayan secado las partes del cultivo que puedan entrar en contacto con los trabajadores.
- t Enmendar suelos contaminados por plaguicidas mediante el empleo de carbón vegetal, que minimiza el impacto y la disponibilidad de los pesticidas en el suelo [345].
- u La acción de factores tecnológicos selectivos (agua, mecánicos y térmicos) sobre diferentes especies vegetales previamente tratadas con plaguicidas, reduce significativamente la concentración de sus principios activos en el producto final disminuyendo, por consiguiente, el riesgo potencial asociado a su consumo [437].
- v Seguir, por los empresarios, las instrucciones del Plan de Acción Nacional (PAN) para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios [364], especialmente en los siguientes términos: gestión de plagas, asesoramiento en gestión integrada de plagas, aplicación

de las instrucciones contenidas en las guías de gestión integrada de plagas, información y sensibilización a los trabajadores y consumidores, priorización de productos fitosanitarios y medidas tendentes a evitar la contaminación de masas de agua, preparación de la mezcla y carga del depósito de fitosanitarios, limpieza de los equipos de tratamiento, almacenamiento correcto de las sustancias químicas, gestión adecuada de los residuos de fitosanitarios y sus envases, respeto a los principios generales de la gestión integrada de plagas y a los requisitos básicos de los productos fitosanitarios utilizados en el ámbito agrícola.

3.2.5.3. Riesgos higiénicos biológicos

Son agentes biológicos los microorganismos, incluidos los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad [438]. En este documento sólo se van a considerar aquellos agentes procedentes de la actividad agrícola que poseen la capacidad de causar patologías en los trabajadores, y no en animales o plantas. Son, por tanto y en este sentido, agentes biológicos los virus, bacterias, hongos, protozoos, helmintos, insectos, ácaros, roedores y otros animales y plantas con capacidad patogénica, así como sus propios productos o estructuras (endotoxinas, micotoxinas, esporas, etc.) [439].

Las zoonosis de origen laboral son aquellas enfermedades que se transmiten de forma natural de los animales vertebrados al hombre. Algunas de ellas figuran en el Cuadro de Enfermedades Profesionales del R.D. 1299/2006 (grupos 3, 4 y 5: en el sector agrícola, patologías causadas por agentes biológicos o sustancias de ellos derivadas). Desde el punto de vista profesional, las zoonosis se clasifican en tres categorías en función del grupo de animales que constituyan la fuente principal de la infección humana: animales domésticos y aves de corral; animales salvajes, merodeadores y sinantrópicos (causan tularemia, leptospirosis, fiebre Q, etc.); y, por último, animales de laboratorio [440].

Los bioaerosoles o contaminantes ambientales de naturaleza biológica están constituidos por partículas, moléculas grandes y/o compuestos orgánicos volátiles, vivos o procedentes de organismos vivos. Son, por tanto, microorganismos (vivos y muertos) sus fragmentos, toxinas y partículas procedentes de desechos de origen biológico. Su supervivencia, reproducción y dispersión dependen de las condiciones del entorno: temperatura, humedad, velocidad del aire, luz y nutrientes. Así, las bajas temperaturas inhiben el crecimiento de los agentes biológicos en general, aunque existen mohos y levaduras que se desarrollan bien en ambientes fríos; una humedad elevada favorece el desarrollo de bacterias, hongos y ácaros; la velocidad del aire (ventilación natural de los invernaderos mediterráneos) contribuye al transporte y dispersión de los bioaerosoles; la luz UV inhibe el crecimiento y la ausencia de luz impide la formación de esporas en algunos hongos; por lo que respecta al agua y materia orgánica, todo material que reúna estos dos elementos es susceptible de ser colonizado [441] y constituirse en reservorio de cualquier agente biológico. Las consecuencias de esta colonización repercuten en la calidad y cantidad de la cosecha, así como en la posibilidad de causar desde simples molestias a importantes patologías a los trabajadores. La capacidad de dispersión de muchos agentes biológicos se efectúa a través de soportes (aerosoles) y portadores (vectores).

Las endotoxinas son lipopolisacáridos que forman parte de la membrana celular de las bacterias Gram negativo, que se multiplican rápidamente en aguas estancadas, ya que requieren muy pocos nutrientes; desde su reservorio natural pueden trasladarse al material vegetal más cercano. Su toxicidad procede de su fracción lipídica (Lípido A), y su efecto tóxico es directamente proporcional a una temperatura elevada, ya que las proteínas se desnaturalizan, circunstancia que permite el acceso rápido a los receptores celulares.

Son activas aunque sus bacterias estén muertas, por lo que el contaje bacteriano no es muy útil, aunque sí permite establecer cierta relación con la concentración de endotoxinas presentes en el aire. No existen criterios de valoración para la evaluación de la exposición laboral a endotoxinas. Suelen estar asociadas a enfermedades relacionadas con la presencia de aparatos de climatización y ventilación y, en general, a los trabajos agrícolas. Su concentración se incrementa cuando dichos aparatos están parados [442].

Los productos de origen biológico empezaron a utilizarse en la agricultura ante las frecuentes resistencias de algunas plagas a los tratamientos químicos; el problema era más grave en aquellos invernaderos dedicados a diferentes cultivos bajo la misma instalación ya que, potencialmente, el número de plagas podía ser mayor. El control biológico se abrió camino debido a la inexistencia de efectos fitotóxicos (no causa abortos florales o de frutos), requiere menor esfuerzo por parte de los agricultores, necesita menor número de controles y actuaciones que el tratamiento químico, no crea resistencias [282], no existe plazo de seguridad para la entrada al invernadero tratado, es permanente contra un enemigo específico y es más valorado por el consumidor informado. El coste es similar a primera vista, pero sopesando las consecuencias a medio plazo, el control biológico es más eficiente teniendo en cuenta la relación coste/beneficio [443].

El control biológico utiliza una fauna auxiliar que potencia a los enemigos naturales de los agentes protagonistas de la plaga; esta fauna auxiliar está constituida por insectos parasitoides, depredadores (insectos, ácaros) que atacan a varias presas, y entomopatógenos o patógenos de plagas, que causan enfermedades y muerte a los agentes invasores.

La peligrosidad de los agentes biológicos para el ser humano radica en su capacidad de ocasionar una patología, de su gravedad, de la posibilidad de contagio y de la disponibilidad de tratamiento médico eficaz. Además, no existen valores límite ambientales establecidos por entidades acreditadas debido a que, con frecuencia, en el ambiente del invernadero se encuentran mezclas complejas de varios agentes biológicos. Por otra parte, existe un factor subjetivo en cada trabajador que depende del tipo de agente y de la susceptibilidad individual a aquel. Por esta razón se hace necesario aplicar varios métodos de muestreo al mismo tiempo [444].

El desempeño de determinadas tareas agrícolas concurre con una mayor probabilidad de contacto con agentes biológicos [282], especialmente durante:

- a La siembra y manipulación de la tierra, debido a que es el reservorio natural de numerosos agentes biológicos procedentes de muy diversas fuentes (heces, orina, aguas residuales, roedores, murciélagos, artrópodos, etc.).
- b El abonado, siempre que se empleen fertilizantes orgánicos no tratados (estiércol, purines y compost).
- c El riego, cuando se efectúa con aguas residuales no depuradas (actividad que está prohibida), pues transportan diversos tipos de microorganismos de origen fecal, que suelen ser patógenos por ingestión.
- d La recolección, el transporte y el almacenaje, debido a que el trabajador está expuesto a antígenos como el polen, polvo orgánico irritante, mohos, ácaros, etc., causantes de patologías respiratorias y dérmicas.

La Tabla 42 muestra la relación entre los mecanismos de actuación de los principales agentes biológicos, el tipo de agente, los efectos sobre la salud de los trabajadores y la vía de entrada habitual en el organismo.

Tabla 42. Mecanismos de actuación de los agentes biológicos y posibles efectos sobre la salud de los trabajadores.

Agente		Mecanismo de actuación	Efecto salud	Vía de entrada
Microorganismos	Virus	Parasitismo obligado	Infección	Respiratoria
	Bacterias	Parasitismo	Infección	Respiratoria/Digestiva /Dérmica
	Endotoxinas	Liberación en el interior del organismo	Toxicidad	Respiratoria
	Hongos	Parasitismo	Infección	Respiratoria/Dérmica
	Micotoxinas	Liberación en el interior del organismo	Toxicidad	Respiratoria
	Esporas	Inhalación	Alergia	Respiratoria/Dérmica
Endoparásitos	Protozoos	Parasitismo	Infección	Digestiva
	Nematodos	Parasitismo	Infección	Digestiva
Insectos		Contacto	Infección/Alergia	Dérmica/Parenteral
Ácaros		Contacto	Infección/Alergia	Respiratoria/Dérmica
Polen		Inhalación	Alergia	Respiratoria
Polvo orgánico		Inhalación/Contacto	Alergia	Respiratoria/Dérmica
Material vegetal		Contacto	Alergia	Dérmica
Animales y sus productos		Inhalación/Liberación en el interior del organismo	Infección/Alergia	Respiratoria/Parenteral

(Fuente: elaboración propia).

3.2.5.3.1. Agentes biológicos: ácaros

Los ectoparásitos humanos (ácaros, pulgas, piojos, etc.) están excluidos de la definición de agente biológico que proporciona el R.D. 664/1997 pero, a pesar de ello, han de tenerse en cuenta en la actividad agrícola debido a su capacidad para causar patologías ocupacionales. De todos ellos son los ácaros los que muestran mayor capacidad patogénica en agricultores.

El *Tetranychus urticae* (TU) o araña roja, es un ácaro microscópico que infesta gran número de plantas, responsable de cuantiosas pérdidas económicas y de numerosos procesos alérgicos no epidémicos en trabajadores de invernaderos. Parasita frutas, plantas herbáceas y cultivos de invernadero en todo el mundo. Su desarrollo se ve favorecido por la temperatura y humedad propias de los invernaderos, por su resistencia a plaguicidas y por la desaparición de otros parásitos que eran sus depredadores naturales [445]. El TU es un importante alérgeno ocupacional [445] [446] [447] y el principal responsable de enfermedades ocupacionales con implicación de inmunoglobulinas E (IgE) [448] [449], tanto en trabajadores de invernadero como en agricultores en general. La IgE está relacionada con procesos alérgicos (reacciones inmunes tipo I) y con la calidad de la respuesta inmune; sus niveles aumentan en individuos alérgicos o en aquellos que padecen parasitosis. La exposición profesional al TU supone incrementar hasta 3,7 veces la posibilidad de sufrir hipersensibilizaciones por este ácaro [445]. Existen varios factores que aumentan este

riesgo de hipersensibilización, como la atopia (reacción anormal de hipersensibilidad frente a varios alérgenos o moléculas antigénicas de alto peso molecular) [450] [451], el tiempo de exposición y la historia clínica del trabajador (episodios anteriores y estado inmunológico del individuo). La prevalencia de la hipersensibilización es del 25%. En trabajadores de invernaderos sometidos a extractos de TU en piel, el 28,5% de ellos refiere síntomas de tipo alérgico, desde rinoconjuntivitis (18%), asma (7%), urticaria (5%) y sensibilización asintomática (si no persiste la exposición) (6,6%) [445].

Otras patologías frecuentes son las dermatitis, aisladas o localizadas en las manos [452] [453], bronquitis crónica y neumonía por hipersensibilidad [454] [455]. El 93% de los trabajadores de invernaderos centroeuropeos reconoce que el TU constituye una plaga habitual en su trabajo. Mediante la aplicación de un test dérmico (*skin prick test* o SPT) efectuado a trabajadores de invernadero del sur de Europa, se pudo determinar que el 36,9% de ellos dio positivo al TU, el 22,4% padeció rinitis, el 16,9% asma, el 7,8% urticaria, el 5,4% dermatitis, el 4,8% bronquitis crónica y el 0,5% neumonía por hipersensibilidad [456]. El sexo, edad y tipo de cultivo apenas tienen protagonismo [445].

El *Amblyseius cucumeris* es un ácaro fitoseido muy empleado en el control biológico de *trips* o arañuelas como la *Frankliniella occidentalis*. Está considerado como un alérgeno ocupacional (reacción inmune mediada por IgE) entre horticultores de pimenteras de invernadero, con un SPT positivo en el 23% de ellos. Su sintomatología es similar a la del TU y resto de ácaros [457] [458].

Con menor capacidad alérgica ocupacional que los anteriores, existen otros ácaros responsables de procesos alérgicos y asma laboral, como los ácaros del grano y los del polvo, como el *Dermatophagoides pteronyssinus* [458], que muestra preferencia por lugares húmedos y templados.

3.2.5.3.2. Agentes biológicos: bacterias

Numerosas especies bacterianas son responsables de muy diversas patologías entre los trabajadores agrícolas. Sus enzimas y endotoxinas son muy tóxicas y su presencia suele cursar con fiebre, tos, malestar general, dolor difuso, náuseas, leucocitosis, alteraciones respiratorias como jadeos, obstrucción aguda del flujo de aire y disminución de la capacidad pulmonar, *shock* e, incluso, muerte. Estos síntomas se agudizan en sujetos asmáticos [442]. Se muestra, a continuación, una relación no exhaustiva de bacterias patógenas en el subsector agrícola, y especialmente entre trabajadores de invernadero.

- a *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*: son bacterias anaerobias facultativas y Gram positivo, que penetran en la piel a través de cortes, pinchazos, quemaduras y abrasiones, causando patologías como foliculitis e infecciones de las glándulas sudoríparas; sus enzimas y determinantes antigénicos provocan la aparición de rinitis, conjuntivitis, asma y síntomas cutáneos alérgicos [439].
- b *Nocardia brasiliensis* y *Actinomadura pelletieri*: son bacterias del grupo de los actinomicetos aerobios. Producen actinomicetoma, o micetoma responsable de una patología infecciosa inflamatoria crónica que afecta a la dermis y tejido celular subcutáneo, con aumento de volumen, deformación regional y fístulas, por las que se libera el exudado. Son frecuentes entre los trabajadores agrícolas de zonas subtropicales.
- c *Escherichia coli* O26, O103 y O157:H7: son bacterias Gram negativo cuyas cepas verocitotóxicas tienen capacidad para sobrevivir varias semanas en suelo [286] [459], compost y estiércol [460]; suelen provocar diarrea y colitis hemorrágica. Las endotoxinas, los β -D-glucanos y los

peptidoglicanos de la pared celular de las bacterias Gram negativo causan fiebre inhalatoria y enfisema, y tras exposiciones repetidas, asma ocupacional [439].

- d *Salmonella* ssp. y *Listeria monocytogenes*: viven durante meses y crecen fácilmente en compost empleado como fertilizante orgánico (cuando la humedad relativa alcanza el 30-40%, independientemente de la estación del año), estiércol [460], aguas de riego y, en general, en ambientes con elevadas temperatura y humedad (invernaderos) [461] [462]. Su supervivencia está íntimamente ligada a la humedad relativa [463] [464] [465] y, en menor medida, a la temperatura (crecimiento ligeramente mayor en verano) [466] [467], aunque suelen proliferar mejor en invierno, debido quizá a la menor intensidad de luz UV [468]. La *Listeria monocytogenes* está presente, además, en suelo [469], sobrevive en condiciones muy duras [467] [470] y muestra gran capacidad de adaptación. Estas bacterias pueden acabar en los productos cosechados y, de ahí, pasar al ser humano [471] [472]. La microflora del sustrato influye también en el crecimiento de estos patógenos; de hecho, es utilizada para su control [468].
- e *Leptospira interrogans*: causa leptospirosis o Enfermedad de Weil. Se trata de una espiroqueta que vive en suelos contaminados por residuos y excrementos de animales. En sus primeros estadios cursa con fiebre, cefaleas y dolor muscular.
- f Otras bacterias patógenas de menor entidad que pueden afectar a trabajadores agrícolas de invernadero son: *Francisella tularensis* (tularemia) y *Burkholderia pseudomallei* (melioidosis o Enfermedad de Whitmore).

3.2.5.3.3. Agentes biológicos: hongos

Las micosis o enfermedades fúngicas son muy frecuentes entre los trabajadores de invernadero. Suelen provocar reacciones inmuno-alérgicas, irritativas y tóxicas (micotoxicosis pulmonar). Sus metabolitos secundarios o micotoxinas se producen bajo determinadas condiciones de temperatura y humedad; deprimen el sistema inmune favoreciendo una menor resistencia a las infecciones. Su patogenicidad depende de la composición y pH del reservorio, disponibilidad de agua y minerales, temperatura, O₂, CO₂, presencia de competidores, etc. Las micotoxinas se encuentran también en las esporas y en el micelio del hongo. Sus efectos pueden ser citotóxicos, sistémicos, cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción. Los β-D-glucanos y el ergosterol de la pared celular de los hongos estimulan a las células del sistema inmune (macrófagos y neutrófilos), participan en la respuesta inflamatoria y provocan la aparición de síntomas respiratorios. Las esporas e hifas son potentes alérgenos y están implicadas en el desarrollo de neumonitis hipersensitiva, asma y rinitis alérgica. A continuación se presenta una relación no exhaustiva de hongos patógenos a los que, ocasionalmente, deben enfrentarse los trabajadores de invernadero:

- a *Candida albicans*: es una levadura que forma parte de la flora humana y que ante determinados factores, como un exceso de humedad, perturban su equilibrio de manera descontrolada, afectando a zonas húmedas y cálidas de la piel y a las mucosas, provocando la aparición de lesiones cutáneas (enrojecimiento e inflamación), acompañadas de prurito y sarpullidos [442].
- b *Madurella mycetomatis* y *Madurella grisea*: son hongos verdaderos o eumicetos, frecuentes en invernaderos de zonas subtropicales, causantes de una patología infecciosa inflamatoria crónica llamada micetoma o eumicetoma, que afecta a la piel y tejido celular subcutáneo y que cursa con inflamación, deformación local y fístulas, por las que drena el exudado [442].
- c *Histoplasma capsularum*: hongo saprófito causante de la histoplasmosis. Crece en suelos contaminados por excrementos de aves y murciélagos.

- d *Sporothrix schenckii*: puede causar una enfermedad profesional (sobre todo entre los cultivadores de rosas) llamada esporotricosis, o infección micótica crónica granulomatosa profesional. El hongo vive en el suelo, vegetales y materia orgánica en descomposición. La humedad propia del invernadero favorece su desarrollo. Forma forúnculos en la piel y, en ocasiones, las lesiones semejan úlceras, que curan lentamente. La inhalación de sus esporas puede causar patologías pulmonares [442].
- e *Botrytis cinerea*: hongo muy común en invernaderos, que posee hasta seis alérgenos diferentes.
- f *Streptomyces albus*: su alérgeno es el causante de la enfermedad de los trabajadores de fertilizantes.
- g *Microsporium gypseum*: es un agente geofílico cuya micosis es muy frecuente en trabajadores agrícolas.
- h Otros hongos patógenos ocasionales en trabajadores de invernaderos son: *Aspergillus* ssp., *Mucor stolonifer*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis*, *Coccidioides posadasii*, *Cryptococcus neoformans*, *Chrysosporium parvum*, etc.

3.2.5.3.4. Agentes biológicos: material vegetal

En ocasiones, el propio material vegetal posee agentes biológicos que provocan patologías, generalmente infecciones cutáneas, en trabajadores susceptibles [286]; así pues, uno de los factores de riesgo previos consiste en haber padecido anteriormente eccemas, fiebre del heno, etc. [473]. Los principales mecanismos de acción de sus efectos patológicos sobre el organismo son [474]:

- a Irritación mecánica: provocada por las barbas de los cereales; hortalizas como tomate, col, rábanos, etc.; y espinas, especialmente de rosas.
- b Irritación química: causada por alcaloides, fenoles, antraquinonas (ruibarbo) o glucósidos de la madera.
- c Hipersensibilidad y alergia: causadas por diferentes tipos de alérgenos, como los de algunas especies vegetales de la familia de las asteráceas (lechuga, endivia, estragón, perejil, escarola y algunas plantas ornamentales), de las brasicáceas (col, nabo, rábano, brócoli, berro), de las solanáceas (tomate), de las umbelíferas o apiáceas (hinojo, apio, zanahoria) y de las hipericáceas (rosa de San Juan, gerbera). Algunas asteráceas ornamentales tienen otros alérgenos como las lactonas sesquiterpénicas (crisantemo, caléndula, dalia, margarita leñosa, camomila, magarza), y la primina (primula); de hecho, el 19% de los trabajadores daneses que manipulan asteráceas en invernaderos refieren síntomas en piel y mucosas [473].

Por lo que respecta a los agentes biológicos de origen vegetal con algún grado de patogenicidad, los de mayor importancia para los trabajadores de invernadero son:

- a Algunas asteráceas causan urticaria de contacto o dermatosis con mecanismo inmunológico, generalmente en individuos susceptibles, en los que provocan una respuesta inmune tipo I, inmediata o anafiláctica, mediada por IgE.
- b La inhalación del polen de las pimenteras (importante alérgeno de elevado peso molecular [475]) presenta una prevalencia de sensibilización a los 8 años de exposición constante del 28%, y en sus invernaderos más de la mitad de los agricultores refieren algún tipo de sintomatología alérgica para el mismo período (19-49% rinitis, 30% conjuntivitis, 8-13% asma y 35-40% sensibilizaciones a la planta) [458] [475]. La atopia y el tabaco [445] (asma y rinitis [476]) son importantes factores de riesgo, con efectos coadyuvantes o sinérgicos [458]; sin embargo la edad es una variable positiva en este caso [477] [478]. En poblaciones no expuestas, la

prevalencia de la rinitis es del 19-30% [479] [480] y la del asma asociada a conjuntivitis es del 15-20% [481] [482]; por tanto, los síntomas alérgicos se incrementan significativamente en los trabajadores de invernadero. Los primeros síntomas de sensibilización aparecen, normalmente, a los 2-3 años de exposición [483] [484], con manifestaciones atópicas y posterior sensibilización, rinitis y, finalmente, asma ocupacional [485] [486] [487]. Contrariamente a lo esperado, el papel de la capsaicina o alcaloide responsable del picor de algunos pimientos, es irrelevante [458].

- c El tomate ingerido es un alérgeno bien documentado, cuya alergia está mediada por IgE [488], si bien se sospecha de su capacidad para inducir una alergia ocupacional de tipo respiratorio, tras exposiciones a elevados niveles de alérgeno [489], cuyos síntomas principales son asma, rinitis y conjuntivitis, acompañados de opresión torácica, tos, estornudos durante el trabajo, picor de ojos y nariz, rinorrea y obstrucción nasal; normalmente hasta tres horas después de la exposición, mientras que los episodios asmáticos pueden persistir durante la noche siguiente. Con el tiempo, los síntomas empeoran y pueden mantenerse hasta dos días después de la exposición. El afectado debe inhalar antihistamínicos y broncodilatadores en cada jornada laboral. Además del pimiento y tomate, otras solanáceas, como berenjena y guindilla inducen también la producción de anticuerpos IgE [489].
- d El polvo orgánico inhalado contiene potentes endotoxinas, causantes del conocido como Síndrome Tóxico al Polvo Orgánico (ODTS). El polvo procedente de la manipulación de cereales es el responsable de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) [439].
- e Los alérgenos de algunas plantas ornamentales, como lirio y escaramujo (flor de la rosa), inducen la aparición de asma laboral; otras especies son responsables de dermatitis de contacto ocupacionales de etiología alérgica; así, la astromelia posee tres alérgenos: tulipósidos A, B y C; tras 6 años de exposición diaria pueden aparecer patologías cutáneas, como eritema, descamación, fisuras e hiperqueratosis, acompañados de hipersensibilidad local, y ardor o dolor en el extremo distal del pulgar de la mano dominante (Dedo de Tulipán) [490]. Entre los floricultores centroeuropeos son frecuentes los casos de eccemas en las palmas de las manos y dedos, así como rinitis [473]; el porcentaje de sensibilización es del 10% [491] [492]; entre aquellos que trabajan con crisantemos, este porcentaje llega al 17% [493]. La localización y distribución de estas dermatitis no difiere de otras provocadas por el contacto con otras plantas [494].
- f Entre los trabajadores agrícolas dedicados a especies hortícolas, la prevalencia del asma laboral y de las alergias profesionales [495] ha aumentado entre un 10% y un 25% en las últimas décadas [496] (entre cultivadores de tomate y pepino un 38% refiere síntomas alérgicos [497]), circunstancia que influye negativamente en la productividad [498] [499] [500]. La rinitis, muy común entre los horticultores por exposiciones diarias extendidas en el tiempo, puede desencadenar un cuadro asmático de etiología laboral [475]; de hecho, el 25% de los horticultores que padecen rinitis, refieren también síntomas asmáticos [458].

3.2.5.3.5. Otros agentes biológicos

Existen otros agentes biológicos de menor entidad, pero que bajo determinadas circunstancias tienen cierta capacidad patogénica entre los agricultores, especialmente de invernadero. Son los siguientes:

- a Animales vertebrados: algunos restos o subproductos animales, como pelo (potente alérgeno [458]), epitelio, excrementos, bioaerosoles que contienen proteínas animales de elevado peso

molecular [439] e, incluso, los propios animales a través de mordeduras (las ratas transmiten la leptospirosis o Enfermedad de Weil), picaduras o arañazos, con entrada del patógeno por vía parenteral, causan cuadros agudos (infecciones dérmicas) y crónicos (asma de origen laboral). Además de la leptospirosis, otras infecciones como amebiasis, leishmaniosis, tripanosomiasis, etc., pueden ser transmitidas por esta clase de agentes biológicos, no reconocidos como tales en el R.D. 664/1997.

- b Protozoos y helmintos (gusanos): son endoparásitos humanos; es decir, organismos unicelulares o pluricelulares que desarrollan parte o la totalidad de su vida en el interior de un huésped humano. Los alérgenos de los protozoos desarrollan una respuesta inmunológica en el organismo del huésped; normalmente causan infecciones cutáneas. Entre los nematelmintos o nematodos, destacan el *Necator americanus* y el *Ancylostoma duodenale*, responsables de la anquilostomiasis, así como el *Schistosoma*, causante de la esquistosomiasis. Entre los protozoos, los de mayor importancia en la agricultura son el *Cryptosporidium parvum* tipo 1 (criptosporidiosis) y, por encima de todos, el *Toxoplasma gondii*, que vive en suelos contaminados con heces de gato y que es responsable de la toxoplasmosis, enfermedad preocupante en individuos inmunodeprimidos y en embarazadas, y que se manifiesta por dolor generalizado, inflamación de los ganglios linfáticos, cefalea, fiebre y fatiga.
- c Virus: causantes de infecciones cutáneas, como el herpes simple (familia *Herpesviridae*), ectima contagioso (familia *Poxviridae*) y enfermedad del virus del papiloma humano (familia *Papovaviridae*). Los virus forman parte de los bioaerosoles orgánicos [439] y se encuentran asimismo en aguas residuales (calcivirus y rotavirus humanos, responsables de gastroenteritis víricas). El virus de la hepatitis A penetra en el organismo por ingestión de vegetales regados con aguas contaminadas; sus formas leves curan fácilmente y su sintomatología inicial se caracteriza por fiebre, náuseas y vómitos, dolor abdominal, pérdida de apetito, dolor articular, etc.
- d Insectos: normalmente causan infecciones cutáneas, como urticaria de contacto (orugas, polillas, etc.) o dermatosis, con mecanismos no inmunológicos, con aparición súbita de eritemas y ronchas en el lugar de contacto, que desaparecen en 24 horas. Asimismo, son relativamente frecuentes los cuadros de envenenamiento o anafilaxis por artrópodos (avispas, abejas, arañas, etc.). Los restos y subproductos de insectos forman también parte de los bioaerosoles orgánicos.

3.2.5.3.6. Prevención de los riesgos higiénicos biológicos

En la década de los 80 tuvieron lugar las primeras experiencias con productos sustitutivos de plaguicidas y comenzó a hablarse de control integrado de plagas, que presentaba la ventaja de lograr un ambiente de trabajo más saludable, al tiempo que satisfacía las necesidades de los consumidores más informados. El control integrado se caracteriza por utilizar métodos de control de plagas complementarios o sinérgicos, combinando frecuentemente tratamientos químicos, biológicos, mecánicos, genéticos, etc. En los países centroeuropeos más avanzados, el control integrado es utilizado en el 90% de los invernaderos dedicados a tomate, pepino y pimiento; a nivel mundial este valor es estimado en un 20% [443]. Por lo que se refiere a las plantas ornamentales, el control integrado es más complejo debido a la enorme variedad de especies existentes, de ahí el empleo cada más frecuente del control biológico, más eficaz en estos casos [501] [502].

La Directiva 2000/54/CE protege a todos aquellos trabajadores que desarrollan actividades en las que puedan estar expuestos a agentes biológicos, de manera que si existe este riesgo el empresario deberá determinar la índole, grado y duración de dichas exposiciones, a fin de evaluar los riesgos sobre la seguridad y la salud e implementar las medidas preventivas minimizadoras o neutralizadoras pertinentes. Los trabajadores deben ser informados de todos los riesgos presentes en su trabajo, los agentes biológicos existentes, los efectos alérgicos o tóxicos potencialmente vinculados al trabajo, así como el conocimiento de cualquier posible enfermedad relacionada con el mismo. Si los resultados de la evaluación pusieran de manifiesto la materialización de un riesgo, el empresario deberá evitar la exposición de los trabajadores y, si esto no fuese factible, esta debería reducirse todo lo posible, disminuyendo al mismo tiempo el número de individuos expuestos, estableciendo procedimientos adecuados de trabajo, empleando medidas técnicas para evitar o minimizar la dispersión de los agentes biológicos en el lugar de trabajo, instaurando medidas colectivas e individuales (si las anteriores son insuficientes) de protección, y medidas higiénicas más efectivas. El empresario está obligado a declarar a las autoridades sanitarias competentes la aparición de enfermedades relacionadas con el trabajo, como la hepatitis A. Los trabajadores deben, a su vez, informar de forma inmediata al empresario sobre la aparición de cualquier enfermedad relacionada con el trabajo. La vigilancia de la salud debe incluir el registro del historial médico y la evaluación anual del estado de salud [438].

Con frecuencia resulta difícil establecer una relación causa-efecto patológica, así como detectar y eliminar posibles reservorios; de hecho, a veces la concentración ambiental de agentes biológicos no está relacionada con las condiciones de trabajo, sino con las fases de desarrollo de dichos agentes (esporulación, producción de toxinas, etc.), así como con determinados factores favorecedores de su diseminación. No resulta extraño que, en ocasiones, se desconozca la relación dosis-respuesta de muchos agentes biológicos [441]. Por consiguiente, la prevención de los riesgos por agentes biológicos en la agricultura es compleja, más si tenemos en cuenta que suelen ser invisibles al ojo humano, que existe escasa percepción del riesgo por el trabajador y que la información de la que dispone es exigua [438].

Existe una batería de medidas generales, sencillas de implementar y que constituyen la base de la lucha contra los agentes biológicos en los invernaderos, como:

- a Cubrir la piel de brazos y piernas para evitar el contacto con sustancias o elementos de origen biológico supuestamente tóxicos o alérgicos.
- b Utilizar cremas hidratantes para fortalecer la piel, mantener su integridad y evitar la aparición de grietas, por las que podría penetrar algún agente biológico.
- c Emplear repelentes de insectos para zonas expuestas de la piel.
- d Lavar, desinfectar, secar y tapar con apósitos impermeables cualquier rasguño o corte.
- e Tratar inmediatamente las infecciones cutáneas y vigilar posibles decoloraciones, verrugas, etc., de la piel.
- f Evitar la exposición prolongada de la piel al sol (las afecciones dérmicas provocadas por la savia del apio y del pimiento, por ejemplo, empeoran con la exposición de la zona al sol) [286].
- g Extremar la higiene personal.
- h No comer, beber o fumar dentro del invernadero.
- i Lavar la ropa de trabajo con asiduidad.
- j Utilizar los EPI proporcionados por el empresario.
- k Limpiar, desinfectar, desinsectar y desratizar las instalaciones para prevenir infecciones y zoonosis.
- l No aplastar insectos sobre la piel.
- m Controlar el polvo ambiental.

- n Establecer una ventilación adecuada en el invernadero.
- o Gestionar adecuadamente purines y estiércoles, y alejar estas sustancias de masas de aguas superficiales y subterráneas.
- p Formar e informar, en educación sanitaria y salud pública, a los trabajadores.
- q Modificar la organización y protocolos de trabajo, si fuese necesario.
- r Vacunar a los trabajadores cuando proceda (tétanos, etc.) [438].
- s Controlar la potabilidad del agua.
- t Alejarse de la zona de aspersión de agua durante el riego, o emplear mascarillas.
- u Limitar el contacto con animales silvestres.
- v Gestionar correctamente los residuos.

Por otra parte, los empresarios agrícolas tienen la posibilidad de instaurar medidas específicas tendentes a controlar o eliminar los agentes biológicos con capacidad patogénica, como:

- a Almacenar adecuadamente el material orgánico (semillas, abonos, etc.), siempre que sea posible a una temperatura inferior a 5 °C y por debajo del 70% de humedad relativa, para evitar enmohecimientos. Remover y airear el grano para mantenerlo limpio y seco.
- b Evitar condensaciones y suciedad en los conductos de la instalación de humidificación.
- c Controlar periódicamente la calidad del suelo. Además de realizar análisis con cierta regularidad, es conveniente someter al suelo a sesiones de solarización, por ejemplo cuando se renueven los filmes de cubierta. Este proceso consiste en desinfectar la tierra, previamente revestida por láminas plásticas, mediante su calentamiento por la acción de los rayos solares. La solarización ha demostrado ser muy efectiva frente a nematodos y hongos [503].
- d Controlar los vectores (insectos) mediante la colocación de mallas mosquiteras, teniendo presente el tamaño del tórax del vector a la hora de elegir el diámetro de poro [438] (0,19 mm para los *trips*, 0,34 mm para el pulgón, etc. [504]).
- e Considerar la situación y el trabajo asignado a trabajadores especialmente sensibles, bien por sus características personales, o bien por su estado biológico conocido, como patologías previas, medicación, embarazo, lactancia, etc.

3.2.6. Riesgos ergonómicos específicos de invernaderos

La Ergonomía es una especialidad preventiva que postula la adaptación del trabajo a la persona, e insta a que las capacidades y limitaciones físicas del individuo sean proporcionales al trabajo realizado, de manera que se suavicen las condiciones del mismo para prevenir la aparición de lesiones, disminuir los riesgos e incrementar la productividad. En definitiva, se ocupa de diseñar objetivos que configuren un escenario que permita que el trabajo sea una actividad más saludable [505]. El principal propósito de los postulados ergonómicos debe ser la prevención de los problemas de salud y accidentes de trabajo, con el objetivo secundario de incrementar la productividad [506]. La *International Ergonomics Association* (IEA) define la Ergonomía como aquella disciplina científica que se ocupa de entender las interacciones entre los seres humanos y otros elementos del sistema (ambiente de trabajo, herramientas, máquinas y equipos, métodos y organización del trabajo) [507], mediante la aplicación de principios teóricos, datos, estadísticas y métodos, diseñados para optimizar el trabajo y los sistemas productivos. Mediante las intervenciones ergonómicas se intentan corregir los posibles errores detectados y prevenir la aparición de patologías músculo-esqueléticas de etiología laboral [508] [509]. Las intervenciones ergonómicas de tipo físico se ocupan de los principales factores de riesgo (posturas forzadas, movimientos repetitivos, etc.) [510]. En

definitiva, la Ergonomía utiliza conceptos de otras ciencias, como la Fisiología, la Neurofisiología y la Antropometría [9].

La biomecánica ocupacional se define como el estudio de la interacción física del trabajador con sus herramientas, máquinas, equipos, etc., a fin de minimizar el riesgo de aparición de trastornos músculo-esqueléticos (TME) [511]. Presenta una doble aproximación al problema, abordándolo desde un punto de vista subjetivo (percepción del trabajador) y objetivo (métodos cuantitativos aplicados [506] o lista de verificación ergonómica).

Los sistemas y formas de trabajo en la agricultura en general, y en los invernaderos en particular, no han cambiado mucho con el tiempo. La actividad agrícola se caracteriza por un claro predominio de las tareas de tipo manual [506] [512] [513] [514] [515] y en la que coinciden y se mezclan labores cíclicas y no cíclicas, trabajos ininterrumpidos y diferentes tipos de tareas [516]. Todas las actividades desarrolladas en los invernaderos son potencialmente dañinas y hasta penosas, desde el punto de vista ergonómico, para la salud del trabajador: poda, preparación del suelo, escarda, siembra, siega manual, recolección, traslado de cargas pesadas, conducción de maquinaria agrícola pesada, etc. [506] [517] [518] [519] [520]. Los factores de riesgo ergonómicos nacen del esfuerzo físico necesario para realizar las tareas precisas a fin de finalizar con éxito el proceso vital del cultivo elegido. La poda y la escarda, por ejemplo, requieren grandes dosis de energía de los miembros superiores del trabajador [521] [522], con esfuerzos físicos extenuantes en el agarre firme de la herramienta al tiempo que se empuja o tira de ella. Este riesgo se ve en ocasiones incrementado por las medidas y el diseño inadecuados de las herramientas (peso, longitud, etc.), sin considerar el tamaño de la mano del trabajador o trabajadora que las utiliza [523].

Persiste aún la falsa idea de que el impacto negativo de las tareas propias del trabajo agrícola sobre la salud de los trabajadores es inevitable, ignorándose muy frecuentemente todos los aspectos ergonómicos del problema ante las enormes demandas físicas requeridas [514] [516] [520] [524] [525] [526]. En España, el 48% de los trabajadores agrícolas está expuesto a posturas forzadas, y el 67% de ellos realiza movimientos repetitivos durante largos períodos de tiempo [527]. Se estima que en más de la mitad de los invernaderos, el diseño de los puestos de trabajo es inadecuado. En las instalaciones almerienses, el 90% de los trabajadores asocia su trabajo con la aparición de problemas físicos [528]; el 70% de ellos asegura que deben manipular cargas pesadas de forma manual, mantener en el tiempo posturas forzadas y realizar movimientos repetitivos con las manos (naturaleza manual de los trabajos agrícolas) [512]; más del 60% de ellos cree que estas acciones suponen un riesgo elevado o moderado para su salud.

Las consecuencias físicas de la materialización de un factor de riesgo ergonómico se pueden ver agravadas por la concurrencia de algún factor de riesgo psicosocial [529] [530]. La Figura 18 muestra los riesgos ergonómicos identificados por los trabajadores de invernaderos almerienses [209]. Los problemas de salud cuya etiología radica en factores ergonómicos constituyen uno de los principales problemas en estas instalaciones. Comparados con otros trabajadores, los agricultores desarrollan muchos más problemas músculo-esqueléticos debido a que están más expuestos a riesgos de tipo biomecánico [531]. Paulatinamente crece el número de empresas que centran su atención preventiva en contener o reducir los riesgos ergonómicos [532] [533], aunque en ocasiones es difícil diferenciar los propiamente ocupacionales de aquellos otros propios de la edad [534].

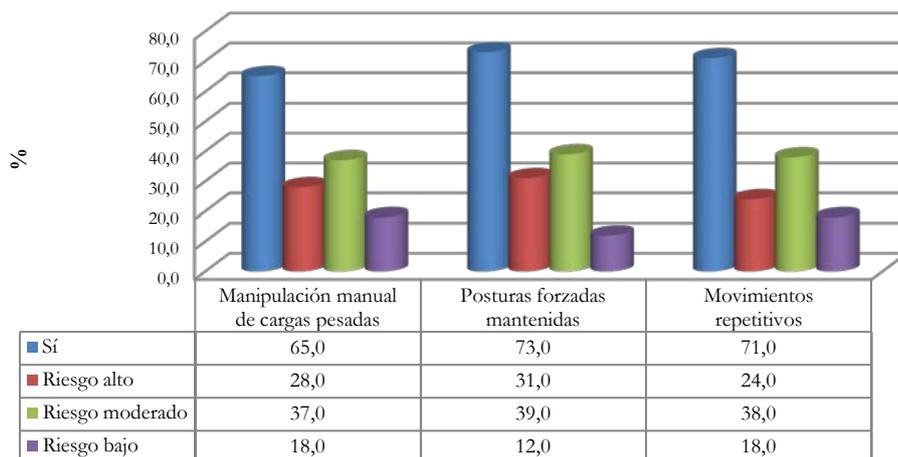


Figura 18. Identificación y cuantificación de riesgos ergonómicos por trabajadores agrícolas de invernaderos almerienses (n = 108) [209].

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de García *et al.* [209]).

3.2.6.1. Carga física de trabajo

La carga física de trabajo es el conjunto de requerimientos físicos a los que se encuentra expuesto el trabajador a lo largo de su jornada laboral. Implica la realización de esfuerzos estáticos y dinámicos con el correspondiente consumo energético, conocido como metabolismo del trabajo [9]. La carga física es elevada en la agricultura en general, pero aún es mayor en los invernaderos debido a que en estos, el ritmo de trabajo es más intenso [284]. La fatiga tiene su origen en una carga física que supera la capacidad de resistencia, o los máximos energéticos del organismo. Podría definirse como la coincidencia temporal en un individuo de un conjunto de circunstancias, como la disminución del ritmo de trabajo, cansancio, inseguridad y entorpecimiento de movimientos, aumento del ritmo cardíaco, dolor y, a veces, aparición de lesiones. Todos estos elementos facilitan la materialización de un accidente de trabajo, disminuyen la productividad e incrementan la insatisfacción del afectado [9]. Los principales requerimientos físicos del trabajo en un invernadero vienen determinados por:

- a Posturas de trabajo: en la actividad agrícola se suceden constantemente combinaciones de posturas incómodas, forzadas y mantenidas, en tareas como alimentación de la maquinaria, colocación de bandejas, tareas de injerto, trabajos en plantas de escaso porte, etc. [9] [209] [286] [511] [513] [514] [515] [517] [518] [524] [531] [535] [536] [537] [538]. El mantenimiento de posturas inestables, asimétricas y sin apoyos [539] causa principalmente y a largo plazo, problemas de espalda, hombros y cuello (sobrecarga de los trapecios [540] [541], o músculos elevadores de los hombros, grandes estabilizadores de la escápula y muy necesarios para realizar movimientos precisos con los brazos [515]), artritis degenerativa y el síndrome del dolor paletofemoral [542], aunque cualquier zona corporal puede verse afectada [540] [543] [544]. En instalaciones poco o nada tecnificadas, las posturas de trabajo constituyen un factor de riesgo de primer orden [513]. Las posturas forzadas más frecuentes en la agricultura son:
 - De pie, estático: permanecer más de 60 horas semanales en esta postura provoca hinchazón en los miembros inferiores y molestias y dolor en la espalda [545] [546].

- Sentado, estático: las personas que permanecen sentadas en el trabajo durante mucho tiempo (ante PVD, por ejemplo) también padecen TME. La prevalencia entre aquellos cuya actividad está directamente asociada a esta postura, oscila entre el 56 y el 76% [539] [547]. El 70% de los trabajadores británicos que desarrollan su actividad con PVD carecen de conocimientos ergonómicos [548]. Las zonas más afectadas son brazos, manos (frialdad y adormecimiento), dedos, muñecas, cuello, hombros y espalda, con fatiga y rigidez local, acompañadas de cefaleas recurrentes durante o después del trabajo [539], así como cansancio e irritación ocular, visión borrosa o doble y mala visión nocturna inmediatamente después de la exposición a PVD [539] [548]. Los pies deben apoyarse en un reposapiés o en el suelo para que la circulación sanguínea en la zona no se vea comprometida.
- Inclinación del tronco hacia adelante: trabajar mucho tiempo, hasta la mitad de la jornada [515], en posición encorvada, es habitual en los invernaderos, en tareas como plantar, izar desde el suelo y transportar macetas o recipientes, cavar, etc. Esta postura aumenta la sobrecarga física en la mitad inferior del cuerpo, circunstancia que explica la elevada prevalencia de TME en la zona lumbar (incremento de la carga estática en la zona) [549] [550]. Mantenido en el tiempo, esta postura aumenta el riesgo de daño lumbar [551] [552], así como en extremidades inferiores, cuello y hombros [515] [540] [544] [552]. La flexión del tronco acompañada de hiperextensiones (en trabajos de poda, por ejemplo), movimientos de contorsión y giros pueden provocar osteoartritis de cadera, rodilla y dolor local [515] [517] [551].
- De rodillas: postura frecuente entre los agricultores. Afecta a los cartílagos de las rodillas causando osteoartritis, patología más frecuente en mujeres que en hombres [553]. Mantener esta postura más de 25 horas semanales incrementa la posibilidad de sufrir TME crónicos en espalda y rodillas [545]. Existe, por tanto, una relación significativa entre esta postura y daño crónico en rodillas entre los agricultores [545] [554].
- En cuclillas: es habitual, sobre todo en países asiáticos, como India, donde se mantiene durante el 42% de la jornada de trabajo [515] y provoca patologías en las rodillas (desgaste cartilaginoso), como osteoartritis de rodilla [554] y síndrome del dolor paletofemoral. Trabajar más de 2 horas diarias en esta postura incrementa hasta 2,7 veces la carga sobre las rodillas [555] y el riesgo sobre la articulación aumenta hasta 7,8 veces con respecto a la postura de pie [556]. Entre los agricultores estadounidenses es la principal responsable de la aparición de TME [557]. En esta postura muchos grupos musculares permanecen contraídos, circunstancia que incrementa la sensación de disconfort [515] [542] [552] [558] [559]. Desplazarse en cuclillas supone un enorme desgaste de los miembros inferiores, en general, y de las rodillas, en particular [531]. Mantener esta postura más de 25 horas semanales aumenta el riesgo de sufrir TME crónicos en espalda y rodillas [545].
- Brazos por encima de la altura de los hombros: se trata de una postura muy frecuente durante la recolección de productos procedentes de plantas de elevado porte, con posible afectación de la zona del cuello y hombros [560].
- Postura prolongada de conducción de maquinaria agrícola pesada: las vibraciones mecánicas tienen su origen en las aceleraciones y deceleraciones de vehículos en marcha o en movimiento, transmitidas a través de un medio sólido, provocando en el cuerpo del conductor efectos dinámicos desagradables, molestos y perniciosos para su salud [9]. Las vibraciones, especialmente las de cuerpo completo (VCC) [516] [561] [562] [563] [564] [565] pueden aparecer a los 15 minutos de exposición [516] y causan sensación de disconfort [566] en la zona lumbar y cuello [563] [567] [568] y en la espalda, caderas y muslos [569], ocasionan

fatiga (con incremento del riesgo de accidente por error humano) [516] [570] [571] [572] [573] [574] [575], disminuyen el rendimiento [563] y el estado de alerta o vigilancia del conductor tras 30 minutos de exposición [516], y afectan al control postural [576] [577] [578] en cuello, cabeza y tronco [577]. A largo plazo, las VCC generan problemas de salud en la región lumbar (la actividad muscular en la zona aumenta un 22-48% tras la exposición [579], aunque su efecto no siempre resulta pernicioso), originan disfunción del sistema nervioso periférico, así como desórdenes prostáticos, visuales, vestibulares (equilibrio) y gastrointestinales [580] [581] [582]. El nivel de exposición a vibraciones se calcula mediante el valor diario de exposición para un período de 8 horas [583]. Las VCC suelen superar los valores límite ($1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) en todas las tareas agrícolas, excepto en algunas fases del cultivo y en algunas operaciones de remolque [584]. Las VCC están relacionadas con la velocidad de la máquina [563] [585] [586], con el aparejo enganchado (el arado es el que causa mayor insatisfacción) [563] [586] [587], con el estado del terreno [563], con la suspensión del vehículo y del asiento, con el área de trabajo [563], con el tipo de movimientos realizados, etc. [561] [563] [584] [586] [588]. Las vibraciones mano/brazo (VMB) suelen provocar molestias en las manos [589]; así, en función de la suspensión, las VMB cambian de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ para una velocidad de $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, y de 1 a $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ para una velocidad de $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, valores que resultan inaceptables [562]. De igual forma, dependiendo del estado de la máquina y de las revoluciones por minuto (rpm) de uso habitual, las VMB a 1.300 rpm oscilan entre $0,5$ y $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, mientras que a 1.700 rpm fluctúan entre 1 y $2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ [590]. Un 33% de los tractores antiguos en uso superan valores de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ en VMB. En países como Lituania, con un parque envejecido, el 80% de los tractores ($n = 62$) supera los valores de exposición a VCC de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ y un 35% excede el valor límite impuesto de $1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; por lo que respecta a VMB, el 33% supera los $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ y el 10% sobrepasa el valor límite de exposición, fijado en $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ [562]. Dedicar a esta actividad más de 60 horas semanales incrementa la probabilidad de sufrir daño biomecánico crónico en caderas (osteoartritis) [591], espalda y rodillas, principalmente [545], afectando al desempeño normal del trabajo [592]. Sin embargo, en un país más desarrollado, como Canadá, el 68,8% de los operarios de maquinaria agrícola pesada relaciona sus molestias músculo-esqueléticas y cansancio con la asociación de VCC y tareas manuales experimentales distribuidas en cortos episodios temporales [516]. La respuesta del organismo a las vibraciones depende de varios factores, como la fortaleza física del operario, tiempo de trabajo sin descansos, aceleración, frecuencia, amplitud e intensidad de la exposición y dirección de la vibración mecánica [9] [563].

La Tabla 43 cuantifica las posturas de trabajo más representativas entre los trabajadores autónomos de invernaderos españoles, comparadas con las del resto de autónomos dedicados a la agricultura [284].

Tabla 43. Comparación y cuantificación de las posturas de trabajo habituales en España, entre los trabajadores autónomos de invernaderos y resto de agricultores autónomos [284].

Posición habitual de trabajo	En invernaderos (%)	En resto agricultura (%)
De pie, estático	43,2	20,5
De pie, dinámico	71,1	54,4
Sentado, estático	0,4	36,9
Sentado, dinámico	0,4	19,9
Agachado, tronco flexionado	84,4	33,7
En cuclillas	14,4	0,8

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de González Través *et al.* [284]).

- b Manipulación manual de cargas: habitual en tareas de siembra (agravada por realizarse en terreno húmedo e irregular [517] [536] [593] [594] [595]), fertilización y transporte, carga y descarga de bandejas, sacos, etc. Provoca riesgos biomecánicos y constituye una de las causas más importantes de lesiones no mortales en el ámbito laboral [286] [596] [597] [598] [599] [600]. No sólo es peligroso el peso de la carga (si supera 25 kg [514]), sino también su tamaño, forma, agarres, conocimientos posturales del trabajador y frecuencia de realización [286].
- c Movimientos repetitivos: son muy frecuentes en tareas de alimentación de maquinaria, de siembra (empujar las semillas con el extremo del pulgar) [336], plantación [517] [601], colocación y limpieza de bandejas, injertos [286] y poda [514], sobre todo con las manos y las muñecas, en movimientos de dorsiflexión, ventriflexión y laterales, y para operaciones de arrancar y tirar [515]. La utilización repetida (en ocasiones, hasta 25.000 veces al día [602]) unida a la aplicación de fuerza en movimientos simples como agarrar, empujar, tirar o alcanzar, utilizando herramientas manuales no ergonómicas, ocasiona movimientos repetitivos. Si estos se realizan durante más de 60 horas semanales, se incrementa la probabilidad de padecer TME crónicos [9] [507] [511] [513] [524] [535] [538] [540] [544] [589] [602] en codos y antebrazos [513], así como en muñecas y dedos [511] [513] [545], sobre todo de la mano dominante [514].

3.2.6.2. Trastornos músculo-esqueléticos en la agricultura

En Europa, el 23% de los trabajadores considera que su trabajo representa un riesgo para su salud [603]; entre ellos los agricultores, quienes padecen todo un conjunto de patologías propias del aparato locomotor agrupadas bajo el nombre de trastornos músculo-esqueléticos (TME). La prevalencia entre ellos es mayor que en otros sectores productivos, por delante de la industria, actividades forestales y pesca [529]. Por consiguiente, los TME son los responsables del mayor número de problemas de salud entre los agricultores [507] [524] [525] [529] [539] [604], especialmente entre aquellos que trabajan en explotaciones intensivas como los invernaderos [605] [606] [607] [608]. Normalmente se producen por la realización de movimientos repetitivos, aplicación de excesiva fuerza en el trabajo, mantenimiento de posturas forzadas [545] [609], manipulación manual de cargas, elevado ritmo de trabajo, empleo de herramientas no ergonómicas, deficiente organización del trabajo [610], tipo de cultivo [528] y de invernadero (ventilación) [611], inadecuado diseño de los puestos de trabajo y vibraciones producidas por el empleo de maquinaria agrícola pesada [508] [612] [613] [614]. El 92,5% de los agricultores sufre o ha sufrido algún tipo de TME, sobre todo en espalda (50,6%) y rodillas (31,6%) [531], aunque esta circunstancia no implica una paralización de la actividad; en realidad, el 80% de ellos continúa trabajando, tolerando sus molestias e implementando pequeñas medidas correctoras, y el 55% ha tenido que modificar o cambiar sus tareas o la forma de realizarlas, sobre todo los mayores de 40 años y las mujeres [528].

Los TME afectan a todo el sistema locomotor: músculos, huesos, cartílagos, tendones, ligamentos, nervios, discos intervertebrales (la presión ejercida sobre ellos se incrementa cuando el tronco está inclinado hacia adelante [615] o cuando se transportan manualmente cargas muy pesadas, acciones que aceleran su degeneración) y articulaciones [557], y comprenden desde lesiones leves hasta otras graves o incluso irreversibles e incapacitantes para la vida profesional del trabajador [529] [616]. Los TME sobrevienen cuando la carga física de trabajo excede la capacidad o resistencia del aparato locomotor. El organismo reacciona y se defiende ante movimientos bruscos y extenuantes, como posturas forzadas, movimientos de arrastre, hiperextensiones, giros y movimientos repetitivos [617]. Esta sobrecarga mecánica, unida a una exposición crónica, hace casi inevitable la aparición de algún daño físico [618] [619].

Un conjunto de factores, individuales y colectivos [515] [528] [551] [560] [589] [596] [599] [620] [621] [622], presentan una relación significativa con los TME:

a Factores individuales:

- Edad [511] [513] [524] [535] [623] [624] [625]: el 86% de los trabajadores mayores de 40 años ha tenido problemas en la zona lumbar [528] [534] [536], epicondilitis y patologías en los miembros inferiores [524]. Si bien es cierto que con la edad se suelen realizar trabajos menos pesados y con menor intensidad de aplicación de fuerza [626], se produce una disminución del número de latidos por minuto y de O₂ consumido [507].
- Sexo [513] [515] [599]: el cuerpo femenino, por regla general, presenta menor solidez física [627] [628] debido a la menor longitud de sus músculos y menor capacidad aeróbica [629] [630]. Es preciso considerar, asimismo, el desgaste físico producido por la doble presencia de la mujer [631] y por el hecho de que las herramientas y equipos de trabajo suelen estar diseñados para las características anatómo-fisiológicas y capacidades físicas de los hombres [632].
- Mano dominante [513].
- Robustez física.
- Índice de masa corporal (sobrepeso $\geq 25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) [599] [601] [628].
- Fatiga percibida [513].
- Experiencia laboral o años de servicio [513] [601] [623] [624] [633] [634]: una exposición repetida de, al menos, 10 años durante 5 horas diarias [599] se considera potencialmente lesiva, aunque la experiencia también aporta los conocimientos necesarios para modificar los hábitos de trabajo [511].
- Nacionalidad [635]: la prevalencia de TME es mayor, por ejemplo, entre los trabajadores inmigrantes centro y sudamericanos en invernaderos estadounidenses [524], que entre la población trabajadora local asentada, posiblemente debido a una muy elevada carga de trabajo, a menudo sin pausas [636], y a la presión ejercida por los capataces para acabar el trabajo con rapidez [636] [637]. No hay empoderamiento en el trabajador inmigrante, ya que se queja poco porque no quiere parecer débil y perder su trabajo o comprometer futuras contrataciones [625] [638]. Su probabilidad de sufrir accidentes de trabajo se incrementa [625], sobre todo teniendo en cuenta su nivel de conocimientos sobre los riesgos ergonómicos presentes en su puesto de trabajo [535] [596] [639] [640].

b Factores colectivos:

- Número de horas de trabajo diario o exposición diaria [513] [515] [596] [597].
- Empleo de herramientas manuales [535] [589], especialmente durante más de 40 horas semanales [545].
- Tipo de cultivo: no todas las especies vegetales demandan la misma carga de trabajo.
- Lugar de trabajo.
- Eficacia de los descansos.
- Calidad de las relaciones existentes.
- Diseño de los puestos de trabajo [639].
- Nivel de tecnificación de las instalaciones [513].

Es necesario resaltar la importancia de los factores individuales en la materialización de este conjunto de patologías conocidas como TME [551] [560] [596].

Los TME agudos de origen laboral deben ser considerados a todos los efectos como accidentes de trabajo [625] [641] [642]. La comunidad científica coincide en que las tareas agrícolas, tal como las concebimos en la actualidad, son una fuente inagotable de TME causantes de bajas laborales [643]. En Estados Unidos, *The National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) agrupa y califica los problemas de espalda y cuello de origen laboral, el síndrome de atrapamiento nervioso y los TME como "tendinitis de los agricultores estadounidenses" (*tendinitis among U.S. farmers*) [644]; de hecho, algunos autores de este país señalan que estas lesiones son tan frecuentes como las heridas sufridas por accidentes de trabajo en el sector industrial, debido principalmente a unas infraestructuras deficientes y a la falta de estandarización de las condiciones de trabajo [560] [645]. Autores de otros países comparten esta opinión [511] [646]; así, en Europa y países desarrollados de otros continentes, los TME constituyen la primera patología ocupacional [508] y origen de las mayores pérdidas económicas por gastos médicos, mermas en la producción y bajas laborales; en definitiva, costes enormes para las empresas [511] [604] [625] [647] [648]. En países de nuestro entorno, la cuantía de las cantidades de compensación por TME suponen, al menos, la mitad de todos los costes de compensación en la agricultura [649]. Sólo en Reino Unido, en 2018, se perdieron por este problema 6,9 millones de días de trabajo, el 40% de ellos en personas que trabajaban ante PVD [650].

Los TME incluyen alrededor de 150 síndromes diferentes que causan problemas de salud [651] y patologías concretas, lamentablemente poco conocidas por muchos trabajadores [545], y que afectan a la estabilidad de la estructura corporal [652], como distensiones, tendinitis, tenosinovitis, epicondilitis, mialgias, síndrome del túnel carpiano (compromiso del nervio mediano por la inflamación de los tendones de la muñeca, sobre todo por operaciones manuales de poda [514] [552]), síndrome del atrapamiento nervioso, osteoartritis [623] (patología más frecuente en la rodilla entre los agricultores [601]), artritis reumatoide, fibromialgia, dolores de espalda, ciática, hernias, esguinces, fracturas, inflamación de los miembros superiores [560], daños tisulares inespecíficos que cursan con inflamación y dolor [286] [508] [524] [549] [610] [619], daños en la región lumbar [560] [653] [654] y en caderas y rodillas [560] [653] [655].

Los TME pueden ser el resultado de una exposición aguda (puntual) o crónica (prolongada) [656]. Los TME crónicos son aquellos cuya sintomatología perdura al menos durante seis meses en la misma zona específica; suelen estar asociados a una edad madura, al sexo femenino, al tabaquismo, a posturas mantenidas de flexión ventral del tronco, como mínimo durante 30 horas a la semana, y a la veteranía en el sector [545]. La exposición acumulativa a estrés físico, principalmente asociado a posturas de trabajo, puede cronificar las lesiones de este tipo. En California, entre 2003 y 2004, el 24% de los trabajadores agrícolas refirieron, al menos, un problema músculo-esquelético [657], incrementándose este porcentaje anualmente. Se estima que un tercio de los trabajadores con TME crónicos modifican su forma de trabajar y, aproximadamente la mitad de la fuerza de trabajo agrícola reconoce que no puede desempeñar su trabajo con normalidad [511] [545], afectando a su calidad de vida y pudiendo constituir el inicio o punto de partida de nuevas patologías, como estrés o depresión, entre otras.

La prevalencia de los TME de origen laboral en la actividad agrícola es mayor que la del resto de sectores productivos [514] [515] [529] [551] [623] [658]; hasta un 51% mayor en algunos países [520]. Suele estar asociada a tres principales factores de riesgo: aplicación de fuerza intensa en el trabajo, movimientos repetitivos y posturas forzadas. Uno de ellos, o sus posibles combinaciones, pueden provocar la aparición de TME [506]. Existe una relación significativa entre la prevalencia de TME durante una semana (de tipo agudo) y pérdida de productividad (cercana al 50%); es decir, descenso de la cantidad de producto cosechado, menor eficiencia [659] y mayor absentismo laboral y presentismo de bajo rendimiento (un tercio del considerado normal) por molestias músculo-esqueléticas [604] [623] [660] [661] [662] [663]. De menor entidad, pero con cierta relevancia, la prevalencia de TME es mayor en los trabajadores familiares

que en el colectivo de propietarios y asalariados, y superior en tareas de poda, siembra y plantación [624]. La Tabla 44 muestra la prevalencia de TME de origen laboral, en el sector agrícola, confeccionada a partir de estudios procedentes de distintos países.

Tabla 44. Porcentajes correspondientes a la prevalencia de TME de origen laboral agrícola, distribuidos por regiones anatómicas, en función de estudios realizados por autores de diferentes países y con distintos tamaños de muestra.

Referencia/País/Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
[284]/España/n = 220	25,8	19,6	46,4	9,1	27,1	58,0	1,7	10,6	6,7		
[506]/Indonesia/n = 251	45,3	58,2	39,9	44,2	48,9	61,5		44,7		40,0	
[511]/Corea del Sur/n = 1.013	21,8	42,9	25,3	26,6		63,8		43,3			
[513]/India/n = 140	42,1	57,1	47,1	64,2	37,1	73,6					
[515]/India/n = 166	73,2	81,3	62,5	83,0	81,3	92,0	91,1		66,1		47,3
[535]/India/n = 60	65,0	66,7	68,3	76,7	61,7						
[539]/India/n = 120	88,3	53,3	32,5	50,8	72,5	75,0	67,5		25,8		
[545]/EEUU/n = 759	8,9			14,5	24,5		12,1		13,7		
[596]/India/n = 138	41,4	56,4		62,1	36,4	71,4					
[623]/Malasia/n = 143	32,2	32,9	26,6		28,0	58,0		21,0	45,5	25,2	
[624]/Trinidad y Tobago/n = 100	15,0	16,0	2,0	4,0	26,0	55,0		6,0		7,0	
[631]/Suecia/n = 66	33,0	47,0	23,0	23,0	15,0	50,0	12,0		21,0		21,0
[654]/EEUU/n = 499	22,4	25,6				37,5			23,6		
[659]/India/n = 300	15,4	17,8	4,0	4,7	11,9	30,8	9,9		24,9		
[664]/EEUU/n = 971				14,0	22,0				15,0		15,0

Porcentaje (%) 1: Cuello/Nuca; 2: Hombros; 3: Codos/Antebrazos; 4: Manos/Muñecas/Dedos; 5: Espalda zona dorsal; 6: Espalda zona lumbar; 7: Nalgas/Caderas; 8: Piernas; 9: Rodillas; 10: Tobillos; 11: Pies.

(Fuente: elaboración propia).

Con estos datos, la Figura 19 pone de relieve las grandes diferencias existentes entre naciones con distintos niveles de desarrollo.

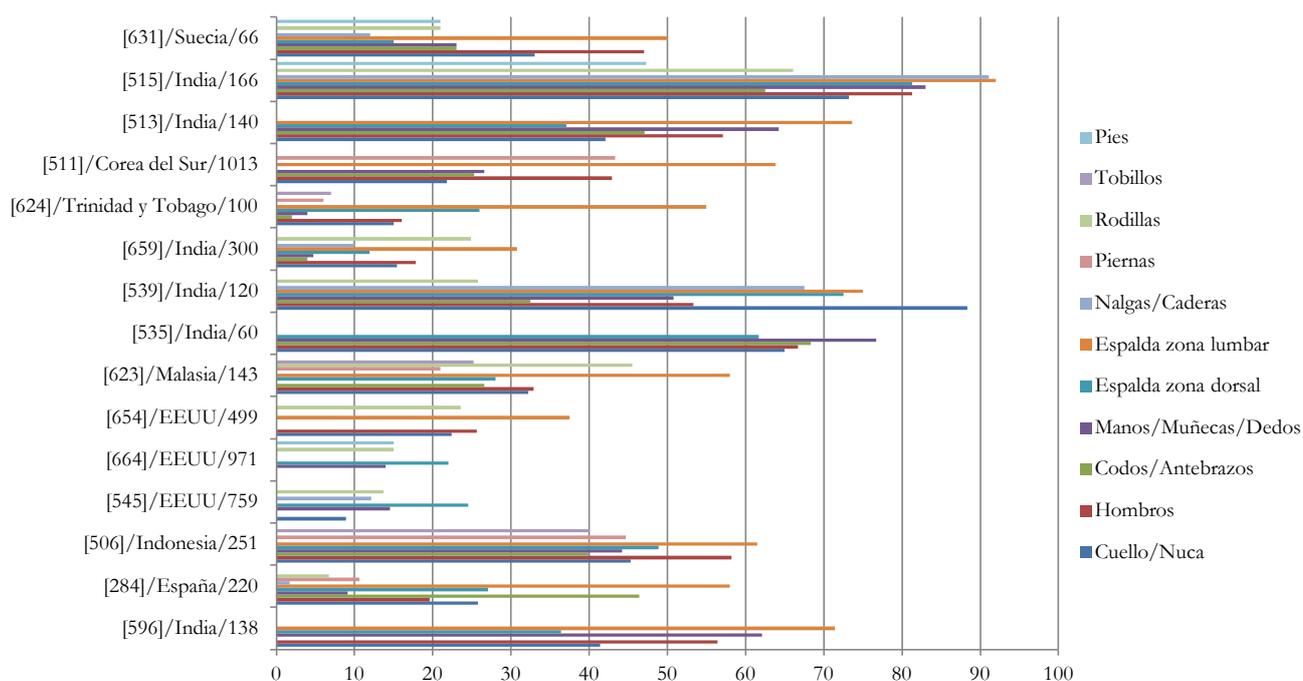


Figura 19. Representación gráfica de los porcentajes correspondientes a la prevalencia de TME de origen laboral agrícola, en función de los datos expuestos en la Tabla 44.

(Fuente: elaboración propia).

3.2.6.3. Prevención de los riesgos ergonómicos: intervenciones ergonómicas

Los riesgos ergonómicos están presentes en todas las fases del proceso productivo realizado en el invernadero [209]. Si se desea afrontar en profundidad cualquier estudio ergonómico, así como llevar a cabo una determinada estrategia preventiva, es necesario analizar, en primer lugar, las razones de las bajas laborales por TME [665] [666]. Para neutralizar o minimizar la materialización de estos riesgos es preciso diseñar e implementar determinadas intervenciones ergonómicas, consistentes en la aplicación práctica de los conocimientos ergonómicos disponibles a fin de prevenir la aparición y dificultar el progreso de TME [509] [510] [539]. Las intervenciones ergonómicas pueden también definirse como aquellas herramientas utilizadas para evaluar el gasto energético de los trabajadores con la finalidad última de evitar la aparición de fatiga [507].

Las intervenciones pretenden involucrar a todos los actores laborales del proceso productivo [625], deben estar implantadas en el sistema preventivo de la organización, han de ser dirigidas hacia tareas agrícolas específicas y deben enfocarse hacia la educación y formación, la tecnificación, el equipamiento adaptado a la mujer, el diseño de horarios más flexibles [515], la práctica y el entrenamiento [667]. Se basan en la observación de las relaciones existentes entre los trabajadores y su entorno de trabajo: condiciones ambientales, equipos, herramientas y materiales, métodos y organización del trabajo. Nunca es demasiado tarde para implementarlas [625], aunque los trabajadores sean demasiado jóvenes o mayores, enfermos o sanos, pues han tenido éxito en individuos con TME crónicos; así, en un estudio con 89 trabajadores, de los que el 38% padecía artritis reumatoide y el 62% osteoartritis, la intervención ergonómica redujo significativamente los síntomas artríticos [668]; también se han mostrado exitosas en individuos aquejados de epicondilitis lateral con dolor crónico, mediante la corrección de determinados hábitos o comportamientos ocupacionales, modificando el ambiente de trabajo y controlando el estrés [669] [670] [671].

No es válido el argumento de la falta de disponibilidad económica, pues aunque el coste de las intervenciones ergonómicas puede ser elevado al comienzo del proceso, el desembolso inicial se recupera a medio plazo; por consiguiente, el análisis coste-beneficio justifica plenamente la inversión en ergonomía [508] [672]. Estas intervenciones son muy útiles en todo momento, pero especialmente cuando se aplican a nuevos e inexperimentados trabajadores. Su objetivo final es doble: aumentar el confort y la seguridad del trabajador e incrementar la productividad.

Las intervenciones ergonómicas, para que resulten totalmente efectivas, deben contener una perspectiva de género [545]. Habitualmente, los equipos y máquinas agrícolas están diseñados para hombres [624] [673] [674]. Una formación teórico-práctica unida a un proceso de tecnificación adaptado, aplicando principios ergonómicos, faculta a la mujer para la realización de cualquier tipo de actividad en el invernadero [667]. Por otra parte, reducir la doble presencia femenina favorece la disminución de la prevalencia de TME [675] [676] y la supresión de ese estrés adicional que conlleva [515].

3.2.6.4. Tipos de intervenciones ergonómicas

Existen varios tipos de intervenciones ergonómicas: individuales, físicas, organizacionales y combinadas [508]. A continuación se describen las características más relevantes de cada una de ellas:

- a Las intervenciones ergonómicas individuales son aquellas que proporcionan una formación ergonómica teórico-práctica a los trabajadores [508], de manera que conozcan los riesgos ergonómicos presentes en su trabajo. Desde las AAPP deben implementarse políticas de ayuda y de apoyo a las empresas para facilitar dicha formación.
- b Las intervenciones ergonómicas físicas evalúan las posturas forzadas, la carga de trabajo, la manipulación manual de cargas y los movimientos repetitivos [589] [670]. La adaptación de la carga física no siempre acaba con la prevalencia e intensidad de los TME; en ocasiones, es aconsejable diseñar un programa de ejercicios físicos correctivos, con especial incidencia en cuello y zona lumbar [508] [677] [678] [679]. Con el fin de formar a los trabajadores, algunas organizaciones como *The International Ergonomics Association* (IEA), han desarrollado aplicaciones ergonómicas específicas para la agricultura (*Ergonomics Checkpoints in Agriculture*), cuya labor compilatoria proporciona consejos prácticos a agricultores de muchos países, con excelentes resultados [680] [681] [682]. Estas entidades proponen reglamentos y regulaciones que intentan limitar los esfuerzos físicos asociados a los trabajos agrícolas, con el fin de mitigar la severidad de los TME [642], y hacia ese objetivo deben encaminarse las energías de los empresarios [683]. Las listas ergonómicas son muy útiles para detectar riesgos y abordar análisis posturales [505] [682], como las propuestas por *The International Labour Organization* (ILO) [684], *The Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ) [685], *The Copenhagen Psychosocial Questionnaire* (COPSOQ) [686], etc. Los cuestionarios registran ordenadamente los factores de riesgo, pero no los suelen cuantificar [589].
- c Las intervenciones ergonómicas organizacionales o administrativas se centran en el diseño de los procesos y técnicas de trabajo [508] [514] [687]. Las modificaciones de procesos de trabajo tóxicos ofrecen nuevas posibilidades para prevenir y gestionar la aparición de TME: reducen la monotonía de algunas tareas y disminuyen los accidentes de trabajo provocados por el uso de herramientas y equipos no adaptados, especialmente para mujeres [688]. Se muestran, a continuación, algunos ejemplos de intervenciones ergonómicas organizacionales muy efectivas para reducir significativamente las patologías de origen músculo-esquelético [551]:
- Disponer las macetas en mesas en lugar de colocarlas en el suelo para evitar posturas forzadas de inclinación del tronco.
 - Emplear carretillas manuales de tres ruedas para soslayar los riesgos por MMQP.
 - Utilizar dispositivos con ruedas para transportar macetas pesadas [689].
 - Realizar las tareas de poda con tijeras hidráulicas; intervención que reduce radicalmente los TME en manos, muñecas y dedos, anula la aparición del síndrome del túnel carpiano e incrementa el rendimiento de los podadores.
 - Adaptar la longitud y grosor del mango de algunas herramientas manuales, como azadas, palas, etc., a las características antropométricas del trabajador es una intervención muy útil para corregir notablemente el ángulo de inclinación del cuerpo, reduciendo las demandas físicas de la tarea y, por consiguiente, la prevalencia de TME lumbares [537] [690].
 - Recurrir a plataformas elevadoras autopropulsadas, especialmente diseñadas para la recolección de frutos de plantas de mediano y gran porte, anulando los TME que afectan a los hombros de los recolectores y eliminando de esta actividad la MMQP [514].
 - Emplear carretillas de cuatro ruedas, a modo de camillas o mesas en las que el trabajador se sitúa en posición decúbito prono con los brazos libres, de forma que puede recolectar frutos de plantas rastreras con comodidad [514].

- Utilizar un dispositivo o mecanismo de transferencia de carga, diseñado para aliviar el cansancio del trabajador cuando debe permanecer mucho tiempo en una postura forzada de inclinación del tronco hacia adelante, consistente en un arnés que le sujeta el tronco a una estructura móvil, de manera que se neutralizan los TME lumbares y disminuye la presión que el peso del cuerpo ejerce sobre los miembros inferiores [691] [692] [693].
- d Las intervenciones ergonómicas combinadas armonizan determinadas características de las anteriores, como la formación, el ejercicio físico regular y la aplicación de un *software* específico [508]. Los métodos de evaluación asignan puntuaciones a los factores de riesgo, con lo que proporcionan un valor que representa la posibilidad de daño junto con el grado de intervención ergonómica exigible, de manera que el riesgo es cuantificado [589]. Los métodos directos de evaluación ergonómica son muy precisos pero caros, debido a que están totalmente informatizados; los semidirectos necesitan una colección inicial de datos y su subsecuente proceso de análisis gráfico, y su coste no es excesivamente elevado; los métodos indirectos están basados en cuestionarios, no analizan imágenes pero resultan económicos, aunque si la muestra es grande requieren un complejo análisis estadístico [694]. Las intervenciones ergonómicas combinadas (por ejemplo, aplicando el método RULA) consiguen reducir el impacto de los síntomas músculo-esqueléticos hasta 25 puntos en la zona derecha del cuerpo y 20 puntos en la mitad izquierda [508]. Utilizan herramientas sencillas y fáciles de implementar. Muchos de ellos manejan índices como el WBGT [695], el *Humidex Index* [696], etc. Existen muchos métodos de evaluación diseñados para diferentes regiones anatómicas o para todo el cuerpo, generales o específicos para determinados factores de riesgo, o especialmente ideados para analizar tareas y subtareas muy concretas de cada actividad [602]. Registran el tiempo de exposición empleado en cada tarea y subtarea, la repetitividad de los movimientos de los brazos y manos (número de repeticiones por minuto) y las posturas forzadas, mediante observación directa durante una jornada entera de trabajo en muchos casos [515] [697], o apoyándose en grabaciones. La información obtenida se suele codificar por zonas corporales, por lo que resulta sencillo deducir el nivel de riesgo y, en función de este, establecer una escala en la que se adjuntan consejos para reducir el nivel de riesgo [602]. Algunos de los métodos combinados más comunes y utilizados son:
- REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) [698]: está fundamentado en un proceso sistemático dirigido a evaluar posturas de trabajo, aplicación de fuerza, tipos de movimientos y acciones, y movimientos repetitivos [537] [698].
 - OWAS (*Ovako Working Analysis System*) [699]: está especializado en detectar rápidamente y prevenir posturas forzadas (estrés postural); por ejemplo, una postura mantenida de inclinación anterior del tronco requiere una intervención inmediata, mientras que permanecer una parte de la jornada laboral en cuclillas constituye un factor de riesgo a vigilar [515].
 - RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) [685]: emplea tablas para examinar el nivel de riesgo que el trabajo estático [513] ocasiona en brazos y muñecas en primera instancia; cuello, tronco y piernas en segundo lugar y, finalmente, esquematiza los resultados de las dos tablas anteriores.
 - 3D SSPP (*Three Dimensions Static Strength Prediction Program*) [700]: *software* empleado para predecir los requerimientos de fuerza estática para MMQP y acciones como empujar, tirar y apretar; dispone también de diagramas tridimensionales de figuras humanas simulando posturas de trabajo, con el fin de conocer y manejar las cargas biomecánicas que afectan a diferentes partes del cuerpo.

- OCRA (*Occupational Repetitive Action*) [701]: diseñado para detectar y prevenir los riesgos generados por movimientos repetitivos, aunque sus posteriores actualizaciones contemplan también la aplicación de fuerza y posturas forzadas [589].
- NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) [702]: especialmente creado para controlar los riesgos por MMQP.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, hoy INSST): ideado para evaluar la MMQP [703].
- NMQ (*Nordic Musculoskeletal Questionnaire*) [704]: refleja la intensidad, prevalencia y severidad de los síntomas músculo-esqueléticos mediante preguntas dirigidas al conocimiento directo del estado de salud del trabajador. Resulta de mayor utilidad cuando está encauzado al análisis de una parte concreta del problema, que cuando se emplea para proporcionar un enfoque general [659].
- Norma UNE-EN 1005-5:2007. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia [705]: ideada para evaluar los movimientos repetitivos.
- Otros métodos: LEST (*Laboratoire d'Économie et Sociologie du Travail*) [706], RNUR (*Régie Nationale des Usines Renault*) [707], ANACT (*Agence National pour l'Amélioration des Conditions du Travail*) [708], Método Mixto de FREMAP [709], Método FAGOR [710], EWA (*Ergonomic Workplace Analysis*) [711], Ergo/IBV (Evaluación de Riesgos Ergonómicos del Instituto de Biomecánica de Valencia) [712], etc.

3.2.6.5. Medidas básicas de control de los riesgos ergonómicos

Como actuación de vanguardia al alcance de cualquier empresario y destinada a evitar la aparición de TME se propone la aplicación de una batería de recomendaciones básicas, muy económicas y sencillas de implementar:

- a No manipular herramientas o materiales por encima del nivel de los hombros.
- b Trabajar sentado, siempre que la realización correcta de la tarea lo permita.
- c Cambiar las posturas de trabajo con frecuencia. Corregir las posturas forzadas contribuye a la mejora del estado de salud del trabajador [713].
- d Realizar descansos cortos y frecuentes cuando se realizan movimientos repetitivos y se trabaja en posturas forzadas [513] [536] [596] [631] [659] [689]. El establecimiento de pausas obligatorias de 10 minutos por cada 2 horas de trabajo pesado ha demostrado ser una medida muy efectiva para reducir la prevalencia de TME [545].
- e Alternar tareas con movimientos repetitivos, con otras en las que actúen diferentes grupos musculares.
- f Proporcionar a los trabajadores trabajos muy variados para que los vayan realizando en función de la fatiga percibida. La rotación de tareas (actividades rutinarias con otras no rutinarias) se ha mostrado muy efectiva para prevenir los TME derivados de posturas forzadas [516] [631] [714] [715].
- g Disponer de suficiente espacio de trabajo.
- h Despejar de obstáculos las zonas de paso.
- i Seguir el procedimiento correcto para la MMQP.
- j El peso, volumen y agarres de las cargas a manipular deben seguir unos criterios ergonómicos.

- k Facilitar a los trabajadores medios mecánicos para la manipulación de materiales, productos cosechados, etc., sustitutivos de la fuerza bruta, como transpaletas, carretillas, plataformas, carros para la recolección, etc., de manera que las cargas a transportar no superen los 25 kg. La tecnificación del invernadero contribuye a la reducción de los TME, facilita las estrategias de intervención ergonómica, mejora el ambiente laboral e incrementa la productividad [716] [717] [718]. Los programas de mecanización suelen generar desconfianza (carente de fundamento) en los empresarios [719]; vencer esas reticencias es tarea de todos los implicados en el proceso productivo, también de las AAPP [720]. La tecnificación de los invernaderos es una medida muy oportuna, pero puede ser insuficiente a la hora de reducir el número de trabajadores expuestos a elevados niveles de ruido y vibraciones; es decir, puede crearse una nueva situación laboral en la que se sustituyan unos riesgos ergonómicos por otro tipo de peligros [562].
- l Utilizar herramientas ergonómicas [9] [515] [689] [721]: se ha podido establecer una relación entre el diseño ergonómico de herramientas y equipos, con posturas de trabajo menos perjudiciales, por lo que modificando aquel, se corrigen estas [513].
- m Emplear acelerómetros triaxiales para evaluar las vibraciones que sufren los operarios de maquinaria agrícola pesada, con el objetivo de calcular el daño que puedan causar a su salud, de manera que los valores límite no sean sobrepasados. Dotar a las máquinas de suspensiones adecuadas, particularmente a las ruedas y asientos de los tractores, reduce las vibraciones transmitidas al conductor [585], en ocasiones en más del 50% [722]; asimismo, efectuar un mantenimiento adecuado de la maquinaria, realizar previamente un tratamiento y un reconocimiento de la superficie del terreno a trabajar [722] [723] [724] [725] [726] [727], reducir el tiempo de exposición a vibraciones por debajo de 8 horas diarias, modificar determinadas rutinas de trabajo y calibrar correctamente las ruedas, son medidas sencillas y muy efectivas para reducir las vibraciones [563].
- n Seguir hábitos de vida saludable: control del peso, guerra al tabaquismo y a la ingesta excesiva de alcohol, estiramientos musculares como parte de la actividad laboral [286] [596] [659] [715] [728] [729], etc.
- o Proporcionar formación: los síntomas músculo-esqueléticos están relacionados de manera inversa con el grado de formación e información del trabajador [508] [513] [515] [528] [624] [730]. La formación fomenta la creación de trabajadores proactivos con su seguridad y salud laboral [659].

3.2.7. Riesgos psicosociales

La organización y gestión del trabajo ha vivido importantes cambios en los últimos años [731] [732], caracterizándose en la actualidad por la aparición de diferentes roles laborales y el incremento de las exigencias y requerimientos mentales de los trabajadores, aunque en cierta forma se palía con una mayor flexibilidad en las organizaciones [733] [734]. De esta combinación derivan aspectos positivos y negativos que influyen en la vida laboral y privada del individuo. Entre los aspectos negativos, el de mayor entidad hace referencia a la materialización de enfermedades profesionales y bajas laborales debidas a factores psicosociales [735], mientras que los efectos positivos inciden en la satisfacción laboral, el bienestar personal, la necesidad de aprender, la motivación y la autoconfianza [733] [736] [737]. Estos factores están relacionados con síndromes psicológicos inespecíficos y condiciones de trabajo estresantes, de ahí la necesidad de su prevención, vigilancia y control [738] [739]. El principal activo de una organización lo constituye su elemento humano, razón por la que aquella debe fomentar el bienestar de sus trabajadores y favorecer su desarrollo profesional. Los logros empresariales dependen, en buena medida, de la

motivación, compromiso y grado de implicación del personal con los objetivos empresariales previstos [740]. Los riesgos psicosociales en el trabajo resultan, pues, de la interacción entre el individuo y los elementos constitutivos del trabajo y comprenden aquellos aspectos del entorno laboral con capacidad para afectar negativamente la seguridad y salud de los trabajadores [741].

No hace mucho tiempo era escasa la información disponible sobre los riesgos psicosociales y sus consecuencias sobre la salud; se pensaba que su origen radicaba exclusivamente en factores personales (debilidad psicológica) y no laborales, salvo los que afectaban a ejecutivos sometidos a altas presiones y responsabilidades. Actualmente, los psicosociales son riesgos emergentes, reales e inherentes al proceso de producción [742].

Debido a su creciente importancia se han multiplicado los estudios sobre los riesgos psicosociales [743]. Ya en 1991, en los países de la Europa comunitaria, el porcentaje de trabajadores que referían problemas organizativos, propicios a la aparición de estrés, era superior al de aquellos que se quejaban de trastornos físicos derivados de deficiencias ergonómicas; en 1993, en EEUU, el 40% de los trabajadores consideraba excesiva su carga de trabajo, con síntomas evidentes de agotamiento físico y mental y emocionalmente exhaustos al final de la jornada de trabajo [744]; en 1995, la mitad de los trabajadores holandeses señalaba como fuente de estrés el elevado ritmo de trabajo, el 75% las escasas posibilidades de promoción y el 33% la falta de correlación entre la formación recibida y el trabajo desarrollado [745].

Un estudio destinado a conocer la exposición a riesgos psicosociales en invernaderos de la provincia de Almería muestra que para el 78% de los trabajadores la atención continuada es el principal factor de riesgo, seguido con el 65% por el desempeño de trabajos rutinarios y monótonos, el 57% por la necesidad de atender a varias tareas a la vez y el 50% por un elevado ritmo de trabajo. Sin embargo, sólo el 7% consideraba que estos factores de riesgo suponen una peligrosa amenaza para su salud, mientras que el 21% opinaba que constituyen una amenaza moderada [209].

La Tabla 45 muestra los resultados, exhaustivamente pormenorizados, correspondientes a un estudio aplicado al sector agrícola (Hungría, n = 677) [746].

Tabla 45. Resultados correspondientes a un estudio aplicado al sector agrícola (Hungría, n = 677), sobre la percepción, por los trabajadores, de determinados factores de riesgo psicosocial [746].

Trabajadores (%)	Percepción/Valoración de los factores de riesgo psicosocial presentes en el trabajo
76	Claridad de rol
74	Ambiente social positivo
70	El trabajo tiene significado
60	Elevado ritmo de trabajo
60	Confianza en los compañeros
59	Posibilidades de promoción
58	Apoyo social de los superiores
57	Confianza en la dirección
57	Satisfacción con el trabajo
54	Compromiso con la realización de las tareas

Trabajadores (%)	Percepción/Valoración de los factores de riesgo psicosocial presentes en el trabajo
54	Reconocimiento
53	Síntomas de <i>Burnout</i>
53	Estilo de liderazgo participativo
53	Apoyo social de los compañeros
51	Síntomas de estrés
51	Conflictos familiares
49	Previsibilidad de las tareas
46	Conflictos de rol en momentos puntuales
45	Respeto y justicia laboral (estos dos elementos constituyen un excelente predictor de la exposición a riesgos psicosociales [747] [748] [749])
43	Ejercicio de influencia positiva en la organización
42	Elevadas demandas emocionales
40	Altas demandas cuantitativas
37	Insomnio

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Stauder *et al.* [746]).

Otros autores [624] concluyen que el 31% de los trabajadores agrícolas sufre estrés, el 9% se siente intimidado, el 8% se ha visto atacado verbalmente, el 4% trabaja solo y el 2% padece depresión de etiología laboral; en este mismo estudio se analizó la prevalencia de los trastornos psicosociales, de manera que el 62% de los trabajadores la consideraba baja, el 33% media y el 5% elevada, valores que se ven modificados con la edad (la prevalencia es mayor entre los jóvenes que entre los mayores de 46 años), con el rol ejercido (mayor entre el colectivo de asalariados y trabajadores familiares del empresario, debido a largas jornadas de trabajo, con frecuencia no recompensadas económicamente) y con el tipo de actividad desempeñada (más intensa en tareas de siembra, plantación, transporte y cosecha). Otro estudio aplicado específicamente a invernaderos mostró que el 90% de los trabajadores consideraba que los riesgos psicosociales constituyen una amenaza; de ellos, el 10% opinaba que suponen un riesgo severo para su salud [528], en forma de estrés ocupacional y depresión [750].

Los riesgos psicosociales afectan a la productividad y deterioran la calidad de vida de los trabajadores; están relacionados con la organización del trabajo; es decir, con su diseño (variedad, monotonía), contenido (significado), presión temporal, realización de tareas, calidad del entorno laboral (cultura de la organización) y relaciones interpersonales en el trabajo, y con problemas emocionales y personales (de mayor entidad incluso que los de índole familiar o financiera [751]); además, poseen la capacidad de causar al trabajador daños físicos, psicológicos y sociales [752]. Las demandas psicológicas del trabajo hacen referencia a sus exigencias, cuya naturaleza puede ser cognitiva o emocional. Las demandas cognitivas están relacionadas con el grado de esfuerzo intelectual que es necesario aplicar a la tarea, mientras que las demandas emocionales requieren un esfuerzo que afecta a las emociones, es decir, a la represión de sentimientos y al mantenimiento de la compostura ante determinadas situaciones. La ocultación de emociones depende del nivel de implicación y compromiso con escenarios emocionalmente intensos o conflictivos que pueden surgir entre los integrantes de una organización.

Existen colectivos más sensibles a los riesgos psicosociales, como los trabajadores jóvenes y mayores, inmigrantes, personas discapacitadas, trabajadores temporeros, personas con bajo nivel económico y aquellos que desempeñan trabajos no especializados y que poseen escasa formación [753]. El trabajador de edad avanzada suele temer los cambios en los procesos laborales debido, probablemente, a una posible merma física, a una menor capacidad de adaptación a las nuevas tecnologías, a la obsolescencia de lo ya aprendido, a la indiferencia percibida ante su experiencia y sensatez y a su incapacidad para competir con individuos jóvenes [754] [755].

3.2.7.1. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo

Los factores de riesgo psicosocial pueden definirse como aquellas características del desempeño laboral o condiciones de trabajo relacionadas con la organización, contenido y realización del trabajo, que poseen la capacidad de alterar el bienestar laboral y que constituyen una amenaza para la salud física, psíquica y social de los trabajadores [756] [757], así como para el desarrollo correcto del trabajo [735]. En definitiva, son aquellos aspectos del diseño y la organización del trabajo (condiciones tecnológicas y concepción del trabajo) [758], así como sus contenidos sociales (cultura de la población, condiciones sociodemográficas, normatividad y legislación) y organizativos, con capacidad para causar daño físico o psicológico [759]. La interacción trabajo-individuo está presente en todas las definiciones; así, las consecuencias de esta asociación pueden ser positivas si el trabajo se adapta a las capacidades del individuo; sin embargo, los efectos negativos no sólo los sufre el trabajador, sino también la organización, debido al aumento del absentismo, de la conflictividad laboral, la insatisfacción, el abandono voluntario de la empresa y el descenso de la productividad [760] [761].

Existen múltiples clasificaciones de los riesgos psicosociales en función de en qué categorías se agrupan; así, en líneas generales, la organización del tiempo de trabajo se ocupa de los horarios, turnicidad, nocturnidad, vacaciones y pausas y tiempos de descanso; el contenido de la tarea agrupa el ritmo de trabajo requerido, conflicto y ambigüedad de rol, monotonía, repetitividad, autonomía, carga mental y cualificación profesional; finalmente, la estructura de la organización hace referencia al estilo de comunicación, de liderazgo y de participación. Existe un doble objetivo en el estudio de estos factores: las condiciones de trabajo y cómo son estas interpretadas por el individuo. La gravedad de los factores psicosociales depende de su intensidad y de la duración de la exposición [758] [762]. La probabilidad de sufrir accidentes de trabajo está relacionada con diversos factores psicosociales, como el estatus, el nivel de renta, la peligrosidad del trabajo, la implicación emocional, etc. [763].

Las características individuales como la personalidad, necesidades, expectativas, vulnerabilidad, capacidades adaptativas, etc., pueden tener un papel trascendental a la hora de afrontar determinadas situaciones psicosociales e influyen en la magnitud y naturaleza de las reacciones y sus consecuencias. Los factores psicosociales pueden incidir negativamente en la motivación y satisfacción laboral y tienen capacidad para generar estrés en función de la percepción del sujeto y de la calidad de su respuesta [764].

Los factores de riesgo psicosocial en el trabajo presentan múltiples interacciones entre sí, circunstancia que dificulta la predicción de sus efectos sobre la salud. Sin la intención de ser exhaustivos y sin agruparlos en dimensiones concretas, dada la heterogeneidad de clasificaciones existentes en la bibliografía científica, se exponen a continuación los principales factores de riesgo psicosocial.

3.2.7.1.1. Acoso laboral y sexual en el trabajo

El acoso laboral, *mobbing* u hostigamiento psicológico en el trabajo consiste en aquella situación laboral en la que una persona o un grupo de ellas ejerce una violencia psicológica, una conducta abusiva sobre otra, o una presión laboral tendenciosa, en la que no es necesario demostrar la intencionalidad del acosador, aunque esta puede resultar una aportación magnífica desde el punto de vista judicial [765]. El acoso se produce de forma sostenida, al menos semanalmente, y durante un tiempo determinado no inferior a seis meses y, si bien estos últimos aspectos son objeto de controversia entre diferentes autores, nadie discute su carácter sistemático, fruto de un comportamiento irracional repetido en el que el hostigador sí es consciente del daño causado, persistiendo en su actitud debido a que se ha trazado unos objetivos muy concretos, como el despido, el descrédito y el aislamiento social de la víctima, entre otros. Para que una situación sea calificada como acoso no hay que esperar a que se produzca un daño en la salud del individuo.

El acoso puede tener sentido ascendente, descendente y horizontal, pero siempre existe una posición asimétrica que resulta fundamental para entender este factor de riesgo, sea esta la jerarquía, antigüedad, conexiones, experiencia, etc. El comportamiento de los testigos es heterogéneo, desde indiferencia hasta tomar partido por alguna de las partes. El objetivo de la acción acosadora es mermar la reputación, integridad y dignidad del acosado [766], bien afectando al ejercicio de su trabajo, bien mediante la encomienda de tareas inútiles, monótonas o repetitivas, o bien ordenando tareas para las que la víctima no está cualificada o que están muy por debajo de su nivel de capacitación, generando escenarios de ambigüedad de rol y de ocultación de información, incrementando la incertidumbre de la persona acosada. Pueden producirse amenazas explícitas e implícitas (ignorar la existencia del individuo) que configuran un sistema de inequidad que se caracteriza por diferencias de trato, distribución perversa del trabajo e, incluso, menor salario. Las conductas de acoso pueden realizarse sirviéndose el acosador de determinados aspectos organizacionales (aislamiento, tareas degradantes, etc.), atacando a las relaciones sociales de la víctima buscando su aislamiento social, mediante agresiones a su vida personal, ejerciendo algún tipo de violencia (acoso sexual, amenazas, maltrato físico, etc.), ridiculizando las actitudes del acosado (creencias, opiniones, nacionalidad, etc.), mediante agresiones verbales (insultos, críticas infundadas, etc.) o difundiendo rumores maliciosos [767].

El acoso genera estrés porque el individuo percibe que el grupo desea hacerle daño. El origen puede encontrarse, en ocasiones, en factores extralaborales, como la existencia de unas relaciones personales muy deterioradas. Para el acosador esta situación es un pasatiempo que se nutre de deficiencias organizativas y de una gestión ineficaz de los conflictos, de forma que los superiores pueden, sin saberlo, favorecer el agravamiento de estas conductas o bien negarlas, debido a que no existe apoyo social, a que las estructuras de la empresa se encuentran muy jerarquizadas, las demandas del trabajo son excesivas, la existencia de líderes no oficiales, conflictos de rol, desinformación, etc. A su vez, el acosado puede moderar sus respuestas emocionales o bien adaptarse a conductas evitativas que agravarán el problema. En el acoso laboral se distinguen diferentes fases [767]:

- a La primera fase, o de conflicto, puede surgir en cualquier organización por la existencia de roces entre los trabajadores, que suelen resolverse con el tiempo, bien por los mismos actores, bien mediante cambios organizacionales.
- b La segunda fase, o de estigmatización, se caracteriza por la cronificación de la situación anterior; se materializa el acoso propiamente dicho, al que se pueden ir uniendo otros individuos, de manera que es el grupo el que acosa. La víctima se encuentra sola e indefensa

durante un intervalo temporal que oscila entre 1-1,5 años de media y el nivel de satisfacción laboral inicial se encuentra ya gravemente degradado [768] [769].

- c La tercera fase, o de intervención, es aquella en la que la dirección actúa a instancia de algún supervisor o del servicio de prevención, y esta mediación puede resolver el problema positivamente, mediante la aplicación de medidas que liquiden el conflicto, o negativamente, pudiendo finalizar con el despido de la víctima.
- d La cuarta fase, o de marginación, se caracteriza por la exclusión del trabajador de la vida laboral, mediante la expedición de bajas médicas que pueden converger en el despido o en una situación de incapacidad permanente, debido a la presencia de diversas patologías que agravan su estado de salud o a la materialización de accidentes de trabajo; así, a nivel psicológico, el acosado padece falta de concentración y de atención, ansiedad, miedo, baja autoestima, frustración, y estrés crónico y somatizaciones si la situación se prolonga; a nivel social, la víctima desarrolla una gran hipersensibilidad a las críticas, desconfianza, conductas evitativas, retraimiento, aislamiento, hostilidad, agresividad, sentimientos de ira y rencor, deseos de venganza e inadaptación social [767]. Todas las modalidades de acoso tienen unos costes para la comunidad: consecuencias económicas por bajas laborales y despidos, gastos sanitarios y pensiones anticipadas.

3.2.7.1.2. Apoyo social en el trabajo

El apoyo social en el ámbito laboral constituye un proceso de intercambio vertical y horizontal que depende de factores situacionales y organizacionales y de la personalidad del emisor y receptor de dicho apoyo; hace, pues, referencia a las transacciones interpersonales (soporte) percibidas por el trabajador por parte de personas significativas, sean superiores, compañeros o subordinados, que refuerzan la habilidad del individuo para afrontar episodios de estrés, anulando o minimizando sus efectos perniciosos (efecto terapéutico y protector de la salud mental, sobre todo si estas expresiones de respeto y afecto proceden de la familia y de los superiores) [770]. Es, en definitiva, el clima social que se respira en el trabajo (relaciones) el componente funcional de las relaciones sociales, mientras que el sentimiento de grupo sería el elemento emocional. Las características de la personalidad y comportamentales, también conocidas como competencia relacional, facilitan el desarrollo de relaciones satisfactorias, de manera que dicha competencia incide de cuatro formas distintas en el apoyo social: en la génesis y elaboración de las relaciones (asertividad, extraversión y sociabilidad); en el desarrollo y mantenimiento de estas relaciones (cooperación, empatía, estabilidad emocional y sensibilidad); en su conceptualización (afectividad y autoestima), y en el empleo de las relaciones para propósitos de apoyo social, así como la habilidad para implementar los sistemas de apoyo. La competencia relacional puede ser aprendida y desarrollada mediante la formación, entrenamiento y supervisión adecuados.

No todos los trabajadores valoran de igual forma el apoyo social recibido; de su interpretación depende que este sea eficaz, ineficaz o contraproducente, ya que entran en juego diferentes aspectos personales, como el interés del individuo por recibirlo, la competencia relacional, la ausencia de ansiedad social, las habilidades sociales, la intuición necesaria para apreciar las primeras señales de apoyo y la práctica de los recursos personales. El apoyo social posee varias perspectivas no excluyentes, sino complementarias, que permiten establecer hasta cuatro niveles de apoyo [771]:

- a El nivel I, o de integración social, trata sobre el número y fuerza de las asociaciones de una persona con otras, centrándose en las características estructurales de la red social.

- b El nivel II, o de relaciones de calidad (no es preciso que sean numerosas), satisface las necesidades de afiliación, afecto, sentimiento de identidad y pertenencia, y proporciona cierta impresión de control sobre una situación.
- c El nivel III percibe el apoyo social como ayuda, lo que permite al individuo saber en quién puede confiar y a quién recurrir, de manera que este nivel le sirve para modular la percepción de la magnitud del estrés.
- d El nivel IV, o de actualización de las conductas de apoyo, es el que facilita el despliegue afectivo inherente al mismo.

Los principales factores que determinan la frecuencia y calidad del apoyo social consisten en la predisposición a prestar atención a otro, el estilo participativo, la estabilidad emocional, la extraversión, la escucha activa y empática y la asertividad. Por otra parte, se distinguen cuatro tipos de apoyo social: el apoyo emocional, que es el de mayor importancia y más difícil de transmitir, pues agrupa elementos como la empatía, el amor, la confianza y el cuidado; el apoyo instrumental, que tiene lugar cuando una persona ayuda a finalizar una tarea o se protege a alguien, situaciones que pueden ser fuente de información y valoración; el apoyo informativo, que hace referencia a la información que se brinda a otros para que aborden con éxito determinados escenarios laborales en los que la información no es la solución, pero sí facilita a otro a que la encuentre por sus propios medios; finalmente, el apoyo evaluativo sólo implica transmisión de información, es relevante para la autoevaluación y comparación social. El buen supervisor es el que cultiva todos los tipos anteriores de apoyo social.

Tradicionalmente, los empresarios se han mostrado indiferentes a una gestión adecuada de las relaciones interpersonales en el trabajo. Un ambiente laboral deficiente y sin protocolos efectivos de actuación, se caracteriza por la desconfianza, rivalidad, ausencia de colaboración entre sus componentes, aparición de estrés laboral [772] y agravamiento de situaciones potencialmente conflictivas [764] [773] [774]. El entorno organizacional y social es fundamental en el origen, cantidad, calidad y tipo de apoyo social; estos factores dependientes son los que predominan y caracterizan a la organización, como la competitividad y solidaridad, el individualismo y la sociabilidad, la existencia de una estructura participativa, centralizada y formalizada, el número de empleados y supervisores (si hay muchos trabajadores se facilita el anonimato social y la despersonalización), el tipo de objetivos y el estilo de liderazgo.

El apoyo social posee un efecto moderador del estrés [771], aleja la amenaza de somatizaciones (TME) [775] [776] [777], beneficia la salud psicológica del individuo, incrementa sus recursos adaptativos, configura un sentimiento de pertenencia a una red de comunicación [771], disminuye la probabilidad de aparición de situaciones de conflicto y ambigüedad de rol, incide favorablemente en la percepción de autonomía por parte del trabajador y reduce su absentismo [778] [779], debido a que facilita el apoyo instrumental y personal de otros individuos, la conciliación de la vida familiar y profesional [780] y el nivel de satisfacción laboral, incrementando la calidad de las relaciones interpersonales y la productividad. El apoyo social se materializa en el ejercicio de una mayor variedad de tareas, un elevado control y una adecuada autonomía. En los trabajos a destajo (muy frecuentes en el sector agrícola), el apoyo social por parte de los compañeros se reduce debido a la limitación de las posibilidades de interacción y cooperación [771].

3.2.7.1.3. Autonomía en el trabajo

La ausencia de autonomía es un estresor de primer nivel [781]; puede definirse como el grado de discreción o capacidad otorgada al trabajador para tomar decisiones sobre su actividad. Es fundamental que, en la medida de lo posible, el trabajador organice el tiempo y orden de realización de su actividad y tome sus propias decisiones sobre la estructuración del trabajo, así como sobre cuestiones de procedimiento y organización [782]. Es preciso distinguir entre la autonomía temporal, o libertad para distribuirse el tiempo y ritmo de trabajo, régimen de pausas y posibilidad de gestionar los asuntos personales, y la autonomía decisional, o capacidad para influir en la toma de decisiones y en la propia gestión de la actividad [764].

La ausencia de autonomía suele ir asociada a la incapacidad para resolver, por el trabajador, cualquier tipo de problema debido a la anulación de su iniciativa [783], por lo que el individuo no puede gestionar sus tiempos de descanso (recuperación) y de vacaciones, percibiéndose a sí mismo como mero instrumento del que el empresario puede prescindir en cualquier momento [784]. La autonomía atenúa el daño psicosocial [772], incrementa la satisfacción, el bienestar individual y colectivo, el desarrollo personal, equilibra el balance entre la vida personal y laboral y reduce la probabilidad de sufrir un accidente de trabajo [625]. Sin embargo, un exceso incorrectamente ponderado de autonomía, puede llevar al trabajador a una situación de impotencia ante la magnitud de un determinado problema; en todo caso, tanto el exceso como la ausencia de autonomía son fuente de desmotivación en el trabajador [785].

3.2.7.1.4. Carga mental del trabajo

Se entiende por carga mental del trabajo aquellos requerimientos o demandas mentales e intelectuales, o grado de motivación y de esfuerzo personal que la tarea transmite al trabajador y que pueden sobrepasar su capacidad de respuesta [786] [787] [788] [789] y disminuir su rendimiento [790] e, incluso, causar su baja laboral [791] [792] [793]. Las demandas psicológicas del trabajo son cada vez más intensas y poseen la capacidad de causar importantes impactos emocionales.

La carga mental tiene un componente cualitativo y otro cuantitativo. Cada individuo percibe la carga mental con una intensidad diferente en función de los recursos preventivos y defensivos disponibles, de la edad, robustez física y hábitos de vida [789]. Un entorno ambiental adverso, particularmente una carga mental de trabajo excesiva y mantenida en el tiempo con altas exigencias de ritmo, presión temporal, pobre régimen de pausas y descansos, toma de decisiones y aprendizaje, esfuerzos de atención y concentración, exceso de trabajo, estilo de mando autoritario, monotonía y existencia de conflictos emocionales (autocontrol emocional) [774] [794], afectan a la seguridad y salud laboral del individuo [772] [795] [796] [797] [798] ante el incremento del número de errores cometidos [799]. El nivel de esfuerzo requerido puede aumentar si se producen frecuentes interrupciones, órdenes contradictorias y falta de previsibilidad, con consecuencias graves para la salud del trabajador (*Burnout*, agotamiento, falta de atención, imprecisión de movimientos, irritabilidad, desánimo, ansiedad, tensión, fatiga, monotonía, insomnio, TME y somatizaciones específicas e inespecíficas) [775] [776] [777] [789] [791] [792] [793].

Las principales demandas psicológicas son: la acumulación de tareas (relacionada con la merma de la calidad del trabajo), la responsabilidad, la concentración exigida, la existencia de órdenes contradictorias y el ritmo y dureza del trabajo. Pero también la carga mental puede proceder de la simplicidad y ausencia de contenido, por ejemplo en las tareas agrícolas [800], circunstancia que influye en la aparición de estrés laboral [801].

3.2.7.1.5. Conflicto y ambigüedad de rol

El rol se define como el papel que desempeña cada trabajador en su organización; es decir, el conjunto de expectativas conductuales o patrones de comportamiento relacionados con cada puesto de trabajo, de manera que puede afirmarse que determinadas conductas presentan cierta tendencia a ser asociadas a puestos de trabajo concretos, sin importar demasiado quién las realiza y sí cómo son formalizadas. Los roles interactúan, e incluso un mismo individuo desempeña varios simultáneamente, o puede modificarlos a lo largo del tiempo en función de las expectativas de los demás. A su vez, los roles ajenos influyen en el propio y todos ellos configuran el tipo de comportamiento y la calidad de las relaciones interpersonales en una organización. La percepción del propio rol puede coincidir, o no, con la que aprecian los demás.

La alteración del rol se produce cuando las demandas y las expectativas son conflictivas, contradictorias e incompatibles; entonces se reduce el bienestar psicológico y la satisfacción del trabajador, y esta situación es germen de tensión y contribuye a la aparición de estrés [802]. Tanto la calidad de las relaciones interpersonales como el control del trabajo, la participación y la seguridad en el empleo pueden verse afectados. El trabajador no percibe cuáles son sus atribuciones, duda sobre sus competencias y responsabilidades y prioriza sin disponer de criterios adecuados [772] [802], apareciendo fatiga, ansiedad, somatizaciones, baja autoestima, estrés [803], depresión [804] [805] y, finalmente, descenso del rendimiento, disminución de la confianza en la organización y absentismo laboral [802] [806] [807].

En el conflicto de rol no existe coincidencia de percepciones sobre el propio rol, entre el individuo y el resto; las expectativas son divergentes e incompatibles temporalmente; el trabajador recibe órdenes incongruentes, contradictorias, imposibles de ejecutar o que no desea cumplir en un tiempo concreto [808], y que reducen la eficacia organizativa, la satisfacción laboral [809], la implicación en el trabajo y pueden suponer, tanto un coste emocional excesivo, como un conflicto ético para el individuo porque comprometen su sistema de valores o creencias [802].

La ambigüedad de rol es fuente de incertidumbre, indefinición y confusión, así como posible origen de tensión, insatisfacción y estrés en el trabajador [772]; está relacionada con la falta de claridad de la tarea y con la ausencia de una percepción manifiesta de los objetivos, procedimientos y propósito del trabajo, de criterios equitativos de apoyo y de la propia autoridad y responsabilidad (del propio rol) [809]. Las características personales pueden modular la ambigüedad de rol: si esta modulación es positiva, el individuo configura su rol, que será aceptado por los demás y, viceversa, en el caso de que aquella resulte negativa.

Algunos autores hacen referencia a otro concepto, denominado sobrecarga de rol, que se origina cuando al trabajador se le asignan cometidos y responsabilidades que no forman parte de sus funciones [764]. Finalmente, existe claridad de rol cuando la definición de funciones y responsabilidades es entendida y asumida perfectamente por el trabajador.

3.2.7.1.6. Control sobre el trabajo

El incremento del control ejercido sobre el trabajo constituye una intervención psicosocial orientada al proceso de mejora continua; es decir, incrementa los niveles de seguridad, la calidad de la producción, eficacia, profesionalidad, motivación, responsabilidad e identificación con la organización y supone, además, una reducción de los costes empresariales. Se trata de un recurso personal que modera las

consecuencias de unas determinadas demandas psicológicas. El trabajador debe saber qué espera su empresa de él porque ese conocimiento le proporciona seguridad. La falta de control sobre la tarea genera, por tanto, incertidumbre, inseguridad, estrés en el trabajador [783] [810] y somatizaciones (TME) [775] [776] [777] [811].

El control posee una doble dimensión: la que practica el trabajador sobre su actividad y la que ejerce la organización sobre el individuo a través de la supervisión. El control agrupa una serie de factores, como el aprendizaje de aspectos novedosos del trabajo, variedad de tareas, existencia de trabajos repetitivos y monótonos, expectativas o previsiones, habilidades y experiencia, motivación y compromiso, formación e información recibidas, percepción del significado del trabajo, medios disponibles (tecnología), orden de realización y posibilidad de dejar temporalmente el trabajo a causa de una eventualidad [788]. Si ante grandes demandas se ejerce un elevado control, la acción resultante puede ser positiva, pues sirve de activación y motivación para el trabajador y beneficiosa también para la organización al incrementar la satisfacción laboral y, por ende, el rendimiento y la productividad [812].

3.2.7.1.7. Doble presencia

El trabajo femenino dentro y fuera del hogar y sus posibles repercusiones negativas en ambos ámbitos pueden crear un conflicto de rol si no hay una conciliación adecuada de la vida familiar y profesional, ya que suponen diferentes roles [802] [813]. Ese esfuerzo suplementario puede afectar negativamente a la salud psicológica de la mujer, debido a la tensión emocional que genera el sentimiento de culpa [814], y a la salud física, por la somatización del conflicto por parte de la persona afectada, sobre todo en familias monoparentales [815]. Debido a la doble presencia, la mujer presenta mayores niveles de fatiga y, por tanto, mayor necesidad de recuperación entre jornadas de trabajo [816] [817].

3.2.7.1.8. Edad

En Europa en general, y en España en particular, el envejecimiento laboral es un hecho sin discusión; los trabajadores comienzan su jubilación a edades más longevas para poder mantener el sistema. Hoy, más que nunca, resulta necesario adaptar el trabajo a la edad del trabajador si se desea que este realice su actividad de manera eficaz extremando, al mismo tiempo, las condiciones de seguridad y salud. Hay que adoptar políticas de gestión de empleo y de adaptación tecnológica teniendo en cuenta la edad.

En general, la edad suele relacionarse con menores demandas, mayor control y mejor apoyo social. El empresario debe adaptar la carga de trabajo a la edad del trabajador. En el caso de personas de edad avanzada las tareas deben exigir menor fuerza y resistencia; sus habilidades, conocimientos y experiencia constituyen un valor añadido que el empresario debe valorar y utilizar [731]. Los trabajadores mayores necesitan tiempos de recuperación más largos [816] [818]. Es un estereotipo la afirmación de que desempeñan peor su trabajo en tareas que requieren fortaleza física, pues tienden a sustituir una posible merma de facultades con una mayor experiencia; de hecho, sufren menos accidentes de trabajo y su absentismo laboral es porcentualmente menor que el de los trabajadores jóvenes [819].

En el caso del trabajo en invernaderos, y teniendo presente que se trata de una actividad eminentemente física, el rendimiento del trabajador mayor puede disminuir un tanto, aunque sustituye esas carencias físicas por estrategias basadas en su experiencia y conocimientos.

3.2.7.1.9. Estacionalidad de las contrataciones

El trabajo agrícola se caracteriza por un incremento de las contrataciones temporales en determinados momentos del proceso productivo, como la cosecha; por tanto, el modelo agrícola viene definido por la inseguridad en la continuidad del empleo [820], el exiguo nivel de control de las condiciones y horarios de trabajo, la escasa protección socio-jurídica del trabajador temporero, la presión a la que se ven sometidos por parte de los capataces para incrementar el ritmo de trabajo [636] [637], cierto grado de desamparo económico [821] y la incertidumbre en las condiciones preventivas [822]. Los temporeros deben gozar de los mismos derechos relacionados con la seguridad y salud laboral que el resto de trabajadores. La inseguridad en el empleo influye de forma evidente en la aparición de estrés.

3.2.7.1.10. Estilo de liderazgo

Existen varias formas de ejercer el liderazgo en una organización. El estilo de mando autoritario presenta una estructura jerarquizada, rígida, no dialogante ni empática [823], que conduce a la despersonalización del entorno de trabajo [774], agudiza posibles distorsiones personales, implica sobrecarga emocional, incrementa la intensidad de los pensamientos negativos generadores de tensión, conduce a la aparición de escenarios de conflicto y ambigüedad de rol, reduce la autonomía percibida, genera beneficios cortoplacistas, merma la autoestima del trabajador y provoca conflictos laborales de difícil solución que suelen acabar en despidos y bajas por ansiedad, hostilidad, insatisfacción, estrés, depresión [767] [798] [824] [825] [826] y mayor probabilidad de sufrir accidentes de trabajo [827]. Los propietarios y supervisores autoritarios suelen presentar también altos niveles de ansiedad y frecuentes episodios de depresión [209].

El estilo de mando ausente se caracteriza por la falta de liderazgo, por la imprevisibilidad en la toma de decisiones, la ausencia de canales de comunicación en un ambiente en el que el trabajador resuelve sus problemas según su propio criterio, generando inseguridad y falta de control sobre las condiciones de trabajo [828], una posible afectación de su equilibrio emocional [829] y una mayor probabilidad de sufrir daños físicos [830] (hasta 3,5 veces más que en escenarios laborales en los que existe un excelente apoyo social [831]).

El estilo de mando carismático, participativo o democrático es el opuesto, en todas sus características, al autoritario [825] [832]: permite al trabajador asumir cierto control temporal, proporciona una unidad natural de trabajo completa, otorga retroalimentación sobre su desempeño, concede reconocimiento e introduce tareas nuevas, complejas y especializadas, de manera que los trabajadores puedan llegar a ser expertos [833].

Una comunicación fluida resulta primordial para asegurar la eficacia, rendimiento y buen funcionamiento de la organización [834]. La dirección debe conocer cuáles son los principales objetivos de la comunicación: controlar adecuadamente el proceso productivo, motivar a la plantilla, proporcionar un clima emocional saludable e informar y formar a los trabajadores [835]. Del estilo de liderazgo depende asimismo la calidad de participación de los trabajadores; es decir, del nivel de implicación, intervención y colaboración que el trabajador mantiene en diferentes aspectos de su actividad. Esta cooperación contribuye a la formación y crecimiento personal del individuo, facilita la detección, análisis y resolución de posibles problemas (malestar y tensiones) [820] y favorece el trabajo colaborativo [836]; de esta manera

es más sencillo revisar la calidad del producto, introducir los cambios pertinentes, adquirir las herramientas y equipos adecuados e incrementar las condiciones de seguridad y salud [527] [837].

3.2.7.1.11. Estructura de la organización

La estructura de la organización armoniza los procesos de tecnificación, los sistemas y los materiales necesarios para la consecución de un producto [838]. La asociación de factores psicosociales con bajas laborales por enfermedad profesional o por accidentes de trabajo, depende del diseño de la estructura de la organización [772] [839]. Una estructura organizativa deficiente resulta menos productiva, más insegura y menos satisfactoria y motivadora para el trabajador. En ella se originan factores tan importantes como la calidad de las comunicaciones, la participación, el apoyo social, el estilo de liderazgo, la existencia de trabajadores aislados, la turnicidad y nocturnidad, el clima social y el enriquecimiento y control sobre la tarea.

3.2.7.1.12. Horario y duración de la jornada laboral

En las explotaciones invernadas pequeñas, que son mayoría en Extremadura, es frecuente que se produzca una prolongación de la jornada laboral [840]. En los trabajadores afectados puede disminuir la eficacia del sueño, aumentar la fatiga hasta su cronificación y perturbar la calidad de las relaciones sociales y familiares, de manera que el trabajador está más cerca de desarrollar un cuadro depresivo [841]. El tiempo de trabajo está relacionado con la ordenación y estructuración temporal de la actividad a lo largo de la semana y de cada día, así como con la necesidad de recuperación del cansancio entre jornadas [842].

3.2.7.1.13. Implicación emocional en el trabajo

La gravedad del riesgo en aquellos escenarios laborales en los que existe afectación emocional depende de varios elementos, como la frecuencia de la exposición, duración, intensidad y variedad [820] [836] [843]. El entusiasmo inicial ante un nuevo reto laboral puede degenerar en apatía y frustración que, al agravarse, provocan desgaste profesional o síndrome de estar quemado por el trabajo, colapsando el equilibrio emocional y despersonalizando al individuo, quien responde ante los problemas emocionales con una actitud fría, cínica y escéptica [844]. Las condiciones emocionales y las relaciones sociales suelen estar conectadas con la concurrencia de accidentes de trabajo [772] [845].

3.2.7.1.14. Monotonía y repetitividad en el trabajo

El desempeño de tareas repetitivas confiere aburrimiento y falta de sentido al trabajo, disminuye la capacidad de reacción y de activación, elimina los posibles alicientes, causa cierto desconcierto sobre el lugar que el individuo ocupa en la organización, evita que el trabajador desarrolle todas sus habilidades (sensación de estancamiento) [779] [846], que tome decisiones y aprenda cosas nuevas [847]. Los trabajos propios de invernadero se caracterizan, entre otros factores, por la realización diaria de tareas monótonas y repetitivas [209] que inciden en una mayor prevalencia de TME [610] [631] [776] [779] [848].

3.2.7.1.15. Pausas y descansos

Las pausas y descansos son consustanciales al trabajo; de hecho, el Estatuto de los Trabajadores regula los tiempos de descanso; así, el intervalo mínimo de descanso entre jornadas debe ser de 12 horas, y se debe realizar una pausa de 15 minutos cuando la jornada continuada exceda de 6 horas, 30 minutos en el caso de trabajadores menores cuando la jornada continuada supere las 4,5 horas [849]. Como criterio general resulta necesario realizar pausas de 5-10 minutos cada 1,5 horas de trabajo físico intenso, como sucede con el agrícola [850]. Los tiempos de descanso no son acumulativos, ni para empezar la jornada más tarde ni para salir antes, porque perderían su función. Son preferibles descansos breves y frecuentes que los de larga duración tras agotadoras jornadas de trabajo, como sucede en el sector agrícola. La situación ideal vendría representada por unos tiempos de descanso ni fijos ni obligatorios, sino adaptados a las características del trabajador.

El sistema de cálculo de los tiempos de descanso se basa en la concesión de puntos según la importancia de las fuentes de tensión, puntos relacionados más directamente con la tarea que con el trabajador y que se transforman en tiempo de descanso. Entre la bibliografía científica existen estudios que defienden que el parámetro fundamental a considerar sea la carga de trabajo, medida mediante el grado de penosidad del mismo [851]; así, es factible aplicar, por ejemplo, la fórmula de Lehmann y Spitzer para el cálculo del tiempo de descanso [852]:

$$D = \left(\frac{M}{4} - 1\right) \cdot 100 \quad (\%) \quad \text{Ecuación 33. Fórmula de Lehmann y Spitzer sobre tiempos de descanso}$$

en la que D simboliza la duración del reposo en tanto por ciento de la duración de la jornada, y M representa las kilocalorías por minuto consumidas por el trabajador.

El respeto de los tiempos de descanso por parte de la organización representa la consideración de esta hacia su personal. La seguridad y salud en la realización del trabajo está asociada a un equilibrado régimen de pausas y descansos, de manera que el trabajador se recupere, física y mentalmente, del cansancio entre jornadas [853]. El descanso semanal debe ser diseñado con el objetivo de evitar la aparición de fatiga crónica (la fatiga es un mecanismo de defensa del organismo que nos induce a descansar) [854] [855] y la falta de atención, favorecer el enriquecimiento del trabajo y el mantenimiento de un estado físico aceptable, además de distraer y relajar al trabajador, facilitar las relaciones sociales, la cooperación, el intercambio de ideas y la creatividad [850]. Si en un momento puntual, como pueda ser el tiempo de cosecha, esto no es factible, el trabajador debe ser compensado económicamente o con tiempo libre en otros contextos temporales con menor carga de trabajo [854]. La intensidad y frecuencia de las pausas dependen de las demandas inherentes a la actividad. Su frecuencia y duración pueden ser estimadas, de manera más sencilla, en los trabajos manuales que en los intelectuales, debido a que las actividades creativas requieren mayor atención y concentración y, por tanto, un régimen de pausas más generoso. El tiempo de descanso debe conciliar los requerimientos del proceso productivo con las necesidades de los trabajadores.

Las pausas deben tener la consideración de tiempo de trabajo productivo y debe atenderse a su cantidad y a su calidad espacial y ambiental, de manera que el cambio de lugar para hacer una pausa facilite la desconexión mental e incremente la calidad del descanso. El trabajo debe ser planificado, también en su

aspecto temporal; así, el tiempo de descanso depende del tipo de actividad, su ritmo, exigencias, esfuerzo físico requerido, existencia de movimientos repetitivos, posturas forzadas y tensiones climáticas.

3.2.7.1.16. Promoción profesional

La inexistencia de expectativas profesionales, la falta de valoración del trabajo realizado, de las aptitudes y de la actitud individual, así como la ausencia de incentivos, afectan al equilibrio emocional del trabajador, a su autoestima y a su satisfacción laboral [856]. El estatus perseguido y no logrado por el trabajador puede convertirse en un importante factor de riesgo psicosocial e incrementar la probabilidad de sufrir accidentes de trabajo [857].

3.2.7.1.17. Recompensas

El concepto recompensa agrupa varios elementos presentes en la relación laboral, como el control del estatus, la autoestima y, sobre todo, el salario y otros beneficios económicos. El estatus hace referencia a la estabilidad laboral, a la promoción y a su propia inconsistencia; es decir, a la obligación de tener que realizar tareas que están por debajo del nivel de cualificación. La autoestima se basa en el respeto, el reconocimiento, el apoyo social y la justicia laboral. El salario, y otro tipo de recompensas, nutren la percepción que tiene el trabajador sobre la importancia de su figura en la empresa. Uno de los rasgos que caracteriza la actividad agrícola es la percepción de sueldos bajos [858]; y es que el salario está íntimamente relacionado con la satisfacción laboral [859].

Es frecuente que el individuo sienta que su trabajo y dedicación no se ven justamente recompensados. Este desequilibrio le lleva a aceptar su participación en escenarios laborales como el trabajo a destajo, contraproducente para su seguridad y salud. El estipendio percibido por este tipo de trabajo no incrementa la productividad por unidad de tiempo [860] y puede afectar negativamente el rendimiento personal. Como las recompensas están muy ligadas a la motivación [861], en un principio los ingresos y el entusiasmo del trabajador aumentan paralelamente, pero existen elementos negativos que a medio plazo entran en juego, como la amenaza sobre la calidad de la vida familiar y social, la aparición de estrés, el deterioro de la seguridad laboral, la manifestación de los primeros síntomas de fatiga mental que pueden contribuir a la concurrencia de accidentes de trabajo [778], así como el hecho de valorar más el dinero que la propia salud.

3.2.7.1.18. Ritmo de trabajo

El ritmo hace referencia al volumen de trabajo por unidad de tiempo requerido para su ejecución. Si es excesivo o inadecuado incide en la aparición de estrés laboral. En los invernaderos el ritmo de trabajo es elevado en tareas como la colocación de bandejas, la realización de injertos y en operaciones de carga y descarga [209].

3.2.7.1.19. Sexo

Diversos estudios evidencian la diferente influencia de los factores de riesgo psicosocial en hombres y mujeres [862]. Las trabajadoras de instalaciones invernadas pequeñas y medianas suelen padecer mayor grado de estrés, debido no sólo a la doble presencia, sino también a cargas mentales de trabajo mal dimensionadas con capacidad para generar accidentes de trabajo; por otra parte, la mano de obra femenina se resiente más intensamente que la masculina en situaciones de aislamiento en el trabajo o cuando las relaciones personales existentes son de baja calidad [625].

Por lo que respecta a la protección de la maternidad, afortunadamente cada vez es mayor el porcentaje de embarazadas que continúan con su actividad laboral, señal inequívoca de que las condiciones de trabajo se adaptan a este nuevo estado de la mujer. El embarazo y la lactancia natural son compatibles con el trabajo siempre que exista una adecuada educación sanitaria, se creen entornos laborales seguros y la organización disponga de un código de buenas prácticas que contemple por escrito estos dos aspectos del trabajo. Los beneficios de los programas de apoyo a la maternidad están suficientemente contrastados: menor absentismo, mayor productividad, buena imagen corporativa, adecuado estado de salud física y psicológica de la mujer y su hijo y ahorro en costes por bajas laborales.

La actividad física genera mayores niveles de consumo energético, gasto cardíaco y aumento del ritmo respiratorio, factores que determinan el grado de penosidad de un trabajo. La carga física causa fatiga muscular y reduce las capacidades físicas de la embarazada; el estado de gravidez incrementa dicha fatiga, de manera que si el esfuerzo físico es muy intenso el aporte sanguíneo al feto mengua debido a las mayores necesidades irrigativas del sistema muscular. El trabajo constante de pie, a turnos o nocturno, el mantenimiento de posturas forzadas o la manipulación manual de cargas pesadas están directamente relacionados con menores tamaño y peso (aproximadamente 200 g) y con la presencia de trastornos cardiovasculares y del sistema nervioso central en los recién nacidos, así como con una mayor frecuencia de abortos espontáneos y partos prematuros; se ha podido comprobar que las mujeres que descansan 8 días antes del parto tienen niños más grandes y de mayor peso [863].

3.2.7.1.20. Tecnología

La introducción de nuevas tecnologías puede convertirse en un factor de riesgo psicosocial si no se planifica y dimensiona correctamente aunque, en general, mejora las condiciones de trabajo. Los invernaderos extremeños están en su mayoría poco tecnificados, por lo que este factor de riesgo no tiene la importancia alcanzada en otros ámbitos regionales. La mejor manera de combatir el conocido como tecnoestrés es proporcionar formación e información a los trabajadores.

3.2.7.1.21. Trabajos aislados

El hecho de trabajar solo y aislado en un invernadero puede causar aburrimiento, angustia, estrés, fatiga, facilidad para cometer errores y alteración de la noción temporal. Además, en el caso de los temporeros inmigrantes, este aislamiento genera sensación de abandono y lejanía de un entorno amigable [864]. En estas situaciones es especialmente importante formar al trabajador en los riesgos a los que debe enfrentarse en solitario. La supervisión frecuente de la carga y procedimientos de trabajo es fundamental para corregir actitudes y comportamientos de riesgo. Es esencial considerar si los riesgos existentes pueden ser manejados por el trabajador, asegurándose el empresario de su competencia; para ello, el

empleado debe demostrar que posee las habilidades requeridas. Una consecuencia, afortunadamente minoritaria, es la exposición del trabajador a asaltos y episodios de violencia por individuos ajenos al ámbito laboral [865].

3.2.7.1.22. Turnicidad y nocturnidad

El trabajo a turnos es necesario en muchos invernaderos durante la temporada alta o en momentos puntuales, aunque estas circunstancias deben ser previstas y organizadas con la suficiente antelación, preservando la seguridad del trabajador e intentando conciliar su vida familiar y laboral. La turnicidad y la nocturnidad alteran el ritmo circadiano natural con posibles implicaciones negativas en la vida personal, laboral, social y familiar del trabajador [866] y en la aparición de estrés laboral. En los trabajos a turnos y nocturnos los tiempos de trabajo deben ser menores a los diurnos [855]. La sintomatología más reconocible de los trabajos a turnos y nocturnos consiste en manifestaciones de irritabilidad, impotencia para resolver los problemas cotidianos, propensión a cometer errores, empobrecimiento de las relaciones sociales [867], fatiga y depresión [868].

3.2.7.1.23. Variedad, enriquecimiento y rotación de tareas

La variedad, el enriquecimiento y la rotación de tareas son modificaciones de tipo organizativo que permiten mejorar la capacidad adaptativa, tanto de la empresa como de sus integrantes; consisten en la posibilidad de realizar tareas diferentes y dotadas de contenido, aspectos que proporcionan un significado positivo en la percepción que el individuo tiene de su trabajo; este se siente útil en su empresa y en la sociedad. A ello puede unirse el reconocimiento y aprecio de los demás, con independencia del salario percibido.

La rotación de tareas presenta indudables beneficios cuando el trabajo es monótono y repetitivo [516], pero para que realmente resulte efectiva debe contar con el apoyo de los trabajadores. Los períodos de rotación pueden oscilar entre horas y meses. Las razones para adoptar este tipo de intervención psicosocial pueden ser muy variadas, como las relacionadas con la seguridad, con la imposibilidad de evitar la realización de tareas monótonas y repetitivas, el reparto de la fatiga y lograr mayores niveles de motivación en el personal. Es necesario vigilar que las rotaciones no supongan un enfriamiento de las relaciones interpersonales [869].

Las tareas con escaso contenido provocan aburrimiento, desmotivación e insatisfacción, e impiden al individuo tomar decisiones importantes. El enriquecimiento de tareas no debe suponer una sobrecarga de trabajo; sin embargo, si se realiza correctamente, incrementa el compromiso del trabajador con la organización, su eficacia, responsabilidad y participación y confiere al puesto de trabajo un contenido estimulante, aliviando la monotonía de determinadas actividades. Este enriquecimiento puede llevarse a cabo mediante la integración de varias tareas parciales, aparentemente sin sentido, en una sola dotada de significado; es decir, asignando unidades naturales y completas de trabajo; asimismo, integrando funciones, combinando tareas novedosas y especializadas con otras más tradicionales y sencillas, mejorando además el grado de control, responsabilidad y autonomía del trabajador. Este tipo de intervenciones psicosociales inciden en la mejora de la productividad, del clima social, de la satisfacción y reducen el índice de absentismo [869].

3.2.7.2. Estrés laboral

Hace tan sólo unas décadas, y con escaso criterio, se consideraba al estrés laboral como un cajón de sastre en el que se almacenaban aquellos estados psicológicos del individuo que tenían conexión con su actividad profesional; las empresas desconocían la existencia y magnitud de este problema. Al no presentar una clara relación causa-efecto, era entonces frecuente cometer errores de diagnóstico, tomándose únicamente medidas terapéuticas individuales cuando la estrategia correcta es prevenirlo analizando los aspectos organizativos. Sin embargo, en la actualidad se considera el estrés como un ingrediente habitual en la vida laboral al que es necesario adaptarse sin permitir su cronificación. Aun así, muchas organizaciones prestan atención al problema cuando el estrés está ya instalado y muestra sus consecuencias negativas. El 25% de los trabajadores europeos experimenta estrés durante la mayor parte de la jornada laboral, y relacionan este trastorno con una alteración de su estado de salud; si los valores de estrés superan ese 25% se puede afirmar que la organización está en situación de muy alto riesgo; por tanto, la aplicación de medidas preventivas habrá de tener carácter prioritario [870].

El estrés ocupacional es un fenómeno global que afecta a toda clase de actividades laborales y a todo tipo de trabajadores, a sus familias y a la sociedad en general [507] [731] [746] y, por consiguiente, no perturba únicamente a personas consideradas especialmente sensibles. El estrés fisiológico en el trabajo es cada vez más frecuente y constituye una amenaza para la salud psicológica y orgánica (somatizaciones) de los trabajadores. Consiste en un proceso corporal o plan general del organismo para adaptarse a todas las influencias, cambios, exigencias y tensiones a las que está expuesto en el trabajo (factores emocionales, cognitivos, fisiológicos y comportamentales) [810] [871] [872]; puede entenderse, asimismo, como el desequilibrio (miedo) percibido por el trabajador entre las demandas y su capacidad de afrontamiento, a lo que se añade la incertidumbre de la gravedad de sus posibles consecuencias [873]. El estrés es un fenómeno de gran interés y un problema de vital importancia en el ámbito de la salud laboral [874].

Para la detección precoz del estrés existen unos indicadores que es preciso reconocer cuando aparecen; son las disfunciones físicas, emocionales y comportamentales. Existe un buen número de instrumentos con capacidad para evaluar estos indicadores y así localizar las causas del estrés laboral [875], como el modelo demanda-control [876], el de esfuerzo-recompensa [877] y el del capital social [878], que hace referencia a la confianza y justicia laboral [879], y que deben ser incluidos en las evaluaciones de riesgos. El abordamiento del estrés laboral es uno de los principales retos de la OMS para el siglo XXI [880]. Su modulación mejora las capacidades de los trabajadores e incrementa la productividad [881].

El origen del estrés no ha de buscarse, únicamente, en factores individuales como el carácter y actitudes, sino en estresores laborales que han de ser detectados y evaluados para poder actuar contra ellos [812] [882]. Los riesgos psicosociales generadores de estrés no son exclusivos de los trabajos intelectuales, sino que pueden aparecer en cualquier actividad. Los factores individuales pueden moderar el estrés [883]. En la generación del estrés laboral poseen gran importancia, por tanto, los factores individuales; es decir, los mecanismos de percepción, interpretación y evaluación. El resultado de esta combinación produce una reacción emocional, que puede ser positiva (equilibrio, ajuste, implicación, motivación y eutrés o estrés motivacional) o negativa (dolor, desequilibrio y distrés). Los factores individuales son los que permiten una interpretación distinta de los mismos estresores por cada sujeto; son los más importantes [884]:

- La diferente capacidad adaptativa individual que posiblemente dependa, a su vez, de la cantidad y calidad de la información que el sujeto debe procesar.
- La rapidez a la hora de identificar los aspectos relevantes de los indicadores de estrés.

- El grado de focalización de la atención en la información útil y no en el propio estado emocional.
- La modificación de los esquemas de generalización e interpretación erróneos.
- La correcta valoración de las propias capacidades.
- La adecuada percepción de las demandas y el conocimiento de las conductas a seguir.
- La capacidad de seleccionar la respuesta apropiada.
- La posibilidad de mediatizar la conducta que corresponda en cada momento a posibles sentimientos de miedo o ansiedad.
- El desarrollo de reacciones fisiológicas y emocionales equivocadas, que anuncian los primeros síntomas del estrés.

El estrés presenta una íntima relación con la satisfacción laboral, concepto que resulta muy complejo debido a que depende de múltiples factores, como la calidad y heterogeneidad de las tareas asignadas, la carga de trabajo, el control ejercido, el ritmo impuesto y la atención continua en la ejecución de la tarea [885] [886] [887]. Los esfuerzos constantes de las organizaciones para incrementar la productividad y la introducción de nuevas tecnologías pueden constituir fuentes de estrés [888]. Un elevado grado de activación personal ante un exceso de presión no tiene, necesariamente, una connotación negativa; al contrario, puede servir de aliciente o de elemento motivador a un individuo en estado de equilibrio.

Ante una situación de estrés, el organismo inicia una respuesta fisiológica que activa las glándulas suprarrenales, la hipófisis y el sistema nervioso vegetativo o conjunto de estructuras nerviosas que regula el funcionamiento de los órganos y controla funciones no conscientes. Como consecuencia de esa respuesta inicial se produce una liberación de hormonas, que son transportadas por el torrente sanguíneo para ejercer su acción en determinadas estructuras internas u órganos diana. Este sistema se activa ante amenazas físicas o psicológicas, provocando un estado de alerta en el individuo que le prepara para luchar o huir. Los principales procesos fisiológicos son: midriasis, dilatación bronquial, incremento de lípidos en sangre, activación de los mecanismos de coagulación, mayor gasto cardíaco acompañado por hipertensión arterial, vasodilatación muscular y vasoconstricción cutánea (favorece la coagulación), disminución de los niveles de estrógenos y testosterona e incremento de tiroxina para favorecer el metabolismo energético y la síntesis de proteínas [889]. La adrenalina y noradrenalina, u hormonas del estrés, son las sustancias que facilitan la lucha o el abandono. En la fisiología del estrés pueden diferenciarse tres fases distintas [872]: en la primera, o de alarma, se ponen en marcha los mecanismos fisiológicos anteriormente mencionados (sistemas endocrino y neurovegetativo); en la fase de adaptación los niveles hormonales se normalizan y desaparece la sintomatología típica del estrés; y, por último, en la fase de agotamiento la acción del estresor se mantiene en el tiempo y los recursos personales son insuficientes, de manera que pueden aparecer las primeras somatizaciones y el individuo puede enfermar.

La actitud ante un estresor puede ser positiva o eutrés (activación), o negativa o distrés (pasividad). Si se produce distrés, desamparo, o desequilibrio entre las demandas y el control, el cerebro segrega cortisol u hormona relacionada con el sistema inmune, situación frecuente en trabajadores de cadenas de montaje y de selección, y en actividades monótonas y repetitivas, carentes de autonomía. El eutrés está relacionado con el control de las emociones, la creatividad, la autonomía y una menor probabilidad de sufrir un ataque cardíaco, mientras que el distrés resulta un excelente predictor de factores incapacitantes [890] [891] [892].

Ante la amenaza de los estresores externos, determinadas características personales o factores intrínsecos constituyen los mecanismos cualitativos de defensa del individuo, como la edad, falta de formación, frustración de expectativas, grado de introversión, depresión e impulsividad, etc.; por lo tanto,

hay una gran variabilidad entre personas e incluso en un mismo individuo a lo largo de su vida. Existen, asimismo, unos estresores extrínsecos, organizacionales o externos, que resultan de vital importancia, como los cambios tecnológicos, las crecientes exigencias del trabajo (carga mental), la existencia de tareas cuyo contenido está muy por debajo de la capacidad del trabajador (infracarga o infrautilización que implica desactivación y desmotivación), los trabajos monótonos y repetitivos, los elevados ritmos impuestos por las máquinas de las que depende el trabajador, el conflicto y ambigüedad de rol, la escasa calidad de las relaciones personales, la inseguridad laboral, la falta de promoción profesional, la ausencia de canales eficaces de comunicación y participación, la supervisión o control deficiente ejercido por los superiores (merma de la autonomía), la ausencia de formación sobre los riesgos psicosociales, los cambios introducidos en las organizaciones que suponen un esfuerzo de adaptación, la responsabilidad sobre otros (seguridad y salud), etc.; todos ellos pueden desembocar en la materialización de estrés laboral [783] [893].

Ya en 1985, el 11% de las incapacidades laborales en EEUU tenían como etiología el estrés laboral; en 1990 ese porcentaje ascendía hasta el 13% [894]; por tanto, se corrobora la importancia creciente del estrés laboral [895]. En los invernaderos la principal circunstancia favorecedora del estrés es el elevado volumen de trabajo desempeñado en un exíguo contexto temporal, como es el período de cosecha [209].

Las características individuales modulan, como ya se ha mencionado, la respuesta del trabajador ante el estrés; algunas de ellas poseen un importante papel en este mecanismo defensivo, como [783]:

- Personalidad Tipo A: califica a individuos muy perfeccionistas, con grandes expectativas de éxito, excelente implicación en su trabajo aplicando enormes dosis de esfuerzo, de manera que el sujeto es incapaz de relajarse; se trata de personas activas, laboralmente agresivas, ambiciosas, competitivas, diligentes, enérgicas e impacientes.
- Autonomía personal: los individuos con baja autonomía soportan mejor un estilo de mando autoritario en un ambiente despersonalizado, pero tienen un problema cuando deben tomar decisiones; presentan la ventaja de delimitar muy bien el ámbito laboral, circunstancia que les permite un mejor afrontamiento de las situaciones conflictivas.
- Ansiedad: empeora la percepción del nivel de conflicto.
- Introversión: las personas tímidas reaccionan con mayor virulencia que las que poseen grandes habilidades sociales, especialmente ante cambios profundos en las organizaciones, debido a su menor receptividad al posible apoyo social existente.
- Rigidez: ante un elevado nivel de conflicto, el sujeto rígido desarrolla reacciones desadaptadas, especialmente tras la introducción de cambios en la empresa.
- Formación, destrezas y conocimientos, experiencia y capacidades: puede existir cierta incongruencia entre el estatus individual en la organización y las capacidades personales puestas a disposición, tanto por exceso como por defecto.
- Estado físico y hábitos de vida: en sentido negativo, reducen la capacidad de la persona para afrontar con éxito los conflictos laborales, y viceversa.
- Necesidades personales: de autorrealización, de contacto social, de intimidad y de reconocimiento.
- Aspiraciones: metas profesionales deseadas y de mejora del estatus actual.
- Expectativas: esperanza en la concreción de determinados beneficios personales y sociales deseados.
- Valores: como adhesión al principio de autoridad y asunción de la importancia del trabajo y del estatus.

La somatización del estrés laboral puede causar la aparición de diversas patologías, como enfermedades cardiovasculares (arritmias, cefaleas, sequedad de mucosas, dolor precordial, hipertensión arterial) [896], digestivas (ardor de estómago, úlceras, indigestión, dispepsia, vómitos, diarrea, colitis ulcerosa, poliuria), cutáneas (dermatitis, prurito, erupciones), respiratorias (hiperventilación, opresión en la garganta, tos, asma, taquipnea), sexuales (impotencia, amenorrea, frigidez, dismenorrea) y musculares (fatiga, temblores, tensión y dolor muscular, tics y mayor prevalencia de TME [897] [898]) por sobrecarga estática muscular, sobre todo en trabajos agrícolas (elevado ritmo de trabajo y régimen de pausas mal dimensionado) [513]. El estrés causa también trastornos conductuales, como la ingesta excesiva de alcohol, tabaco y sustancias excitantes como el café, acompañados por episodios de ansiedad, angustia, sensación de desbordamiento e impotencia, insomnio, irritabilidad, sedentarismo, trastornos de la alimentación, etc. [779] [899].

3.2.7.3. Satisfacción laboral

La satisfacción laboral puede ser definida como aquel sentimiento generado en el individuo por la diferencia entre la recompensa que él considera adecuada y la realmente recibida; es la percepción que tiene el trabajador sobre aquellas particularidades de su actividad que pueden provocarle emociones y sentimientos positivos o negativos (respuesta afectiva), así como expectativas, aspiraciones y necesidades. La interacción de las circunstancias personales y laborales produce, por lo tanto, un equilibrio entre lo esperado y lo obtenido [900]. El concepto de satisfacción laboral depende tanto de variables individuales, como el sexo, edad, estatus socioeconómico personal y del entorno, formación, reconocimiento, responsabilidad, aptitudes, autoestima, habilidades, experiencia y rendimiento; como de variables relacionadas con las características del puesto de trabajo o extrínsecas, tales como el salario, la complejidad de la tarea, estatus profesional, clima laboral, seguridad, posibilidades de promoción, apoyo social, influencia ejercida por el resto de trabajadores [901], sentimiento de pertenencia o integración a un grupo y nocturnidad y turnicidad. Por tanto, puede establecerse una conexión entre la satisfacción laboral y la salud física y psicológica o estado anímico del trabajador.

La satisfacción laboral mantiene una relación inversa con la carga mental del trabajo, la probabilidad de sufrir accidentes de trabajo [902], el absentismo y el presentismo de baja calidad y una proporción directa con la autonomía, motivación intrínseca, contenido de la tarea, estilo de mando democrático, claridad de rol y con unas relaciones personales amistosas y cordiales. La satisfacción laboral está claramente relacionada con la productividad y constituye un excelente indicador de la calidad de la vida laboral, pues representa la medida en la que son satisfechas las necesidades del trabajador, así como el grado de cumplimiento de sus expectativas [903]. El grado de satisfacción laboral suele cuantificarse mediante cuestionarios, que analizan hasta nueve dimensiones psicosociales [904]:

- a Satisfacción con el trabajo: interés, variedad de tareas, aprendizaje, posibilidad de éxito y control.
- b Satisfacción con el salario: cuantía y equidad.
- c Satisfacción con la promoción: formación.
- d Satisfacción con el reconocimiento: elogios, recompensas y críticas.
- e Satisfacción con los beneficios: seguros, planes de pensiones y vacaciones.
- f Satisfacción con las condiciones de trabajo: horarios y descansos.
- g Satisfacción con la supervisión: estilo de liderazgo, habilidades técnicas y relaciones interpersonales.
- h Satisfacción con los compañeros: competencia, apoyo y amistad.

i Satisfacción con la organización y con la dirección: política y salarios.

Estas dimensiones, en función de su origen, se agrupan en dos clases de variables diferentes; su interacción puede alterar el estado de salud con síntomas de estrés y somatizaciones, y de la conducta con manifestaciones como retrasos, absentismo, despidos, bajas laborales, etc. Estas variables son [885]:

a Variables laborales:

- Condiciones de trabajo: salario, relaciones, interés por el trabajo, ritmo, iniciativa y promoción.
- Características de la empresa: tamaño, prestigio, nivel tecnológico y estilo de liderazgo.

b Variables personales:

- Del individuo: edad, sexo, estatus profesional, aptitudes, formación y tolerancia al estrés.
- Del medio: mercado de trabajo, normas y valores, concepción del trabajo, importancia atribuida al salario y al ocio y nivel sociocultural.

3.2.7.4. Patologías de origen psicosocial

Tras los TME, los problemas de salud más frecuentes derivan de episodios de estrés y depresión (33%) y trastornos del sistema nervioso (19%), generalmente provocados por deficiencias en la organización del trabajo [209]. Así pues, los factores psicosociales tienen un importante impacto en la salud, facilitando la aparición de alteraciones fisiológicas cardiovasculares, gastrointestinales, respiratorias, cutáneas, cefaleas, TME y agravamiento de patologías previas [887] [905] [906]; psicológicas, como alteraciones de la conducta, de las capacidades cognitivas, ansiedad y depresión [735] [907], y emocionales, bien de forma directa, bien mediatizadas por una situación de estrés o por la interacción con el medio físico [764]. Los problemas de salud surgen cuando las exigencias del trabajo no se adaptan a las necesidades, características, expectativas y capacidades del trabajador [908].

Las patologías cuyo origen se encuentra en el estrés laboral, la violencia ejercida en el trabajo, el acoso laboral, etc., causan el 18% de los problemas de salud laboral [899]. Especial importancia tiene el vínculo entre los factores de riesgo psicosocial y la enfermedad cardiovascular a causa del incremento de la tensión arterial, que aumenta el riesgo de materialización de la enfermedad entre el 50 y el 100% [909]. En España, en 1999, se produjeron más de 4.000 muertes por este grupo de patologías, atribuibles a unas deficientes condiciones de trabajo [910]. Se estima que el 25-40% de los trastornos cardiovasculares podrían evitarse eliminando la exposición laboral a situaciones de elevada tensión emocional, el desequilibrio entre el esfuerzo y la recompensa, la existencia de trabajos sedentarios, los trabajos a turnos, etc. [810]. El desempeño continuo de tareas monótonas, repetitivas y extenuantes, como suele ocurrir en los trabajos agrícolas, puede provocar la aparición de TME, sensación de fatiga, irritabilidad, rechazo emocional, ansiedad y estrés [513] [543] [846] [911]. Asimismo, la ausencia de control sobre el trabajo suele ser un factor predictivo de enfermedad coronaria [912].

La combinación de riesgos ergonómicos y psicosociales puede causar trastornos en diferentes regiones anatómicas [776] [811] [913] e incrementar el riesgo de sufrir accidentes de trabajo, sobre todo en trabajadores jóvenes [914], de forma que al controlar los factores psicosociales, la prevalencia de los TME puede disminuir [514]. El desempeño continuo de tareas monótonas, repetitivas y extenuantes, como suele ocurrir en los trabajos agrícolas [515] [543] [911], puede provocar la aparición de TME, sensación de

fatiga, irritabilidad, rechazo emocional, ansiedad y, finalmente, estrés [846]. A continuación se presentan las alteraciones más comúnmente relacionadas con la exposición a riesgos psicosociales.

3.2.7.4.1. Depresión de etiología laboral

La depresión de origen laboral es una patología íntimamente conectada con el nivel de socialización del individuo. El ejercicio de habilidades sociales de calidad y una sana motivación mejoran el nivel de satisfacción y alejan el fantasma de la depresión. Sin embargo, un exceso de motivación hace al individuo más sensible y vulnerable a este problema si ese estado de activación no se nutre con un contenido de tareas similar [901].

3.2.7.4.2. Fatiga mental profesional

La fatiga mental profesional es el resultado no deseado de la interacción entre la carga mental del trabajo (atención, concentración, memoria, etc.) y el individuo que lo realiza [915] [916], manifestándose como una reducción temporal de la eficacia mental y física [790]; es la expresión de la tensión acumulada por el trabajador y el grado en que este la percibe (los factores mentales individuales modulan la respuesta). Constituye, en definitiva, un mecanismo regulador del organismo que informa sobre la necesidad de descanso.

La fatiga mental puede manifestarse a través de síntomas leves, como olvidos, disminución de la capacidad de respuesta, de la calidad de las relaciones interpersonales, menor rendimiento y falta de concentración, y agravarse hasta la aparición de alteraciones severas caracterizadas por una reducción de las capacidades físicas (extenuación física) y psicológicas [772] [787], la aparición de síntomas neuróticos, actitudes negativas hacia los demás, alteración del equilibrio personal, aparición del *Burnout* o síndrome de estar quemado por el trabajo, así como fatiga crónica acompañada de cansancio, falta de atención, imprecisión en los movimientos, facilidad para cometer errores que puedan conducir a la materialización de accidentes de trabajo, somnolencia, irritabilidad, cefaleas, alteraciones digestivas, mialgias inespecíficas, lumbalgias y absentismo de corta duración [527] [789] [917]; esta es la fatiga patológica, que requiere ayuda médica. La gravedad de la fatiga depende, pues, de su intensidad y duración; en todo caso, repercute en la vida del trabajador mermando su resistencia, especialmente en aquellos que realizan tareas monótonas y repetitivas, con elevados ritmos de trabajo o que poseen una importante responsabilidad, e influye también en la economía de la organización [918]. La motivación presenta una relación inversa con la fatiga [919], de manera que si la primera es muy intensa, la percepción de la fatiga se produce cuando el trabajador está próximo al agotamiento; así, puede afirmarse que el umbral de percepción de la fatiga depende del estado de motivación y de la energía que el individuo esté dispuesto a emplear en la respuesta a los factores de riesgo [886].

3.2.7.4.3. Síndrome de estar quemado por el trabajo

El síndrome de estar quemado por el trabajo, desgaste profesional o *Burnout* es un síndrome patológico, con hasta 100 síntomas descritos [920], causado por la deficiente, intensa y duradera interacción entre el trabajador y los factores de riesgo psicosocial (estresores crónicos) a los que se encuentra expuesto; debe ser detectado tanto en la evaluación de riesgos como en la vigilancia de la salud,

a pesar de su progresión insidiosa. Se trata de un deterioro de la atención, de la responsabilidad profesional y del ejercicio normal del trabajo, y resulta una experiencia agotadora debido a la sobrecarga física, mental y emocional que conlleva y a los elevados recursos personales requeridos para afrontarlo [921] [922] [923], aunque las características individuales tienen una importancia secundaria en esta patología. Constituye, en definitiva, un estado disfuncional relacionado con el trabajo, que se produce en individuos sin trastornos psicopatológicos iniciales significativos [924]. Este síndrome está compuesto por tres síntomas principales: ocultación de sentimientos (conducta deshumanizada y endurecimiento afectivo), cinismo y sentimiento de fracaso. El *Burnout* afecta negativamente a la salud psicológica y emocional, pues suele cursar con estados de nerviosismo e inquietud, impotencia para resolver problemas, dudas permanentes, falta de entusiasmo, tendencia a actitudes violentas, baja autoestima, agotamiento físico y mental, indefensión, desesperación, despersonalización (es el principal recurso de afrontamiento), sensación de pérdida de utilidad, reducción del nivel de autorrealización y depresión [923]. La percepción de fracaso está relacionada con la tensión que genera el desgaste profesional [925].

El proceso de generación del *Burnout* puede describirse en cinco fases sucesivas, al término de las cuales este cuadro patológico es perfectamente reconocible; estas fases son: entusiasmo, estancamiento, frustración, apatía y estar quemado por el trabajo [774]. En su fase inicial no tienen mucha relevancia los recursos personales de afrontamiento. El *Burnout* transforma la vida familiar y laboral, afecta negativamente a la salud y a la economía personal, es causa de absentismo y pérdida de calidad del trabajo y, por consiguiente, tiene un fuerte impacto en el círculo más próximo del trabajador. El *Burnout* es considerado, en función de la duración de la incapacidad laboral producida, como accidente de trabajo (existen en España sentencias judiciales confirmatorias desde el año 2000) o como enfermedad profesional [920].

No se ha encontrado un vínculo entre el *Burnout* y el salario percibido, la falta de conocimientos o malas condiciones físicas; por tanto, puede aparecer en cualquier trabajo [924]; de hecho, es la patología psicosocial que presenta una correlación más evidente con el mundo laboral y, a diferencia del estrés y la fatiga crónica, el *Burnout* no estigmatiza al individuo debido a que sus actitudes negativas afectan, por supuesto, a los demás, pero en mayor grado a la persona que lo padece [774].

En la materialización del *Burnout* se combinan factores individuales, organizacionales y sociales, causantes de una triple afectación: personal, laboral y social [926]. Tradicionalmente, se ha asociado a la prestación de servicios humanos y a actividades caracterizadas por elevadas demandas, acumulación de tareas, escaso control y autonomía, pobre participación, estilo de mando autoritario (sin apoyo social), formación deficiente, elevada responsabilidad, alta implicación emocional, ambigüedad, conflicto y sobrecarga de rol, pérdida de estatus y relaciones laborales deficientes.

Las consecuencias fisiopatológicas más frecuentes del *Burnout* son:

- Problemas cardiorrespiratorios: hipertensión y cefaleas.
- Alteraciones digestivas.
- Síndrome de tipo nervioso: síntomas depresivos, mareos, vértigo e insomnio.
- Deterioro cognitivo: dudas sobre la capacidad profesional.
- Afectación emocional: sentimiento de culpa y soledad.
- Cambio actitudinal: cinismo, indiferencia, indolencia, apatía y desconfianza.
- Modificación conductual: despersonalización, abuso de estimulantes, irritabilidad, superficialidad, hiperactividad y agresividad.
- Menoscabo social: actitudes negativas, interacciones difíciles y aislamiento social.

3.2.7.5. Prevención de los riesgos psicosociales

3.2.7.5.1. Marco normativo y laboral de la prevención de los riesgos psicosociales

La Directiva 89/391/CEE introdujo medidas para salvaguardar la seguridad y salud de los trabajadores y, entre otras muchas cuestiones, exhortaba a las organizaciones a adaptar el trabajo a la persona, sobre todo en actividades monótonas, con el objetivo de reducir los efectos negativos del trabajo en la salud. En 2002, la UE insta a los países miembros a implementar medidas efectivas contra los riesgos psicosociales, comprometiéndose a realizar un seguimiento de las legislaciones nacionales en aspectos como el estrés, los distintos tipos de acoso y la violencia laboral [927]. El impacto real de este mandato ha sido escaso [759] [928] [929] [930] [931] debido a la diferencia existente entre la teoría y la práctica real del ejercicio laboral [932], a la ausencia de una concienciación de todos los estamentos y a la falta de expertos, estudios e infraestructuras [933]. El incremento del diálogo social entre empresarios y trabajadores, así como entre distintos países europeos, ha contribuido a mejorar el nivel de riesgo de determinados factores, como la reducción del trabajo a tiempo parcial y de los contratos estacionales, proporcionando mayor autonomía a los trabajadores, flexibilizando y modernizando (formación e información, teletrabajo [934] e implementación de protocolos de acoso y violencia laboral [935] [936]) las estructuras laborales de las empresas (concienciación colectiva), a fin de aumentar la productividad y la competitividad [933].

Finalmente, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en su artículo 15, exhorta al empresario a adaptar el trabajo a la persona, entre otras razones, para atenuar el trabajo monótono y repetitivo. Este mandato se hace extensivo a cualquier tipo de organización, con independencia de su tamaño, actividad o tipo de contrato suscrito con los trabajadores [746]. La confección y difusión de guías y manuales que colaboran con la formación de todos los actores laborales, supone una contribución decisiva para conseguir puestos de trabajo seguros [937] [938]. La prevención debe ser considerada como una inversión a medio plazo, y no un gasto sin aparente compensación inmediata, principalmente debido a que este coste es cuantificable, mientras que el ahorro de esas cantidades a medio y largo plazo es difícil de ponderar y percibir, lo que provoca que la parte empresarial, con frecuencia, no considere las futuras mermas económicas debidas a situaciones de absentismo laboral, pérdidas en la productividad y calidad, posibles sanciones administrativas y el coste procedente del deterioro de la imagen corporativa [939].

3.2.7.5.2. Intervenciones psicosociales

Los riesgos psicosociales deben ser abordados con el mismo rigor que los ergonómicos, higiénicos y de Seguridad [781] [940] [941] [942]. La dificultad para combatir los riesgos psicosociales procede de su polimorfismo genérico (individual y organizacional), evaluativo [772] [880] y de intervención, de la dificultad para establecer una relación de causalidad (frecuentemente las primeras manifestaciones de un trastorno psicosocial son síntomas orgánicos leves [810]), del desconocimiento de los costes reales y de la falta de formación de los empresarios. Es preciso despojar a los riesgos psicosociales de su percepción terapéutica y normalizar su prevención y tratamiento, como sucede con el resto de riesgos presentes en una organización. Hay trabajadores expuestos a factores de riesgo psicosocial que nunca desarrollan un trastorno y, sin embargo, otros mínimamente expuestos se ven muy afectados. La clave de la cuestión es la identificación de aquellos factores psicosociales que puedan tener un sesgo clínico. Para anular o minimizar los factores de riesgo psicosocial es preciso que queden reflejados en la evaluación de riesgos y establecer unos indicadores para su seguimiento y control [901] [943]; para ello se necesitan esquemas

organizativos más flexibles que promuevan la colaboración de los trabajadores, que son quienes mejor conocen las condiciones de trabajo a las que se encuentran expuestos [944].

Para conocer los factores de riesgo psicosocial de una organización es preciso aplicar determinadas intervenciones preventivas basadas en una serie de instrumentos específicos que permitan introducir una política empresarial de prevención [945] [946]. Las intervenciones psicosociales pueden definirse como el conjunto de actividades ideadas y aplicadas con el objetivo de reducir o neutralizar la exposición a riesgos psicosociales, actuando sobre las condiciones de trabajo, sobre el personal y sobre las interacciones entre ambos; es decir, se trata de acciones preventivas concretas y no meras evaluaciones de riesgos [947]. Estas herramientas deben ser específicas para cada actividad, de forma que informen de la experiencia laboral del trabajador y de su percepción psicosocial [948]. Los resultados obtenidos por las intervenciones preventivas han incrementado su fiabilidad a lo largo del tiempo [949] y deben ser comparados con un valor de referencia previamente estandarizado [912] [950] [951], que no resulta fácil de obtener debido a la dificultad para establecer una correlación entre dosis y respuesta [912] [950] [952] [953]. El principal objetivo de las intervenciones psicosociales es disminuir la angustia provocada por el estrés y minimizar los síntomas potencialmente incapacitantes, de manera que la calidad de vida del trabajador se vea reforzada [508] [954].

Las intervenciones psicosociales siguen, esencialmente, dos tipos de estrategias [947]: las que se ocupan de fortalecer la resistencia de los trabajadores a situaciones laborales potencialmente estresantes, utilizando programas de desarrollo personal o gestión personal del estrés (relajación y técnicas cognitivas y comportamentales), que no abordan directamente el problema y cuyos posibles efectos beneficiosos se suelen diluir con el tiempo; y aquellas estrategias, denominadas terapéuticas, que son las que proporcionan tratamiento médico y que tampoco abordan el origen del problema. Atendiendo a criterios exclusivos de salud mental, existen tres tipos de intervenciones psicosociales: la prevención universal consiste en la promoción de la salud mental mediante la educación en salud y está destinada a trabajadores mayores, próximos a su jubilación; la prevención selectiva, que está reservada a grupos de trabajadores mayores afectados por trastornos mentales, y la prevención dirigida, destinada a individuos con síntomas subclínicos de depresión [955].

La detección temprana de los riesgos psicosociales es esencial para la prevención del estrés laboral [956]. Las intervenciones preventivas dimanadas de la organización son las más efectivas debido a que se rigen por criterios cualitativos, como sucede con la creación de canales de participación de los trabajadores para que ellos conozcan no sólo sus objetivos individuales, sino también la política general de la empresa, sus derechos y deberes, procedimientos y responsabilidades; así como la creación de un mecanismo eficaz de solución de conflictos laborales, la introducción de nuevas tecnologías y la constancia escrita de los criterios necesarios para el abordamiento correcto de cualquier tipo de tarea [781]. Es preciso seguir también criterios cuantitativos a la hora de prevenir y evaluar, por ejemplo, la prevalencia y el grado de exposición del trabajador [957], las tareas asignadas a cada puesto de trabajo, quiénes las desempeñan, si son sujetos especialmente sensibles y si han recibido formación [958]; pero la organización debe también conocer el número de incidentes en el proceso productivo, el índice de rotación de tareas, las tasas de incapacidad temporal, el índice de participación de los trabajadores y el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos [939]. Por consiguiente, sin la preceptiva evaluación y sin la práctica de la vigilancia de la salud es imposible conocer estos riesgos, por lo que no se puede establecer un entorno de trabajo seguro.

Las intervenciones psicosociales tienen carácter urgente cuando las disfunciones detectadas, como el número de quejas, posibles efectos negativos de la introducción de nuevas tecnologías, culminación de

cambios profundos en la organización, índice de siniestralidad y de absentismo y disminución de la productividad y calidad, lleven a sospechar de la presencia de factores de riesgo psicosocial [785]. Es preciso realizar un seguimiento de la efectividad de las intervenciones psicosociales a fin de comprobar la conveniencia de introducir nuevas y mejores actuaciones. Las intervenciones psicosociales deben ser integradas en el sistema preventivo de las organizaciones y los resultados procedentes de las mismas deben ser incluidos y registrados en el Plan de Prevención.

Es esencial la necesidad de favorecer el bienestar físico, psicológico y social en el lugar de trabajo y que dicho bienestar no se califique únicamente por la ausencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales [943]. Establecer unos canales de comunicación fluida evita la aparición de conflictos interpersonales y, por tanto, la merma del bienestar laboral. El correcto manejo del riesgo psicosocial contribuye a mejorar las características psicológicas de los trabajadores [959]. La tensión producida por la acción de los factores psicosociales puede ser contenida mediante la modificación de la activación fisiológica inicial, o bien actuando sobre los efectos inherentes a los pensamientos negativos, de forma que el individuo pueda controlar la activación de su organismo [960].

La prevención de los riesgos psicosociales debe estar fundamentada en la formación e información, regular y periódica, general y específica y relacionada con los riesgos presentes en el puesto de trabajo. Hay que considerar todo tipo de trabajadores, como los especialmente sensibles, inmigrantes, temporeros, jóvenes y mayores, así como los rebeldes e impermeables al cumplimiento de las normas. La formación empresarial en cuestiones psicosociales presenta efectos positivos, como el desarrollo profesional de los trabajadores, la mejora de las condiciones de trabajo, una mayor calidad de la salud de la plantilla, la reducción del absentismo y de los accidentes de trabajo, el incremento de la calidad de la producción y la reducción de los costes por bajas laborales [961]. El empresario dispone de múltiples herramientas para detectar y neutralizar dichos factores de riesgo [875].

La carga de trabajo en los invernaderos debe ser diseñada previamente a su ejecución, adaptándola a las condiciones físicas y psicológicas del trabajador [962]. La prevención psicosocial en invernaderos debe ser orientada hacia la aplicación de las siguientes intervenciones:

- Reducción o reorganización de la duración de las jornadas de trabajo.
- Mejora de los salarios.
- Compensación por el exceso de horas trabajadas en temporada alta.
- Implementación de programas de formación e información.
- Creación de estrategias para aumentar la autonomía, atención y concentración de los trabajadores.
- Diseño de un régimen de pausas y descansos adaptado a las circunstancias individuales, climáticas, etc.
- Introducción de soluciones tecnológicas que mejoren las condiciones de seguridad y salud.

El primer obstáculo para la introducción de intervenciones psicosociales es el de convencer a la organización de la existencia de este tipo de riesgos. El empresario es el responsable del manejo de todos los riesgos, también los psicosociales, aunque con demasiada frecuencia se muestran reticentes y desconfían de las consecuencias de las evaluaciones, además del gasto de tiempo requerido para rellenar cuestionarios o emplear otras técnicas. Por tanto, el compromiso de la dirección es fundamental. El segundo obstáculo procede de la necesidad de recopilar todos los indicadores de los factores de riesgo psicosocial que puedan estar presentes. El tercer y último obstáculo lo constituye la suspicacia que también sienten los trabajadores, quienes desconfían, a su vez, de las verdaderas intenciones de los

empresarios, aunque en muchas ocasiones la intervención psicosocial tiene su origen en las quejas de los propios trabajadores.

3.2.7.5.3. Prevención del estrés laboral

El procedimiento adecuado de afrontamiento del estrés laboral implica, en primer lugar, un compromiso de la dirección, la identificación, análisis y valoración de sus posibles causas, una propuesta de soluciones reales dimanadas de las intervenciones psicosociales y la realización de un seguimiento, control y evaluación de la eficacia de dichas medidas. Existen tres tipos de intervenciones psicosociales especialmente dirigidas a la prevención del estrés profesional [833]:

- Intervención psicosocial preventiva sobre la organización: actúa sobre el estilo de liderazgo y sobre los sistemas de trabajo, información, comunicación y de regulación de conflictos.
- Intervención psicosocial preventiva sobre el individuo: se ocupa de su formación general y específica y de implementar estrategias de solución de conflictos.
- Intervención psicosocial terapéutica: implica la actuación de los servicios médicos y vigilancia de la salud.

El estrés puede prevenirse mediante el incremento del control y autonomía sobre la actividad, la responsabilidad, la formación, las competencias, la participación en la toma de decisiones, el ajuste de las demandas (presión temporal, ritmo, turnos, horarios, descansos y pausas, etc.) y la valoración de la calidad y cantidad de los resultados del trabajo. Existen diferentes tipos de técnicas para prevenir el estrés:

- a Técnicas generales: incrementan los recursos personales de carácter genérico e implican el desarrollo de un buen estado físico; así, el ejercicio regular incrementa la resistencia física y psicológica del individuo a los efectos del estrés, permite cierta distracción y relajación mental y ayuda a contrarrestar sus efectos fisiológicos [963] [964] [965]; las técnicas de relajación, respiración y meditación desfocalizan la atención de la mente de todas las fuentes de estrés; la práctica de una dieta adecuada; el apoyo social proporcionado por una red social eficaz, un ocio de calidad y el buen humor distraen la mente y colaboran en la relativización de la importancia del estrés.
- b Técnicas cognitivas: modifican la percepción, interpretación y evaluación de la situación estresante y de los propios recursos y transforman los pensamientos racionales e irracionales, sobre todo estos últimos. Los pensamientos irracionales pueden ser automáticos o espontáneos (son muy personales), se elaboran sin reflexión pero son interpretados a menudo como racionales, tienden al dramatismo, son difíciles de desterrar y conducen a interpretaciones negativas y a emociones desagradables. El individuo debe registrar estos pensamientos y reevaluarlos desde su parte consciente. Otro tipo de pensamiento irracional es el pensamiento deformado, que se ocupa de relacionar todos los objetos y situaciones con el propio individuo, generalizando, magnificando y polarizando la interpretación de la realidad; el afectado debe intentar describirlos e identificar y eliminar esas distorsiones empleando razonamientos lógicos. La desensibilización sistemática es una técnica cognitiva muy útil para controlar la ansiedad y el miedo mediante la relajación; otra técnica, muy similar a la anterior, es la inoculación del estrés, que consiste en imaginar situaciones estresantes como entrenamiento para afrontar las reales; la detención del pensamiento es otra técnica que se ocupa de transformar los pensamientos negativos reiterativos que tienen la capacidad de provocar ansiedad, mediante la interrupción

brusca e inmediata de los mismos y su sustitución por otros positivos [966]; por último, el *biofeedback* es una técnica de intervención cognitiva que controla el estrés a nivel fisiológico, partiendo de la base de que el individuo reconoce los procesos biológicos mediante la información constante de los parámetros orgánicos que se pretenden controlar.

- c Técnicas fisiológicas: mitigan los procesos de activación y su consiguiente malestar físico y emocional, alteran la evaluación cognitiva y la emisión de respuestas de control y modifican las respuestas fisiológicas para reducir la activación; para ello emplean técnicas de relajación física graduales basadas en la conexión cuerpo-mente mediante el sistema neurovegetativo [966] y técnicas de control de la respiración, transformando la respiración rápida y superficial típica del estrés, que oxigena insuficientemente, que supone un mayor gasto y que aumenta la tensión muscular [960], en otra respiración lenta y profunda que presenta los efectos contrarios y que colabora en la reducción de la irritabilidad, la fatiga, la ansiedad, la activación emocional y la tensión muscular.
- d Técnicas conductuales: promueven conductas adaptativas proporcionando estrategias positivas de comportamiento [884], como el entrenamiento asertivo, que mejora la autoestima y la capacidad para expresar sentimientos, deseos y necesidades ante los demás; el entrenamiento en habilidades sociales, que muestra al individuo conductas exitosas dirigidas a la consecución de un objetivo personal, como conducirse con seguridad en el entorno social mediante la observación de conductas, posterior teatralización de situaciones reales y su ulterior ejecución en ambientes sociales reales; técnicas de solución de problemas que ayudan a identificarlos y describirlos, muy útiles cuando la persona es incapaz de generar una solución efectiva, y este fracaso repetido es fuente de ansiedad e impotencia, de bloqueo para hallar nuevas salidas, impidiendo la aparición de respuestas impulsivas mediante el análisis de todas las posibles soluciones para aislar la más adecuada y así iniciar el proceso de puesta en práctica de secuencias conductuales positivas y, finalmente, evaluar los resultados, de manera que si estos son negativos se vuelva a comenzar; por último, las técnicas de autocontrol de la conducta emplean el adiestramiento de la capacidad para modular las circunstancias que preceden y siguen a una determinada conducta [960].

3.2.7.5.4. Prevención de la fatiga mental crónica

La eficacia de la prevención de la fatiga mental depende de la introducción de cambios en la actividad (demandas del trabajo), en el diseño de las condiciones de trabajo y en la consideración de la capacidad de respuesta del individuo [967]; necesita, por consiguiente, un enfoque organizacional, analizando cada puesto de trabajo, horarios, calidad de los descansos, flexibilidad, ritmo, variedad de tareas, significado de las mismas, autonomía, calidad de supervisión, fortalecimiento de la resistencia individual mediante hábitos de vida saludable y establecimiento de objetivos asumibles a corto plazo [790] [915] [916]. La fatiga puede ser normal en determinados trabajos, pero siempre debe ser neutralizada con el descanso cotidiano.

3.2.7.5.5. Prevención del síndrome de estar quemado por el trabajo

Para combatir el síndrome de estar quemado por el trabajo, *Burnout* o desgaste profesional, es necesario aplicar medidas organizativas, como:

- Identificar y evaluar los riesgos psicosociales, modificando los factores generadores de esta patología.
- Establecer mecanismos de retroalimentación de los resultados del trabajo.
- Evitar conflictos y ambigüedades de rol, estableciendo objetivos claros.
- Incrementar el grado de control y autonomía del trabajador.
- Enriquecer tareas.
- Introducir nuevas tecnologías.
- Mejorar la formación.
- Desarrollar las habilidades psicosociales.
- Ajustar la carga de trabajo a las capacidades del trabajador.
- Definir competencias y responsabilidades.
- Favorecer y encomiar la participación del trabajador a través de canales eficaces.
- Reforzar los vínculos entre los miembros de la plantilla.
- Evitar la existencia de trabajadores aislados.
- Flexibilizar horarios.
- Implementar planes de promoción profesional.
- Promover la seguridad en el empleo.
- Entrenar en habilidades sociales.
- Controlar la ansiedad.
- Ajustar las demandas emocionales para conseguir un equilibrio entre la sobreimplicación y la indiferencia.
- Cambiar comportamientos y actitudes.
- Proporcionar apoyo social.
- Implementar un estilo de mando y de supervisión democráticos.
- Formar e informar a trabajadores, mandos intermedios y directivos [922] [924].

El *Burnout* debe ser detectado en la evaluación de riesgos y en la vigilancia de la salud, valorando los síntomas, analizando su proceso de aparición, considerando la frecuencia e intensidad de los síntomas e identificando las fuentes de estrés [920]. La ausencia de control y autonomía en el trabajo puede ser resuelta mediante la modificación de determinados aspectos de la organización del trabajo, fundamentalmente el ritmo, responsabilidad, aprendizaje (formación e información), régimen de pausas, rotación y enriquecimiento de tareas (muy difícil en temporada alta en los invernaderos) y posibilidad de abandonar el puesto de trabajo ante una situación de urgente necesidad. La dirección puede incrementar el control mediante la delegación de determinadas decisiones, el interés por la opinión y bienestar del trabajador, la valoración de sus ideas, la apreciación y respuesta rápida a las consultas, quejas y sugerencias recibidas, la asunción de las necesidades y sentimientos de sus trabajadores, y mediante muestras de sinceridad, flexibilidad y apoyo social [883].

3.2.7.5.6. Prevención del acoso laboral y sexual en el trabajo

Para prevenir y evaluar posibles situaciones de acoso laboral y sexual en el trabajo hay que analizar su prevalencia o número de individuos afectados, su duración y frecuencia, así como el tipo y magnitud de sus consecuencias. Las intervenciones contra el acoso pueden partir de la organización, tras la implicación de algún compañero del acosado, del servicio de prevención, o bien desde el ámbito extralaboral, como el

judicial. La organización debe promover la calidad de las relaciones interpersonales mediante el entrenamiento en resolución de conflictos, la integración de trabajadores nuevos y la depuración de los sistemas de selección de personal; pero también debe rediseñar los elementos inherentes al ejercicio del trabajo, como el control, la autonomía temporal, los conflictos y ambigüedades de rol, el estilo de liderazgo, la formación de los supervisores para reconocer rápidamente las primeras señales de acoso y, principalmente, estableciendo protocolos contra todas las modalidades de mismo, que nunca deben ser consideradas como un escenario normal inherente al desarrollo cotidiano de la actividad laboral.

3.2.7.5.7. Intervenciones psicosociales dirigidas a la protección de la maternidad

El empleo de mano de obra femenina en los invernaderos es cada vez más frecuente. Generalmente se trata de mujeres jóvenes que tienen la posibilidad de procrear. Esta eventualidad debe ser prevista por el empresario, de manera que adopte criterios de protección a la maternidad [813]. Este apoyo debe concretarse en una batería de medidas, como:

- Adaptación del entorno laboral.
- Horarios más flexibles y adaptados a la nueva situación.
- Régimen de pausas más generoso.
- Posibilidad de implementar el teletrabajo.
- Mejora de las condiciones higiénicas y sanitarias de las instalaciones.
- Información sobre los derechos que asisten a la mujer embarazada o en período de lactancia.
- Facilitar el contacto con el servicio de prevención.
- Apoyo emocional y psicológico.
- Reincorporación progresiva al trabajo.
- Formación e información de mandos intermedios.
- Consejos de vida saludable.
- Adaptación del ritmo de trabajo.
- Cambios posturales frecuentes o a demanda [968].
- Evitar la manipulación manual de cargas.

Durante la gestación, la vigilancia de la salud debe ser más frecuente y específica, de manera que el primer contacto se efectúe en el momento de la comunicación del embarazo, las sucesivas visitas se produzcan durante el propio embarazo a demanda de la mujer, otra más antes de la reincorporación y las que la madre necesite durante el período de lactancia; las evaluaciones de riesgos deben contemplar estas eventualidades. Es conveniente que la mujer comunique a la empresa su nuevo estado a la mayor brevedad posible para que las medidas preventivas específicas se activen con premura, ya que el período de mayor riesgo para la mujer y el feto se produce entre la tercera y octava semana de gestación [969]. El artículo 26 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales contempla la protección a la maternidad mediante la aplicación de las medidas necesarias por parte del empresario. La conciliación de la vida familiar y profesional debe convertirse en uno de los principales retos de la actuación empresarial, pues favorece la salud y el equilibrio psicológico de la trabajadora, su entusiasmo y autoestima, facilita la comunicación y garantiza la calidad de las relaciones personales, de manera que incrementa el bienestar de la trabajadora y su familia y genera una mayor sensación de satisfacción laboral [970].

3.2.7.5.8. Prevención de riesgos psicosociales en trabajadores mayores

Las organizaciones deben esforzarse en implementar trabajos que se adapten a las capacidades del trabajador mayor; han de aplicar, asimismo, una serie de medidas tendentes a facilitar su trabajo, las más importantes de las cuales son:

- Rediseñar la actividad, dotándola de menor carga física, redistribuyendo tareas y aplicando principios ergonómicos.
- Introducir, dimensionándolo cuidadosamente, el apoyo de la tecnología para mejorar las condiciones de trabajo, que en ningún caso supondrá un obstáculo añadido para el trabajador mayor.
- Desarrollar políticas empresariales de promoción de la salud, mediante la introducción del ejercicio físico moderado, mejoras en la alimentación, etc.
- Vigilar la dureza física del trabajo en personas mayores de 50 años, más propensas a sufrir hipertensión, artritis, TME, etc.
- Proporcionar una vigilancia de la salud más rigurosa.
- Reducir el horario del trabajador mayor de 60 años e incrementar sus días de vacaciones y de descanso.
- Adaptar el régimen de pausas al estado físico del trabajador.
- Continuar con la formación de las personas de edad adaptando, si fuese preciso, el estilo pedagógico.
- Enriquecer y ampliar las tareas, reduciendo las monótonas y repetitivas, y favoreciendo el trabajo en equipo [819].

3.2.7.5.9. Prevención de riesgos psicosociales en trabajadores aislados y temporeros

Para evitar accidentes en trabajadores aislados el empresario debe establecer mecanismos de supervisión fiables, como el control telefónico y el seguimiento adecuado del cumplimiento de los protocolos establecidos. Al finalizar la jornada, el empresario debe tener constancia del regreso del trabajador aislado a su domicilio.

En cuanto a los trabajadores temporeros, es necesario proporcionarles formación, entrenamiento, supervisión y vigilancia de la salud, asegurándose el empresario de que comprenden la información suministrada, de manera que su nivel de siniestralidad sea parejo al del resto de la plantilla [286].

3.2.7.5.10. Herramientas para evaluar los riesgos psicosociales

A lo largo del tiempo se han empleado instrumentos heterogéneos de evaluación; unos cualitativos, como la observación, las entrevistas y los grupos de discusión, y otros de carácter cuantitativo, como el análisis de datos administrativos, listas de control, cuestionarios, análisis de puestos y registros de las empresas [785] [947] [971]. Su empleo no debe ser excluyente, sino complementario. Estas herramientas no han de emplearse tanto para valorar el impacto del estrés laboral, como para estimar los riesgos psicosociales e identificar las causas; asimismo, permiten medir el grado de exposición a riesgos psicosociales y, en cierta medida, cuantificar el grado de satisfacción laboral de los trabajadores [972].

Las herramientas más utilizadas son las encuestas. Antes de diseñar o aplicar un determinado cuestionario evaluativo es necesario conocer la situación real de la organización, ajustar la extensión de la encuesta para evitar presiones por parte de los empresarios y falta de complicidad de los trabajadores por cansancio o aburrimiento (en ocasiones resulta más conveniente emplear cuestionarios más breves, pero más certeros); por otra parte deben ser válidos y fiables para que su ulterior análisis proporcione resultados cualitativos y cuantitativos, asegurando la confidencialidad y el anonimato del encuestado. Ahora bien, no es suficiente con implicar al personal en la cumplimentación de un cuestionario, sino también en el proceso de priorización y concreción de las medidas preventivas, de manera que los trabajadores no sean considerados sujetos pasivos de la prevención y se cumplan así los objetivos de consulta y participación de los trabajadores, recogidos en el Capítulo V de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Es innegable la importancia de los cuestionarios como instrumentos evaluativos en una organización. Estas son algunas de las herramientas más frecuentemente empleadas:

- a Apoyo Social: se trata de un instrumento destinado exclusivamente a valorar la calidad del apoyo social percibido mediante la aplicación de un cuestionario de 5 preguntas [973].
- b Auditoría del Sistema Humano (ASH): controla los sistemas de gestión de recursos humanos, los resultados, los procesos psicosociales y la efectividad organizativa [974].
- c Batería de Evaluación de Riesgos Psicosociales en la Mediana y Pequeña Empresa (Cyclops-UB): este método, elaborado conjuntamente por la Universidad de Barcelona y Mutual Cyclops, incide en factores como la organización del tiempo de trabajo, la comunicación, la formación y desarrollo, los efectos sociales y de grupo, la participación, el contenido del trabajo y las exigencias de la tarea [975].
- d Batería de Factores Psicosociales de la Universidad de Valencia: se ocupa de los factores del estrés, los indicadores de consecuencias y de siniestralidad, así como del control de discapacidad social [976].
- e *Beck Depression Inventory (Second Edition)* (BDI-II) o Inventario de Depresión de Beck: estima el grado de depresión a través de 21 ítems [977].
- f *Center for Epidemiology Studies Depression Scale* (CES-D): es un instrumento diseñado para detectar y evaluar posibles estados depresivos en el marco laboral, empleando para ello 20 preguntas [978].
- g *Composite Psychosocial Risk Score* (CPRS): está basado en la versión intermedia del método CoPSoQ II. Proporciona información sobre la intensidad y cronicidad (efecto acumulativo) de los estresores laborales; asimismo informa, en función de los resultados obtenidos, sobre el estado de salud física y mental del trabajador y la probabilidad de posibles somatizaciones. Este método establece varios niveles de riesgo en función del número de estresores presentes; así, el riesgo puede ser muy alto (> 10 estresores), alto (7-10), moderado (3-6), bajo (1-2) y sin riesgo (0) [746]. Existe, por lo tanto, una clara correlación entre el número de estresores detectados y la presencia de síntomas físicos y psicológicos que informan del estado de salud percibido.
- h *Copenhagen Burnout Inventory* (CBI): posee tres dimensiones psicosociales orientadas a la detección del síndrome de estar quemado por el trabajo o *Burnout* [979].
- i *Copenhagen Psychosocial Questionnaire* o Cuestionario Psicosocial de Copenhague (CoPSoQ): desarrollado por el Instituto Nacional de Salud Laboral de Dinamarca [686], ha sido traducido a más de 20 idiomas [980]. Fue adaptado en España (CoPSoQ ISTAS 21) por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud de España (ISTAS) [981]. Una buena parte de sus preguntas no deben ser alteradas, suprimidas o adaptadas a diferentes tipos de estudios. Destinado a cubrir la brecha existente entre la investigación y la práctica, está orientado a la prevención, concretamente a medir el estado de salud psicológica [982], síntomas de somatizaciones [983] y

absentismo [747] [984]; cuantifica los factores de riesgo sobre los que existe evidencia científica de su potencial patogenicidad, las consecuencias de los cambios en las organizaciones [985] [986] y propone soluciones [987] [988]. Emplea cuestionarios estandarizados y utiliza el método epidemiológico. Consta de cinco secciones desarrolladas en 21 dimensiones psicosociales, como las exigencias psicológicas cuantitativas y cualitativas, trabajo activo (tiempo de trabajo, presión, sentido y compromiso), control y desarrollo de habilidades, apoyo social y calidad de liderazgo, sentimiento de grupo, previsibilidad, claridad y conflicto de rol, compensaciones, ocultación de emociones, incertidumbre por el futuro, capital social y doble presencia [987] [988]. Por tanto, identifica aquellas características de la organización del trabajo que resultan nocivas para la salud y presenta la ventaja de que se puede aplicar a cualquier actividad [810]. Aúna, en cierta medida, las características de los modelos Demanda-Control-Apoyo Social [876] y Esfuerzo-Recompensa [877] [989]. El método CoPSoQ II presenta tres versiones con cuestionarios diferentes en función del número de ítems; así, existe un modelo largo, utilizado en investigación, para realizar estudios comparativos entre sectores de actividad y países [990], interpretándose los resultados mediante comparación con grupos de referencia o colecciones de datos similares ya estudiados [791] [991]; la versión media suele emplearse para organizaciones con más de 25 trabajadores, y la versión corta para empresas de menor tamaño. La información es confidencial y la cumplimentación de los cuestionarios anónima y voluntaria. El análisis de los datos está estandarizado y su expresión se efectúa en términos de Áreas de Mejora y Prevalencia de Exposición para cada dimensión. Emplea niveles de referencia poblacionales, para todas las dimensiones, basados en todos los estudios precedentes, que configuran un sistema dinámico, que se retroalimenta y que permite establecer valores límite de exposición. Del análisis de los resultados se obtienen porcentajes asociados a colores; así, el rojo indica el nivel de exposición más desfavorable para la salud, el amarillo constituye el grado intermedio, siendo el verde el más favorable.

- j Cuestionario de Conflicto y Ambigüedad de Rol: evalúa estos factores de riesgo psicosocial mediante el empleo de bloques de frases que hacen referencia a ambos conceptos [806].
- k Cuestionario de Evaluación de Factores de Riesgos Psicosociales e Identificación de Situaciones de Riesgo del Instituto Navarro de Seguridad y Salud Laboral: creado en 2002, este método consta de 30 preguntas, más una opción de respuesta personal en el apartado "Observaciones" para cada una de ellas, agrupadas dichas cuestiones en cuatro áreas: participación, implicación y responsabilidad; formación, información y comunicación; gestión del tiempo, y cohesión del grupo [992]. El ítem de respuesta personal incrementa la calidad del método debido a que recoge las aportaciones personales necesarias para poder diseñar posteriormente las medidas preventivas más adecuadas. Los 27 primeros ítems se ocupan de las cuatro dimensiones citadas, mientras que los tres últimos están destinados a identificar la vulnerabilidad de la organización ante situaciones de acoso. Este método permite obtener una visión psicosocial general en organizaciones de más de 10 trabajadores, o de menor número siempre que se garantice el anonimato y la confidencialidad de los datos conseguidos. Detecta situaciones insatisfactorias que, potencialmente, pueden afectar a la salud psicosocial, así como aquellas otras que permitan la mejora del bienestar del trabajador. Asimismo, este cuestionario puede ser utilizado para realizar una evaluación inicial de riesgos, y si se acompaña de una entrevista personal, el método resulta más fiable. Es un método sencillo en su utilización e interpretación. Proporciona una batería de recomendaciones generales, que deben ser específicas para cada situación concreta. Así pues, en función de los resultados obtenidos, la situación identificada puede ser muy inadecuada, que requiere una intervención inmediata; inadecuada, en la que se detectan problemas que dificultan el desarrollo normal de la organización; adecuada, que refleja una

situación favorable y, finalmente, muy adecuada, en la que existen condiciones ideales para trabajar, desde el punto de vista psicosocial [993].

- l Cuestionario de Factores Psicosociales del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (FPSICO): es un cuestionario de 75 preguntas creado en 1998 por el INSHT (hoy INSSST) en formato de aplicación informática, que ofrece información sobre nueve dimensiones psicosociales: tiempo de trabajo, carga mental, autonomía temporal, supervisión y participación, contenido del trabajo, relaciones personales, interés por el trabajador (compensación), definición de rol y apoyo social [764] [784]. En 2018 se presentó una versión electrónica actualizada (FPSICO 4.0) [994], que sustituía a la versión 3.1, primera electrónica. El método diagnostica las condiciones psicosociales presentes en una organización, facilita la concienciación de todos los estamentos empresariales, localiza el origen de los problemas y ofrece y prioriza las soluciones pertinentes a través de modificaciones del contenido del trabajo y de la comparación de diferentes grupos, o del mismo en momentos distintos. Como resultado de la aplicación de este método pueden obtenerse tres posibles valoraciones para cada dimensión: situación satisfactoria, en la que no se interviene; situación intermedia, en la que los riesgos afectan a cierto número de empleados, aunque carecen de la suficiente gravedad como para iniciar de inmediato una intervención, si bien deben ser subsanados a la mayor brevedad posible; y, finalmente, la situación nociva, que requiere una intervención urgente debido a la existencia de elevados niveles de insatisfacción, altos índices de absentismo y claros síntomas de estrés [784].
- m Cuestionario General de Satisfacción en Organizaciones Laborales: consta de 82 ítems que permiten evaluar la satisfacción laboral con la supervisión, la participación, el ambiente laboral, los materiales y equipos disponibles, las recompensas, la satisfacción con el salario y otras prestaciones básicas, la seguridad en el empleo y la satisfacción sobre la calidad de las relaciones interpersonales [995].
- n *Distress Scale*: contiene 11 ítems dirigidos a la detección del grado de distrés en función de posibles pérdidas de peso, cambios en el apetito, insomnio, ansiedad y depresión [996].
- o *Effort-Reward Imbalance Questionnaire* (ERI) o Cuestionario de Desequilibrio Esfuerzo-Recompensa: se trata de un breve cuestionario (3 preguntas destinadas al esfuerzo y 7 a la recompensa) cuya base se sustenta en el hecho de que a cambio de su fuerza de trabajo y connotaciones inherentes al mismo (presión temporal, carga mental, régimen de pausas, etc.), el individuo debe percibir una recompensa justa (consideración social, salario, promoción, seguridad, etc.), apoyo social y autonomía en el desempeño de su labor; es decir, se produce una situación de reciprocidad social, de forma que su salud psicológica no se vea afectada por cuestiones laborales [810] [949] [989] [997]. Se trata de un modelo recomendado por la OMS [998].
- p *Employee Assistance Programme* (EAP) o Programa de Ayuda al Empleado: es una herramienta destinada a la protección y promoción de la salud, complementaria a otro tipo de intervenciones, que agrupa factores individuales, biológicos, familiares, sociales, económicos y ambientales. Sus resultados informan sobre el estado de salud física del trabajador, su nivel de bienestar, la calidad de sus relaciones, la presencia de síntomas psicósomáticos, su tasa de productividad y su percepción del grado de inseguridad en el empleo. Este método presenta una doble vertiente en su forma de intervenir; así, tiene carácter reactivo cuando actúa en situaciones de malestar psicósomático mediante la introducción de medidas terapéuticas que ayudan al trabajador a cobrar protagonismo en su proceso de cambio y en su desarrollo personal y, asimismo, muestra su perfil proactivo cuando informa al individuo sobre los

recursos disponibles en la organización implicando, por tanto, a la dirección en el proceso de identificación de las causas del daño psicosocial [968].

- q *European Foundation Quality Management* (EFQM) o método de la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad: es un extenso documento preventivo creado en 1988, que consta de 378 preguntas abiertas que permiten relacionar las condiciones de trabajo y la satisfacción laboral con la calidad final del producto o servicio. Audita el estado de la organización e informa sobre el grado de cumplimiento de los objetivos de calidad. El método dispone de indicadores cuantitativos, como el tiempo dedicado a la formación, el intervalo de tiempo entre acciones formativas, el número de trabajadores formados y el número de objetivos cumplidos; los indicadores cualitativos hacen referencia al cumplimiento de los programas formativos en plazo y forma, la disponibilidad de medios materiales y humanos destinados a la formación, la adecuación alumno-objetivo-método, el grado de cumplimiento de los objetivos, el nivel de satisfacción laboral con respecto a la formación, la existencia de un plan escrito de formación específica continua y el nivel de implicación de la dirección con la formación (estilo participativo de liderazgo). El modelo exige compromisos por escrito con la formación, por parte de la dirección. Existen otras metas no relacionadas directamente con la formación, como el número de objetivos alcanzados en referencia a la mejora de la calidad y de las condiciones de trabajo, la revisión periódica de dichos objetivos, el sistema de recompensas, el porcentaje del presupuesto destinado a la calidad, y a actividades medioambientales y de ocio compartidas por la plantilla, el índice de satisfacción general de los trabajadores, la planificación de la promoción profesional, el número de contratos eventuales que se transforman en fijos, el desarrollo del trabajo colaborativo que permita un impulso de las capacidades individuales, estimación del grado de participación y compromiso del personal, medidas tomadas para minimizar los efectos negativos de los trabajos monótonos y repetitivos, existencia, revisión y seguimiento de la evaluación de riesgos y del plan de prevención, conocimiento del índice de siniestralidad e implicación de los mandos con las condiciones de seguridad y salud. El método posee indicadores, que han de ser valorados y controlados para cada uno de los objetivos mencionados [999] [1000].
- r *Fifth European Working Conditions Survey* (V EWCS): se trata de una herramienta específica para captar la relación entre la presencia de riesgos psicosociales y la percepción de la salud fisiológica por parte del trabajador. Ayuda a implementar medidas para mejorar su estado psicológico con el fin de minimizar el impacto de la exposición a los factores de riesgo psicosocial [1001].
- s *Job Content Questionnaire* (JCQ) o Cuestionario de Contenidos del Trabajo: resulta muy útil para analizar muestras heterogéneas [779]. Consiste en una herramienta, compuesta por 31 preguntas, que identifica y evalúa factores de riesgo psicosocial, como las demandas físicas y psicológicas, el control sobre el trabajo, la autonomía, las relaciones interpersonales y el apoyo social; además, introduce indicadores de salud, establece prioridades de intervención y permite realizar un seguimiento y reevaluación de los planes establecidos [838] [876]. Este cuestionario está muy relacionado con el Modelo Demanda-Control [887].
- t *Job Demand-Control Model* (Modelo Demanda-Control-Apoyo Social): identifica, describe y analiza, mediante 17 ítems, situaciones laborales con el fin de detectar estresores crónicos. Evalúa factores psicosociales como el margen de decisión y control (capacidad de decisión y discrecionalidad de las habilidades), las demandas psicológicas (carga mental y presión de tiempo), el apoyo social (evita el aislamiento laboral), las demandas físicas y la inseguridad laboral [801] [1002] [1003] [1004]. No considera a los factores individuales como una constante en la ecuación del estrés. Predice el estado de tensión psicológica del individuo y sus efectos

- sobre la salud, como trastornos cardiovasculares y digestivos, agotamiento, depresión, TME, insomnio y ansiedad; y, por consiguiente, un mayor riesgo de sufrir accidentes de trabajo, de afectar a la calidad de vida del individuo y de disminuir la productividad [779]. Se trata de un modelo recomendado por la OMS [998].
- u *Job Diagnostic Survey*: se ocupa de factores como la variedad de tareas, la identidad con el trabajo, la importancia del mismo, la retroalimentación de la tarea, la autonomía y los resultados del trabajo [1005].
 - v *Job Stress Survey*: evalúa la presión temporal en el trabajo y el apoyo social [1006].
 - w *Leymann Inventory of Psychological Terrorization* (LIPT): en 1990 se creó esta herramienta para detectar y evaluar situaciones de acoso laboral [767]. Describe hasta 45 comportamientos potencialmente relacionados con este factor de riesgo [1007].
 - x *Management Standards Indicator Tool* (MSIT): consta de 35 ítems de siete dimensiones distintas que permiten medir la exposición a aquellos factores de riesgo psicosocial con capacidad para dañar la salud del trabajador (estrés). Las dimensiones que cuantifica son: demandas del trabajo, control, apoyo social de los superiores, apoyo social de los compañeros, relaciones interpersonales, cambios en la organización y rol del trabajador. En general, los valores obtenidos informan, aceptablemente, sobre el estado de salud psicológica del trabajador [1008].
 - y *Maslach Burnout Inventory* (MBI): se trata de un cuestionario que, por sí solo, resulta insuficiente para diagnosticar *Burnout*, aunque es el más empleado para detectar esta patología [1009] [1010]. Evalúa, de forma fácil y sencilla, el grado de afectación de las dimensiones del síndrome, identificando la presencia de sus síntomas, pero sin buscar las causas. Elevadas puntuaciones en agotamiento y cinismo y bajas en eficacia profesional pueden indicar la presencia de *Burnout*. El MBI-GS (*General Survey*) es una evolución del MBI que permite su uso generalizado en cualquier tipo de actividad laboral y no principalmente dirigido a organizaciones que prestan servicios humanos [1011]. Existe una versión española del MBI-GS [1012].
 - z *Mini Psychosocial Factors* (MPF): exclusivamente diseñado para detectar y evaluar riesgos de origen psicosocial [1013].
 - aa Modelo de Liderazgo: este instrumento está centrado en las tareas y en los trabajadores, en las competencias y habilidades directivas y en la participación de la dirección [1014].
 - bb Modelo de Motivación: interviene en factores como la motivación laboral, la implicación, compromiso, aspiraciones laborales y estrategias de afrontamiento [1015].
 - cc Modelo del Capital Social: se trata de un cuestionario muy corto ideado a partir del CoPSoQ para medir el grado de confianza (2 preguntas) y de justicia laboral (2 preguntas) existentes en una organización [879].
 - dd *Occupational Stress Index*: es un extenso cuestionario diseñado para detectar estrés laboral en las organizaciones [1016].
 - ee *Occupational Stress Indicator* (OSI): incide en los estresores laborales, las variables moduladoras y las respuestas ante el estrés [1017].
 - ff *Overall Job Satisfaction* (Escala General de Satisfacción): se trata de un corto cuestionario de 15 ítems que recogen el grado de satisfacción del trabajador ante factores como el salario, la organización del trabajo, las relaciones interpersonales, la responsabilidad, el desarrollo de las propias capacidades, la promoción, el horario, la variedad de tareas y la estabilidad laboral [1018].
 - gg *Oxford Happiness Questionnaire* (OHQ): se emplea para cuantificar el grado de satisfacción laboral [1019].
 - hh *Patient Health Questionnaire-2* (PHQ-2): resulta muy útil para detectar los primeros síntomas depresivos, como malhumor, desinterés e insatisfacción [1020].

- ii Test de Salud Total (TST): evalúa síntomas psicossomáticos procedentes de episodios de estrés [1021].
- jj *Work Environment Scale* (WES): esta herramienta fue ideada en 1974 y perfeccionada posteriormente hasta constituir un excelente instrumento destinado a estudiar el clima laboral y el entorno de trabajo [1022].
- kk *Work Health Instrument*: contiene 27 ítems agrupados en cinco dimensiones psicossociales, como las demandas del trabajo, el control, el compromiso con la organización, el apoyo social de los superiores y el de los compañeros [788].
- ll *Working Conditions and Control Questionnaire* (WOCCQ) o Cuestionario de las Condiciones de Trabajo y Control: diseñado en Bélgica por el Servicio de Psicología del Trabajo y de la Empresa de la Universidad de Lieja [1023] con el fin de identificar los riesgos psicossociales presentes en una organización; permite hacer un seguimiento de los riesgos psicossociales para la salud de los trabajadores. Este método distingue entre dimensiones laborales y el control que el trabajador puede ejercer sobre ellas, el aislamiento de las situaciones conflictivas y una medida subjetiva del estrés. Los resultados conseguidos a partir de estos tres elementos de diagnóstico permiten destacar los riesgos organizacionales para los que sería necesaria una intervención preventiva; asimismo, plantea un acercamiento grupal a la solución del problema aglutinando a todos los representantes implicados [1024].

3.2.7.5.11. Medidas básicas de control de los riesgos psicossociales

El empresario tiene a su disposición una batería de sencillas y económicas medidas preventivas, muy fáciles de implementar, que supone un primer paso para controlar los factores de riesgo psicossocial [779]:

- Planificar el trabajo.
- Establecer unos objetivos claros y comunicarlos a los trabajadores.
- Asegurarse de la comprensión, por el trabajador, del significado y contenido de las tareas asignadas.
- Proporcionar unas competencias claras a los trabajadores.
- Suministrar tareas dotadas de significado.
- Rotar puestos de trabajo y enriquecer tareas cuando las actividades sean monótonas o repetitivas.
- Establecer prioridades en la realización del trabajo.
- Ajustar la carga de trabajo al individuo.
- Sustituir adecuadamente las bajas laborales.
- Establecer un régimen adaptado de pausas y descansos.
- Ajustar los tiempos de trabajo a la complejidad de la tarea.
- Proporcionar los medios materiales necesarios.
- Diseñar programas de socialización que permitan mejorar la calidad de las relaciones interpersonales.
- Potenciar el trabajo en equipo.
- Evitar los trabajos aislados, siempre que sea posible.
- Favorecer la autonomía del trabajador en aspectos como el ritmo y volumen de trabajo, el orden de realización de tareas y las pausas.

- Implementar canales fluidos de comunicación y participación.
- Facilitar la expresión de las propias capacidades.
- Proveer mecanismos de recompensa y reconocimiento.
- Proporcionar apoyo social.
- Formar e informar.
- Favorecer la promoción y mejora profesional de los trabajadores.
- Implementar protocolos contra el acoso laboral y sexual en el trabajo.
- Implicarse en todas las fases del proceso, considerando la prevención de riesgos laborales como una más de ellas.

Capítulo 4. Materiales y métodos

Este capítulo contempla la metodología empleada en el presente trabajo con el fin de alcanzar el objetivo prioritario de caracterizar y analizar los riesgos existentes en los invernaderos aplicando una estadística descriptiva inferencial; por tanto, se describen las herramientas utilizadas durante el desarrollo de esta investigación; es decir, los materiales y métodos empleados para su consecución.

El capítulo se ha organizado en seis secciones, correspondientes a las diferentes fases del trabajo:

1. Proceso de diseño y entrega de encuestas a los trabajadores de invernaderos.
2. Especificaciones del invernadero de referencia.
3. Descripción de los aparatos de medida del ambiente térmico.
4. Especificación de las características del visor SIGPAC.
5. Análisis y caracterización de los suelos de dos invernaderos.
6. Descripción del programa estadístico empleado para el tratamiento de los datos.

4.1. Proceso de diseño y entrega de encuestas

4.1.1. Diseño de la encuesta

La encuesta constituye un instrumento de compilación de datos para su ulterior análisis cualitativo y estadístico [1025] [1026]; está constituida por un grupo estructurado y estandarizado de preguntas, de manera que el sujeto encuestado pueda cumplimentarla de forma autónoma y sin que el investigador pueda modificar el entorno ni controlar el proceso [1027]. En este trabajo se ha utilizado el cuestionario como elemento útil para encuestar al colectivo que constituye la población estudiada. En definitiva, la encuesta es un instrumento fiable para obtener información sobre las condiciones de trabajo. Como herramienta subjetiva destinada a la investigación [1028], su empleo se generalizó a partir de los años sesenta [1029] [1030] [1031].

Las principales ventajas de la utilización de encuestas vienen determinadas por su bajo coste, su excelente fiabilidad (siempre que las preguntas sean redactadas de manera clara y sencilla, y fácilmente comprensibles por la población objeto de estudio), la posibilidad de planificar lo que se va a preguntar, la capacidad de desglosar variables complejas en aspectos singulares fácilmente valorables y la opción de realizar comparaciones con estudios similares. Sin embargo, las encuestas también poseen desventajas, como su complejidad, la necesidad de la cooperación de otros (de su interés y sinceridad), y la validez puntual de las mismas (las percepciones del sujeto y sus circunstancias personales y profesionales cambian en el tiempo) [1028]. Así, por ejemplo, la información obtenida sobre los riesgos psicosociales podría ser calificada de subjetiva porque se basa en las propias percepciones de los trabajadores influidas, sin duda, por sus emociones, sentimientos, actitudes y conocimientos [1032]. Las limitaciones más frecuentes del empleo de encuestas proceden de la confección incorrecta de las preguntas, de la falta de claridad de los conceptos o bien debido a que el lenguaje empleado no es adecuado o comprensible [779].

En el caso del presente estudio, la principal limitación procede de una posible falta de representatividad a la hora de aplicar el informe final para toda la comunidad autónoma, debido a que la franja norte de la provincia de Cáceres no pudo ser visitada por diversas razones, de manera que este estudio podría ser considerado como un primer paso para un análisis más profundo de toda Extremadura.

La utilización de la encuesta está sujeta al cumplimiento efectivo de todas sus fases: definición de objetivos e hipótesis, confección del cuestionario (selección de variables de interés y elaboración del instrumento de recogida de información), planificación del trabajo de campo, aplicación de la encuesta, obtención de los datos primarios, análisis mediante tratamiento estadístico de las respuestas y elaboración de un informe o trabajo final [1028] que ha de permitir el establecimiento de un diagnóstico de las necesidades y, consiguientemente, la propuesta de intervenciones preventivas.

En el presente trabajo se ha intentado obtener una visión global, objetiva y fiable de la situación profesional y preventiva del colectivo de trabajadores de invernadero en Extremadura. Con el empleo de la encuesta se ha pretendido detectar los posibles síntomas de alerta, generalmente inespecíficos, y estudiar sus relaciones con las condiciones de trabajo, así como descubrir los vínculos existentes entre trabajo y salud. Por consiguiente, las principales variables consideradas para estudiar las condiciones de trabajo fueron las características sociodemográficas básicas, los riesgos potenciales de accidentes de trabajo percibidos por los trabajadores, las causas más probables de dichos accidentes de trabajo, número de los mismos, las tareas desempeñadas en el momento de su materialización, las condiciones ambientales, la carga física y mental del trabajo, la formación e información y el estado de salud de los trabajadores. Tras el análisis de los resultados se podrán establecer las prioridades de la actuación preventiva.

El conocimiento de un puesto de trabajo requiere un análisis previo de sus condiciones de trabajo:

- Condiciones de seguridad: condiciones materiales que están determinadas por las máquinas, equipos, instalaciones, herramientas, etc., presentes en el lugar de trabajo.
- Ambiente de trabajo: características ambientales del mismo, como la iluminación y las condiciones termohigrométricas.
- Contaminantes ambientales: físicos, químicos y biológicos.
- Exigencias del puesto: el grado de esfuerzo exigido al trabajador (fatiga física, carga mental y ergonomía del puesto).
- Organización del trabajo: extenso conjunto de factores como la jornada laboral, el ritmo de trabajo, la calidad de la comunicación interna, etc., que influyen notablemente en la motivación y el grado de satisfacción del individuo.
- Elementos de protección: formación y protecciones colectivas e individuales.

Con respecto al tipo de preguntas, para muchas de ellas (58) se ha recurrido al diseño de una escala numérica tipo Likert con cinco niveles (1-2-3-4-5) u opciones de respuesta (por ejemplo: nunca, alguna vez, a veces, frecuentemente y siempre) [1033]; en otras se han introducido dos valores de probabilidad, numérico y descriptivo, con el fin de descartar respuestas poco fiables [215]; asimismo, existen preguntas abiertas (para que el trabajador exprese libremente su opinión), cerradas (sólo se puede elegir una opción entre las ofrecidas), mixtas (cerradas que proporcionan al encuestado la opción de ampliar o matizar su respuesta) y de respuesta única y variable [1034]. En todo caso, se ha procurado utilizar un lenguaje sencillo, con enunciados cortos y sin ambigüedades ni tecnicismos.

Cada cuestión debe poseer confiabilidad (todos los sujetos deben entender lo mismo en cada pregunta, sin interpretaciones personales) y validez (relevancia y concreción). Generalmente, el hecho de que algunos encuestados dejen preguntas en blanco puede proporcionar una información aprovechable, pero para el presente trabajo se invalidaron las encuestas que estaban incompletas o en las que existían incongruencias en sus respuestas. Se hizo necesario, pues, contestar a todas las cuestiones planteadas para que el cuestionario fuese considerado válido y, por tanto, se comunicó esta premisa a los participantes en la charla inicial.

Para el presente estudio se confeccionó, en primer lugar, una pequeña encuesta con siete preguntas exclusivamente de carácter técnico, destinada al gerente o propietario de la explotación (tipo de riego, especies cultivadas, rotación de cultivos, técnicas de control de plagas, tecnología instalada en el invernadero y superficie del mismo) con el fin de interesarle en la investigación y recabar su apoyo (Anexo 1). En segundo lugar se elaboró una encuesta más amplia (103 ítems) destinada a todo tipo de trabajadores que desarrollaban una parte de su actividad en invernaderos (Anexo 2), con los siguientes apartados:

- Datos personales: preguntas 1-7 (7).
- Datos profesionales: preguntas 8-14 (7).
- Cuestiones concernientes a la explotación: preguntas 15-23 (9).
- Aspectos relacionados con la prevención de riesgos laborales: preguntas 24-103 (80).
 - ✓ Vigilancia de la salud: 24 (1).
 - ✓ Formación preventiva: 25-30 (6).
 - ✓ Seguridad en el Trabajo (13):
 - Equipos de trabajo: 55-63 (9).
 - Equipos de protección contra incendios: 64-67 (4).
 - ✓ Higiene Industrial (20):
 - Ambiente físico de trabajo: 42-54 (13).
 - Agentes contaminantes químicos y biológicos: 68-74 (7).
 - ✓ Ergonomía: características del puesto de trabajo: 31-41 (11).
 - ✓ Psicología Aplicada a la Prevención: 75-103 (29). Se ha concedido mayor relevancia a los riesgos psicosociales debido a su creciente importancia y al hecho de ser menos conocidos.

La satisfacción o insatisfacción laboral es el resultado del balance entre lo obtenido y lo esperado de un trabajo; resulta, por tanto, de muy difícil cuantificación debido a que dicho balance se nutre tanto de las circunstancias personales como de las laborales [900], por ello es primordial incluir preguntas relativas a todos estos datos en cualquier cuestionario.

Para el diseño de las preguntas relacionadas con los riesgos psicosociales se han incluido en el presente trabajo la mayor parte de las dimensiones de exposición que contempla el cuestionario CoPsoQ ISTAS 21 [981] en su Apartado IV (contenidos y exigencias del trabajo): exigencias psicológicas cuantitativas, exigencia de esconder emociones, exigencias psicológicas emocionales, exigencias psicológicas cognitivas, influencia, posibilidades de desarrollo en el trabajo, control sobre los tiempos de trabajo, sentido del trabajo, integración en la empresa, previsibilidad, claridad de rol, conflicto de rol, calidad de liderazgo, apoyo social de los superiores, apoyo social de los compañeros, posibilidades de relación social, sentimiento de grupo, estima e inseguridad del futuro. Se optó por la versión 1.5 debido a que es la destinada a empresas de más de 25 trabajadores y a que las mejoras introducidas con respecto a la versión anterior la convierte en una herramienta ágil y de fácil aplicación. En la Tabla 46 se indica la correspondencia entre las preguntas del cuestionario CoPsoQ ISTAS 21, versión 1.5 y las de la encuesta empleada en el presente trabajo.

Por otra parte, del Apartado III del método CoPsoQ ISTAS 21 versión 1.5, que recoge las preguntas que tratan del empleo actual y sus condiciones de trabajo y, por tanto, de aspectos que presentan una estrecha relación con la presencia de riesgos psicosociales, se seleccionaron las cuestiones reflejadas en la Tabla 47, relacionándolas con las confeccionadas en el presente estudio.

Tabla 46. Correspondencia, para los riesgos psicosociales, entre las preguntas del Apartado IV del cuestionario CoPsoQ-istas21 [981] y las de la encuesta presentada a los trabajadores de invernadero.

Dimensión de exposición a los riesgos psicosociales según CoPsoQ-istas21, Versión 1.5 (Apartado IV) [981]	Pregunta del cuestionario CoPsoQ-istas21 Versión 1.5	Correspondencia con la pregunta del presente cuestionario
Exigencias psicológicas cuantitativas	28a	79
	28b	76
Exigencias psicológicas cognitivas	29a	77
	29b	75
	31h	81
Exigencias psicológicas emocionales	29f	95
	29g	96
	29h	96/97
Influencia sobre el trabajo	30h	87
Posibilidades de desarrollo en el trabajo	31a	88
	31b	77
	31g	81
Control sobre los tiempos de trabajo	30d	89
	30f	90
Sentido del trabajo	31d	101
Compromiso/Integración en la empresa	31i	102
Conflicto de rol	33e	82
Calidad de liderazgo	36a	91
	36d	99
Apoyo social de los compañeros	34a-34b-34c	99/100
Apoyo social de los superiores	34d-34e-34f	98
Posibilidades de relación social	35a	83
Sentimiento de grupo	35c-35e	83/99
Inseguridad del futuro	32c	85/86
	32d	94
Estima	38b	98/99/100

(Fuente: elaboración propia).

Tabla 47. Correspondencia, para los riesgos psicosociales, entre las preguntas del Apartado III del cuestionario CoPsoQ-istas21 [981] y las de la encuesta presentada a los trabajadores de invernaderos.

Dimensión de exposición a los riesgos psicosociales según CoPsoQ-istas21 (Apartado III) [981]	Pregunta del cuestionario CoPsoQ-istas21	Correspondencia con la pregunta del presente cuestionario
Horario de trabajo: turnicidad	16	85
Horario de trabajo: nocturnidad	16	86
Horario de trabajo semanal	17	84
Salario neto	21	92
Salario fijo o variable	22	94
Satisfacción con el salario	23	93
Baja por enfermedad en los últimos 12 meses	24	103

(Fuente: elaboración propia).

Finalmente, se han incluido tres preguntas (números 98-100) que pretenden indagar en la relación entre el sujeto encuestado y sus superiores, compañeros y subordinados [1035], debido al gran número de propietarios que realizan tareas similares a las que desempeñan sus trabajadores y que, por consiguiente, han sido también encuestados.

En definitiva, el cuestionario presentado a los trabajadores de invernadero es una adaptación propia del método CoPsoQ ISTAS 21; se ha intentado ajustarlo a las características e idiosincrasia de la población estudiada, tarea nada sencilla si se tiene en cuenta la falta de paciencia e inconstancia observada en muchos encuestados. Hubiera sido deseable incluir más preguntas, pero superar la barrera de las 100 (finalmente fueron 103), puede haber tenido un efecto negativo en la predisposición de los trabajadores en su correcta cumplimentación, circunstancia que no es posible descartar. De hecho, existe una relación inversa entre la longitud de una encuesta y su ratio de respuestas válidas [1036] [1037].

4.1.2. **Ámbito geográfico del estudio**

Las encuestas fueron presentadas a aquellos trabajadores que realizaban una parte importante de su actividad laboral en el interior de un invernadero, independientemente de su categoría profesional (peón, empresario, capataz, etc.). El estudio se circunscribió al ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Para trazar el plan de actuación fue necesario dividir su superficie en provincias (2), en comarcas o mancomunidades administrativas (27) y en municipios (388). Además, se aplicó también un criterio estrictamente agrario, al utilizar la división del territorio en Oficinas Comarcales Agrarias (OCA, 52) [1038]. Este tipo de parcelación sigue unos principios, exclusivamente técnicos agrarios y, por tanto, más precisos y acordes al contenido de este trabajo. Cada OCA posee un equipo humano encargado de asesorar a los agricultores y ganaderos, y supervisar sus actividades.

4.1.3. Proceso de localización de los invernaderos

Para encontrar la ubicación de las explotaciones de mayor tamaño se realizaron búsquedas en Internet a fin de localizar sus páginas web y poder así concertar citas con los propietarios o gerentes de las mismas. Para las instalaciones de pequeño y mediano tamaño, generalmente de carácter familiar, se empleó el visor SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas) de la Junta de Extremadura [1039], que permite discriminar si las cubiertas de las instalaciones son de plástico, vidrio u otros materiales y proporciona información exacta sobre su situación geográfica. Para ello, fue necesario realizar barridos en cada término municipal, a fin de encontrar todos los invernaderos existentes; de esta manera, se ha podido configurar un mapa de invernaderos de Extremadura. Además, en los invernaderos próximos a carreteras o situados en el interior de poblaciones, conociendo sus ubicaciones geográficas exactas por el visor SIGPAC, se recurrió a *Google Earth Pro* [1040] para resolver dudas, descubrir la morfología de los invernaderos e, incluso, dilucidar si se encontraban en uso o abandonados.

Por otra parte, en algunos casos, se contó con la colaboración de miembros de las OCA, de ingenieros de las cooperativas agrarias y de los propios agricultores, con el fin de resolver posibles dudas, constatar que los invernaderos localizados eran funcionales y conseguir nuevos contactos.

4.1.4. Distribución y recogida de las encuestas

Los invernaderos tienen procesos de trabajo durante todo el año; sin embargo, la mayor demanda de mano de obra se produce en primavera y verano. Por consiguiente, en 2015, entre los meses de abril y septiembre, se entregaron 603 cuestionarios en 87 instalaciones, 278 de los cuales pasaron un primer filtro. En marzo de dicho año, se imprimieron 1.000 ejemplares del documento final, con 103 preguntas distribuidas en 14 folios a doble página (Anexo 2). El tiempo aproximado para su cumplimentación se estimó en 25-30 minutos. De las 603 encuestas entregadas se recibieron 512 (84,9%); por tanto, 91 trabajadores rehusaron participar (15,1%); 234 cuestionarios fueron inmediatamente desechados por contener preguntas en blanco (45,7%) y, de los 278 antes mencionados, 21 fueron eliminados por incluir respuestas contradictorias o faltas de sentido (4,1%). Finalmente, el número de ejemplares válidos fue de 257, cifra que representa el 50,2% del total de encuestas recibidas y el 42,6% de las repartidas (Figura 20).

La ruta de visitas se decidía previamente en función de los barridos efectuados con el Visor SIGPAC. Dos fueron los criterios que se emplearon para el diseño del trazado de los itinerarios: la concentración de invernaderos por término municipal y su distancia con respecto a la ciudad de Badajoz (lugar de partida), para maximizar el rendimiento de los recursos económicos disponibles.

En el caso de que la empresa a visitar dispusiera de información en Internet, se procuraba establecer una cita con alguno de sus responsables, a fin de explicar el objetivo de la entrevista. Finalizada la tarea programada, el tiempo sobrante se empleaba en visitar instalaciones aledañas, generalmente de tipo familiar.

Una vez en la explotación y tras anotar las peculiaridades más relevantes de los invernaderos y conseguir los permisos pertinentes, tenía lugar una breve charla con los trabajadores, en la que se explicaban todos los elementos relacionados con las instrucciones generales necesarias para cumplimentar el cuestionario [1028]. En esta alocución se trataban los siguientes aspectos:

- Presentación del doctorando.

- Lectura atenta, ante los trabajadores, de las instrucciones que figuran en el encabezado del cuestionario.
- Recordatorio del carácter anónimo y voluntario de la encuesta.
- Necesidad de que las respuestas fueran sinceras y espontáneas.
- Interés exclusivamente académico y no comercial o de otra índole.
- Insistencia en que debían ser contestadas todas las cuestiones, siempre que la respuesta fuese conocida.
- Cumplimentación de las encuestas fuera del horario laboral.
- Establecimiento de la fecha de recogida de las encuestas.
- Aclaración de posibles dudas.
- En el caso de que los invernaderos estuviesen muy alejados de Badajoz, a las encuestas se les agregó un sobre franqueado para su ulterior envío postal, aunque nadie optó por este sistema.

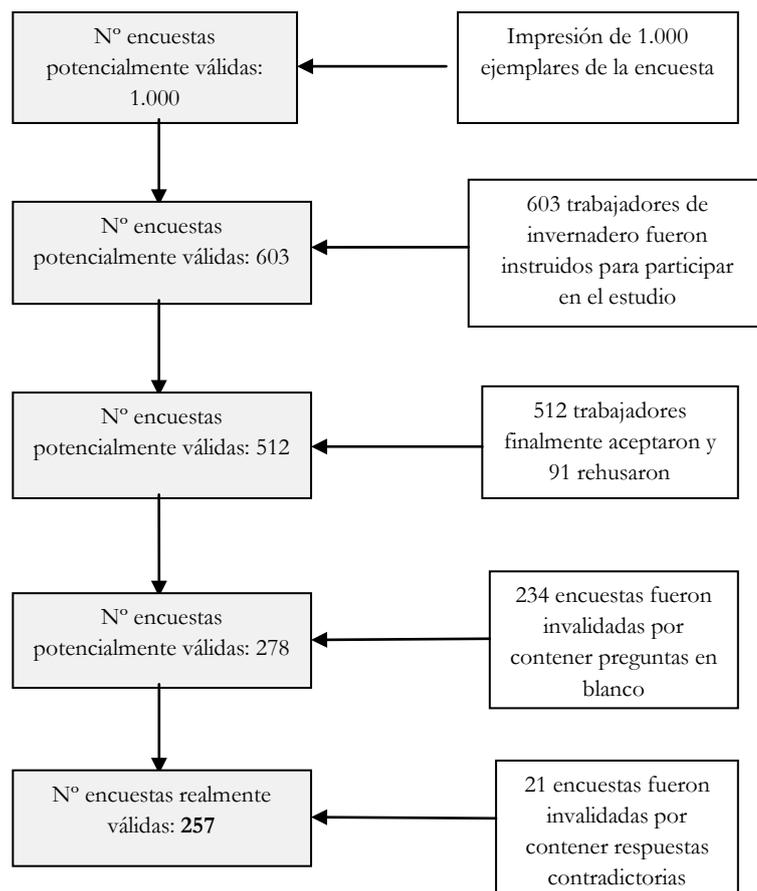


Figura 20. Proceso de distribución y selección de los ejemplares de la encuesta.
(Fuente: elaboración propia).

Una vez recogidas las encuestas, se anotaba el municipio de procedencia y se asignaba un número a cada una de ellas, de manera que fuese posible identificar las encuestas que pertenecían a una determinada empresa.

Los resultados procedentes de la encuesta han sido tratados estadísticamente a fin de obtener frecuencias (porcentajes) y determinados parámetros de tendencia central (media, mediana, moda,

percentiles), dispersión (varianza y desviación típica) y distribución (asimetría, curtosis). Se ha tratado en todo momento de redactar las preguntas de la forma más clara y sencilla posible, sin negaciones y empleando siempre oraciones afirmativas. Como consecuencia de ello, la mitad de las 58 preguntas confeccionadas con la Escala de Likert presentan los valores negativos, desde el punto de vista preventivo, en la izquierda de dicha escala (valor 1), mientras a la otra mitad le sucede el fenómeno inverso (aspecto más perjudicial en el valor 5). Resulta pues, necesario, unificar el criterio de escalonamiento para poder comparar medias de forma correcta. El objetivo prioritario fue el de mantener la misma escala en todo el cuestionario (1-5) a fin de no desconcertar al encuestado y contribuir al incremento de respuestas erróneas. Por tanto, en todos aquellos casos en los que las opciones favorables, desde el punto de vista preventivo, se encuentren en el valor 5, en el análisis real se sitúan en el valor 1 (escala 5-1), de manera que cuanto más elevada sea la media obtenida, más nociva será, preventivamente hablando, la respuesta de los trabajadores a esa cuestión. Se ilustra esta circunstancia con dos ejemplos enfrentados:

- Pregunta número 81: ¿Es variado su trabajo? El aspecto positivo, en un contexto preventivo, se localiza en el valor 5 de la escala; por tanto, resulta necesario invertirla.
- Pregunta número 79: ¿A qué ritmo realiza su trabajo? En este caso, el aspecto menos perjudicial se encuentra en el valor 1 de la escala; por consiguiente, no es preciso invertirla.

4.1.5. Complicaciones surgidas durante el proceso de distribución

En la fase de distribución y recogida de las encuestas aparecieron múltiples y frecuentes obstáculos, como:

- Negativa del propietario, o de su responsable en el invernadero, a colaborar en el estudio.
- Negativa del trabajador.
- Analfabetismo funcional: en estos casos se requirió la ayuda de otro trabajador o se ofreció el propio presentador de la encuesta.
- Inmigración: trabajadores de procedencia búlgara, rumana y polaca, desconocedores del idioma castellano, inglés o francés, con la consiguiente imposibilidad de establecer una mínima comunicación.
- Encuestas invalidadas por contener contenidos contradictorios.
- Preguntas en blanco: por desconocimiento de la respuesta, por desconfianza o temor al empresario, por simple dejadez o por no revelar información de índole personal.
- Algunas instalaciones requirieron más de las dos visitas previamente convenidas, a fin de recoger encuestas ya cumplimentadas y ante el riesgo, bastante probable, de que se extraviasen o fuesen destruidas.
- Debido al escaso éxito conseguido entre los trabajadores de la provincia de Cáceres y a fin de evitar que el estudio se viese circunscrito únicamente a la de Badajoz, se decidió entregar una gratificación de 5 € por encuesta correctamente cumplimentada.

4.2. Invernadero de referencia

4.2.1. Emplazamiento del invernadero

Ante la necesidad de tomar datos climáticos del interior de un invernadero se optó por elegir, para instalar un medidor de ambiente térmico, el ubicado en la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, en el Término Municipal de Badajoz, a $38^{\circ} 53' 43,13''$ latitud N y $6^{\circ} 58' 08,24''$ longitud O, a una altitud de 175 m. Este lugar se consideró el más adecuado debido a que prevalecieron criterios no sólo de proximidad y comodidad sino, sobre todo, por la necesidad de vigilar, controlar y proteger un aparato tan costoso, circunstancia que no se pudo asegurar en instalaciones privadas, como hubiese sido más conveniente. La Figura 21 muestra, en el centro de la imagen, el invernadero utilizado para medir el ambiente térmico.



Figura 21. Imagen aérea del invernadero utilizado para la medición del ambiente térmico [1041].
(Fuente: fotografía procedente de la web de la E.I. Agrarias de la Universidad de Extremadura).

4.2.2. Características técnicas del invernadero

El invernadero de la Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz) de la Universidad de Extremadura sigue una orientación O-NO/E-SE; su superficie total es de 448 m², dividida en dos módulos comunicados, de 8 m de anchura y 28 m de longitud, cada uno. La Figura 22 muestra una imagen fronto-lateral de la fachada E-SE del invernadero.

Se trata de un invernadero bitúnel constituido por una estructura de perfiles de acero galvanizado, con paramentos verticales de policarbonato de 6 mm de espesor y cubierta de copolímero EVA de 800 galgas. Su altura máxima en cumbre es de 3,5 m y la mínima de 2 m.



Figura 22. Perspectiva fronto-lateral de la fachada E-SE del invernadero de la Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz) de la Universidad de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

En el invernadero se practica, mayoritariamente, el cultivo sin suelo (en mesas y banquetas) (Figura 23). Las especies vegetales más utilizadas son las ornamentales y hortícolas, a las que se aplica fertirrigación gracias a un completo cabezal de riego con programador electrónico, cuatro depósitos de abono, electroválvulas, etc. Una pequeña parte de la superficie del invernadero (en el módulo izquierdo) está destinada a cultivo en suelo, en este caso para plantas ornamentales y fresas.



Figura 23. Imagen del interior del invernadero de referencia, en la que se aprecia la ocupación de los dos módulos. (Fuente: elaboración propia).

El invernadero está dotado con una tecnología avanzada e integrada, presentando un grado de automatización Nivel 2 (consultar epígrafe 2.8.6. Equipamiento y automatización). Dispone de los siguientes equipos de control climático:

- Dos ventanas longitudinales para la ventilación automatizada lateral (Figura 24) y dos ventanas más para la ventilación automatizada cenital.
- Sistema de refrigeración, mediante el uso de una pantalla húmeda o *cooling system* (Figura 25) dotada con un depósito de 2.000 litros y ubicada en la fachada O-NO, y un dispositivo *fog system* para micronebulizar partículas de agua de 17-22 micras de diámetro.
- Sistema de calefacción por agua mediante tuberías de cobre y de polipropileno corrugado de 20 mm, con capacidad para calentar una superficie de hasta 224 m² (túnel derecho visto desde la fachada principal; es decir, la mitad del invernadero), caldera de gasóleo y diversos accesorios. Además, dispone de una pantalla térmica aluminizada o malla de sombreado con control climático automatizado (Figura 26) para mantener la temperatura interior de forma natural.
- Equipo de fertirrigación (Figura 27), que aloja un programador Agronic 4000, una bomba dosificadora eléctrica para inyección de abonos, cuatro tanques de fertilizantes con sus correspondientes electroagitadores, un filtro de arena, un filtro de anillas, electroválvulas, sondas de pH y conductividad eléctrica, manómetros y otros elementos de control.



Figura 24. Automatismo para la ventilación lateral.
(Fuente: elaboración propia).



Figura 25. Refrigeración mediante pantalla húmeda o *cooling system*.
(Fuente: elaboración propia).



Figura 26. Malla de sombreo automatizada.
(Fuente: elaboración propia).



Figura 27. Equipo de fertirrigación.
(Fuente: elaboración propia).

Los parámetros ambientales registrados por los equipos automatizados son los siguientes:

- El sistema de enfriamiento se activa cuando la temperatura del aire interior alcanza los 30 °C, y se detiene cuando baja a 28 °C.
- El equipo de ventilación natural se cierra cuando se activa el *cooling system*. Las ventanas laterales se abren cuando la temperatura del aire interior llega a 25 °C y se cierran cuando el valor de temperatura desciende a 23 °C. Por tanto, en condiciones climatológicas normales, la ventilación natural se activa en otoño, invierno y parte de la primavera, y no se utiliza en las últimas semanas de primavera y todo el verano debido a la entrada en funcionamiento del

cooling system (ventilación forzada). La superficie de las ventanas laterales representa el 50% del área de las paredes laterales y el 12% de la superficie del invernadero.

- La malla de sombreado se recoge en otoño e invierno para captar la mayor cantidad posible de radiación, y se despliega, parcialmente en primavera, y totalmente en verano, para conseguir el efecto contrario; es decir, sombrear y reducir la temperatura de forma natural.

El mobiliario del invernadero está compuesto por dos mesas de cultivo, de hierro y fibrocemento, para colocación de macetas y realización de diferentes trabajos, con unas dimensiones de 1 m de altura, 2 m de anchura y 10 m de longitud; asimismo, posee 16 banquetas de cultivo, de acero galvanizado, destinadas a plantas ornamentales y leguminosas, de 0,7 m de altura, 0,68 m de anchura y 6,8 m de longitud (Figura 28).



Figura 28. Banquetas de cultivo de acero galvanizado.
(Fuente: elaboración propia).

En el invernadero trabaja un jardinero durante, aproximadamente, un tercio de su jornada laboral; su cometido consiste en cuidar las plantas, efectuar los tratamientos fitosanitarios y realizar labores de mantenimiento, de manera que existe gran heterogeneidad en el tipo de tareas realizadas, como es habitual en cualquier instalación invernada.

Por otra parte, en el invernadero se imparten clases prácticas de diferentes asignaturas, por lo que es frecuente encontrar grupos numerosos de personas en su interior durante el período lectivo.

4.3. Medidor de ambiente térmico para interiores

4.3.1. Características técnicas

Se utilizó un medidor de ambiente térmico marca Delta Ohm, modelo HD32.1 *Thermal Microclimate* para analizar las condiciones termohigrométricas en el invernadero de referencia. Se empleó su Programa Operativo A, específico para análisis microclimáticos, y el *software* DeltaLog 10, destinado a ambientes térmicos moderados. La Figura 29 muestra la ubicación del medidor en el interior del módulo izquierdo del invernadero. Se ha tratado de caracterizar el microclima del entorno de trabajo, de manera que se

pueda establecer si dicho ambiente es el más adecuado para el desempeño laboral profesional, sobre todo durante los meses de calor.

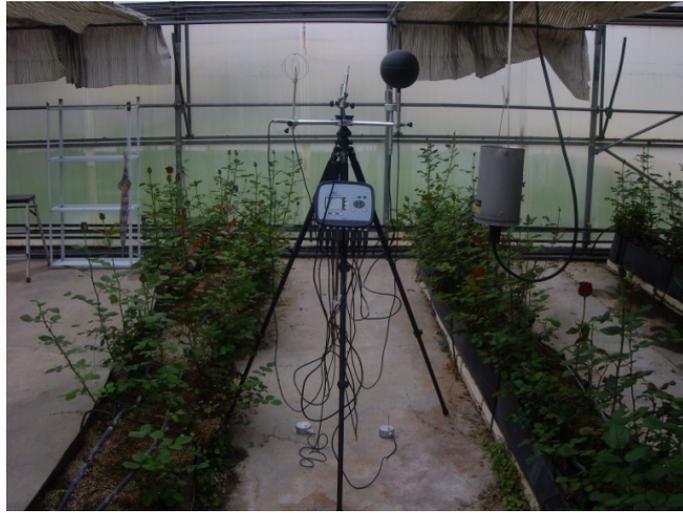


Figura 29. Disposición del medidor de ambiente térmico en el invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

Las magnitudes registradas fueron:

- Temperatura de termómetro de globo (T_g).
- Temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural y forzada (T_{nw}).
- Temperatura del aire (T_a).
- Presión atmosférica (P_a).
- Temperatura radiante (T_r).
- Humedad relativa (HR).
- Velocidad del aire (v_a).

Para llevar a cabo el presente estudio, se optó por aplicar el Índice WBGT en ausencia de radiación solar directa [695].

A la unidad central del medidor se conectaron las siguientes sondas:

- Sonda referencia TP3275 para la determinar la T_g , según Normas UNE [302] [1042]:
 - ✓ \varnothing del globo = 150 mm.
 - ✓ Sensor tipo Pt100.
 - ✓ Incertidumbre de medida: Clase 1/3 DIN.
 - ✓ Campo de medida: $-10 \div 100$ °C.
 - ✓ Conexión: 4 hilos + módulo SICRAM.
 - ✓ Conector: 8 polos hembra DIN 45326.
 - ✓ Tiempo de respuesta $T_{95} = 15$ minutos.
- Sonda referencia HP3217DM, provista de dos sensores, para las medidas de la T_{nw} con ventilación natural y la T_g , y que resultan necesarios para calcular el Índice WBGT:
 - ✓ Sensor tipo Pt100.

- ✓ Incertidumbre de medida: Clase A.
 - ✓ Campo de medida: $4\div 80$ °C.
 - ✓ Conexión: 7 hilos + módulo SICRAM de 2 entradas.
 - ✓ Conector: 8 polos hembra DIN 45326.
 - ✓ Longitud del forro de muselina = 16 mm.
 - ✓ Capacidad del depósito de agua destilada = 15 cm³.
 - ✓ Autonomía: 96 horas con HR = 50% y Ta = 23 °C.
 - ✓ T95 bulbo seco = 4 minutos.
 - ✓ T95 bulbo húmedo = 30 minutos.
- Sonda referencia TP3207TR o radiómetro para registrar los datos de temperatura radiante (Tr) en ausencia de radiación solar directa:
 - ✓ Sensor tipo piranómetro/NTC.
 - ✓ Incertidumbre de medida: NTC $\pm 0,15$. Sensibilidad espectral típica 10 μV ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$).
 - ✓ Campo de medida: $-10\div 100$ °C.
 - ✓ Conexión: 4 hilos + módulo SICRAM.
 - ✓ Conector: 8 polos hembra DIN 45326.
 - ✓ T95 medidor de irradiancia neta = 90 segundos.
 - ✓ T95 NTC = 20 minutos.
 - Sonda referencia AP3203 de hilo caliente omnidireccional para medir la va:
 - ✓ Sensor tipo NTC 10 kOhm.
 - ✓ Incertidumbre de medida: $\pm 0,02$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($0,05\div 1$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) y $0,1$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($1\div 5$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).
 - ✓ Campo de medida: $0,05\div 5$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $0\div 80$ °C.
 - ✓ Conexión: 7 hilos + módulo SICRAM.
 - ✓ Conector: 8 polos hembra DIN 45326.

La unidad central presenta un grado de protección IP64. En su interior se aloja un sensor que mide los valores de presión atmosférica con una precisión de $\pm 0,5$ hPa, resolución de 0,1 hPa y rango de medida en el intervalo de 600-1.100 hPa. Igualmente, el módulo central contiene un higrómetro, cuyo rango de medida es de 0-100%, resolución del 0,1% y exactitud de $\pm 0,1\%$.

El medidor funciona con 4 baterías de 1,5 V tipo C-BABY LR14. Las conexiones con las sondas se efectúan a través de sus 8 conectores. La memoria presenta una capacidad de 67.000 memorizaciones, de 8 entradas cada una; su intervalo de memorización oscila entre 15 segundos y 60 minutos (30 minutos en el presente estudio). La Fecha de Conformidad es de 13 de febrero de 2009.

4.3.2. Ventajas que aporta su uso

Se conoce por “microclima” a aquel conjunto de parámetros ambientales que influyen en los intercambios térmicos, en un espacio confinado, entre el individuo y su ambiente, y que determinan el denominado “bienestar térmico”. Los factores climáticos, unidos al tipo de actividad desempeñada, condicionan unas respuestas fisiológicas en el cuerpo del sujeto, asociadas a situaciones de bienestar (confort) o malestar térmico (incomodidad o disconfort). El organismo procura mantener el balance térmico en equilibrio, de forma que la temperatura corporal se mantenga en unos valores ideales.

El estudio del Índice WBGT requiere el conocimiento de la T_g y la T_{nw} . Determina el estrés térmico al que está sometido el trabajador en un ambiente caluroso; representa el valor, en relación al desgaste metabólico asociado a una particular actividad laboral, más allá del cual el sujeto es sometido a una situación de estrés térmico. Su valor, para interiores y, por tanto, sin radiación solar directa, es:

$$WBGT = 0,7 T_{nw} + 0,3 T_g \quad (\%) \quad \text{Ecuación 34. Valor del Índice WBGT}$$

El resultado se confronta con los valores descritos en la Norma UNE-EN 7243:2017 (Ratificada) [302], de manera que si se superan, sería necesario instaurar los mecanismos adecuados para atenuar o eliminar esa situación de estrés y proceder a la realización de un estudio más detallado que requeriría el análisis de la Clase de Tasa Metabólica, la Tasa Metabólica y los valores límite del índice para Sujetos Aclimatados y No Aclimatados al calor, la temperatura corporal y la presencia o ausencia de aire estancado. Para la medición del Índice WBGT se tomaron como referencia las normas UNE-EN ISO 7726:2002 [1042] y UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada) [302]. A pesar de ser el índice más utilizado para determinar el estrés térmico, su fiabilidad puede verse afectada en condiciones de muy elevada humedad relativa acompañada de pequeños movimientos de aire [301].

Por otra parte, el medidor permite deducir los índices PMV (*Predicted Mean Vote*) y PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*), ideados para ambientes moderados y descritos en la Norma UNE-EN ISO 7730:2006 [305]. Ambos definen el bienestar térmico. La sensación térmica está directamente relacionada con el balance de energía térmica sobre el cuerpo humano considerado en su conjunto. Este balance está influido por la actividad física, la indumentaria de trabajo y por los siguientes parámetros ambientales: T_a , T_r , v_a y HR. La valoración de estos índices incluye la medida de la superficie media del individuo (estimada en $1,8 \text{ m}^2$), la frecuencia de adquisición de datos (30 minutos), el estudio de la indumentaria del trabajador ($1,5 \text{ clo}$ para ropa interior + camisa + pantalón + calcetines + botas bajas), así como el hecho de considerar el posible sedentarismo de la actividad desempeñada.

Este medidor permite también el cálculo del Índice de Riesgo o Incomodidad por Corriente de Aire o DR (*Draught Rate*), definido como aquel enfriamiento local del cuerpo cuyo origen está en el movimiento del aire. Calcula el porcentaje de personas insatisfechas por este motivo, siempre que la temperatura del aire se encuentre en el intervalo de $20\text{-}26 \text{ }^\circ\text{C}$ y la velocidad del aire sea menor de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Finalmente, calcula el Índice de Enfriamiento por el Viento o WCI (*Wind Chill Index*), específico para ambientes fríos.

4.4. Microestación climática para exteriores

Para la medición de las variables atmosféricas exteriores se empleó una mini-estación climática, marca Spectrum Technologies, Inc., modelo WatchDog 1450 *Micro Station*. Sus principales características técnicas son:

- Capacidad de la memoria: 8.800 mediciones.
- *Software* utilizado: SpecWare 9, versión 9.02 Basic Programme.
- Sensor interno de T_a :
 - ✓ Rango de medida: $-40\div 85 \text{ }^\circ\text{C}$.

- ✓ Precisión: $\pm 0,6$ °C para $T_a = -20 \div 50$ °C.
- Sensor interno de HR:
 - ✓ Rango de medida: 0-100%.
 - ✓ Precisión: $\pm 3\%$ para $T_a = 25$ °C y HR = 10-90%; y $\pm 5\%$ fuera de ese intervalo de HR.
- Sonda externa: piranómetro de silicona para medir la radiación solar. Son sus características:
 - ✓ Rango de medida: 1-1.250 W·m⁻².
 - ✓ Precisión: $\pm 5\%$.
 - ✓ Longitud de onda: 300-1.000 nm.
- El intervalo de registro de datos fue programado a 30 minutos.
- La micro-estación funciona con una batería de 3 V, tipo CR 2450.

Este aparato, situado en la azotea de un edificio aldaño al invernadero y perteneciente también a la Escuela de Ingenierías Agrarias, registró valores de HR, T_a y radiación solar (RS); circunstancia que permitió comparar algunos datos de estas variables con los obtenidos con el medidor para interiores. Además, el programa operativo del aparato calculó el punto de rocío (DP) o temperatura a la que comienza a condensar el vapor de agua contenido en el aire. Su expresión matemática relaciona HR y T_a :

$$DP = 8 \sqrt{\frac{HR}{100}} \cdot (112 + (0,9 \cdot T_a)) + (0,1 \cdot T_a) - 112 \quad (\%) \quad \text{Ecuación 35. Punto de rocío}$$

4.5. Caracterización de suelos

La concentración de metales pesados en suelos agrícolas, especialmente en los de invernaderos debido a su carácter intensivo, constituye un creciente e insidioso factor de riesgo para los trabajadores y consumidores. A medida que un suelo cultivado envejece, la cantidad de metales pesados tiende a aumentar. Su procedencia es variada: aguas de riego, aguas subterráneas, fertilizantes y los propios cultivos [318] [319]. La peligrosidad de los metales pesados radica en su toxicidad y persistencia o efecto bioacumulativo, con capacidad para provocar cáncer en diferentes órganos [319] [320]. Los suelos intensamente cultivados en invernaderos, con numerosas entradas y salidas y, por consiguiente, muy influidos por la actividad antropogénica [324] [1043] poseen menor calidad, circunstancia que afecta a las propiedades cualitativas de la producción [320]. Sin embargo, existen acumulaciones naturales de metales pesados [319] [1044], siendo su distribución muy variable; así, en tierras abiertas, la presencia de metales pesados depende de la composición química del suelo [323], si bien con las prácticas culturales habituales estos niveles se ven incrementados. Con el tiempo, el suelo se acidifica severamente, afectando a su calidad y a la del ambiente en general [325]. Los metales pesados normalmente penetran en el organismo por vía oral.

Para estudiar la presencia de metales pesados en sustratos y suelos de invernadero fue preciso tomar muestras de los mismos. En el caso del sustrato la muestra fue extraída en cinco puntos de la zona de cultivos en suelo (para plantas ornamentales y fresas) del invernadero de la Escuela de Ingenierías Agrarias; por lo que respecta al suelo (arenoso), se recogieron las muestras en un invernadero de 4.000 m² que forma parte de un complejo comercial de 47.000 m², dedicado a plantas hortícolas (pepino, pimiento y tomate), situado en el término municipal de Montijo (Badajoz). En las Figuras 30 y 31 se muestran, esquemáticamente, los puntos de recogida de muestras de sustrato y suelo, respectivamente.

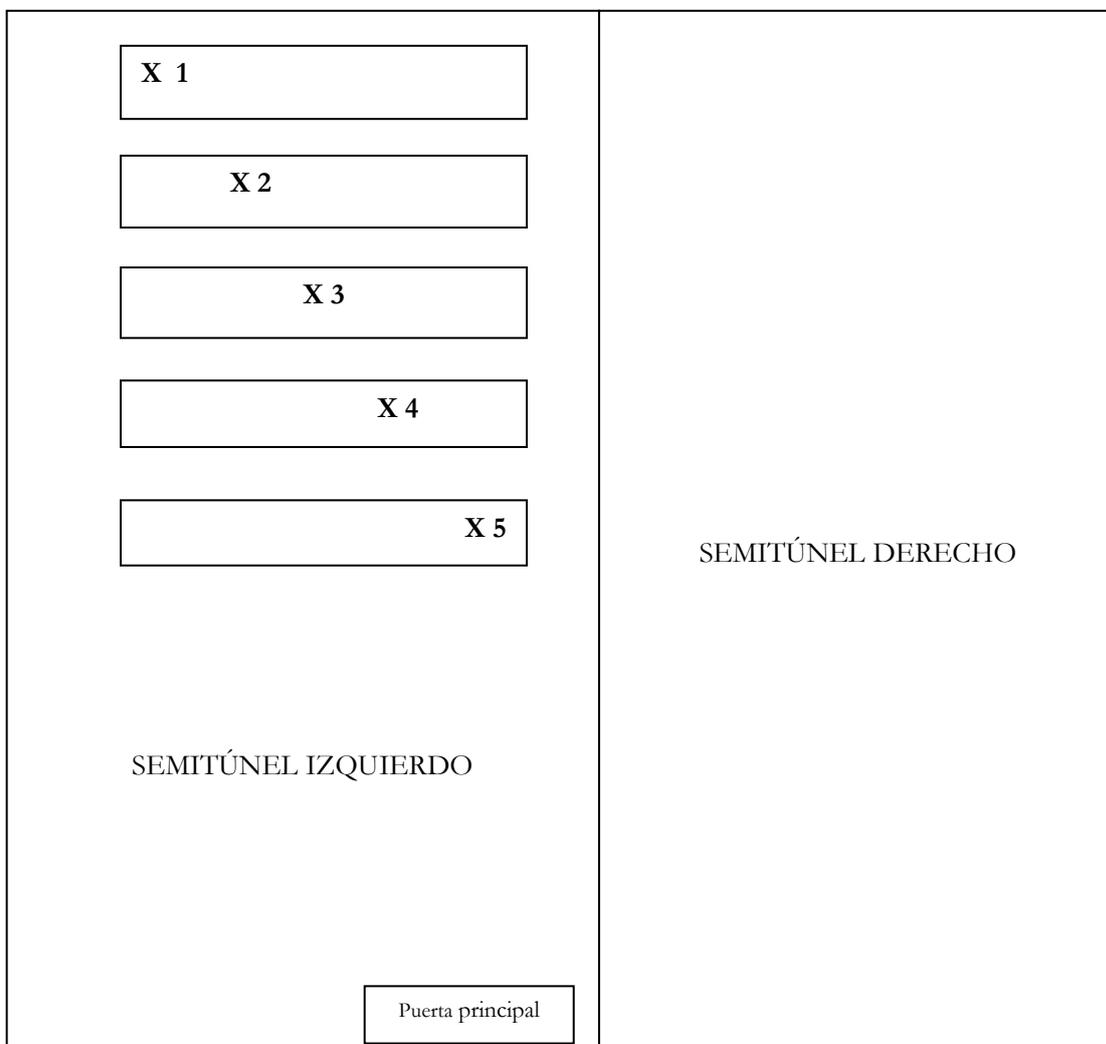


Figura 30. Representación esquemática de la zona de toma de muestras de sustrato en el invernadero de la E. I. Agrarias (Badajoz).
(Fuente: elaboración propia).

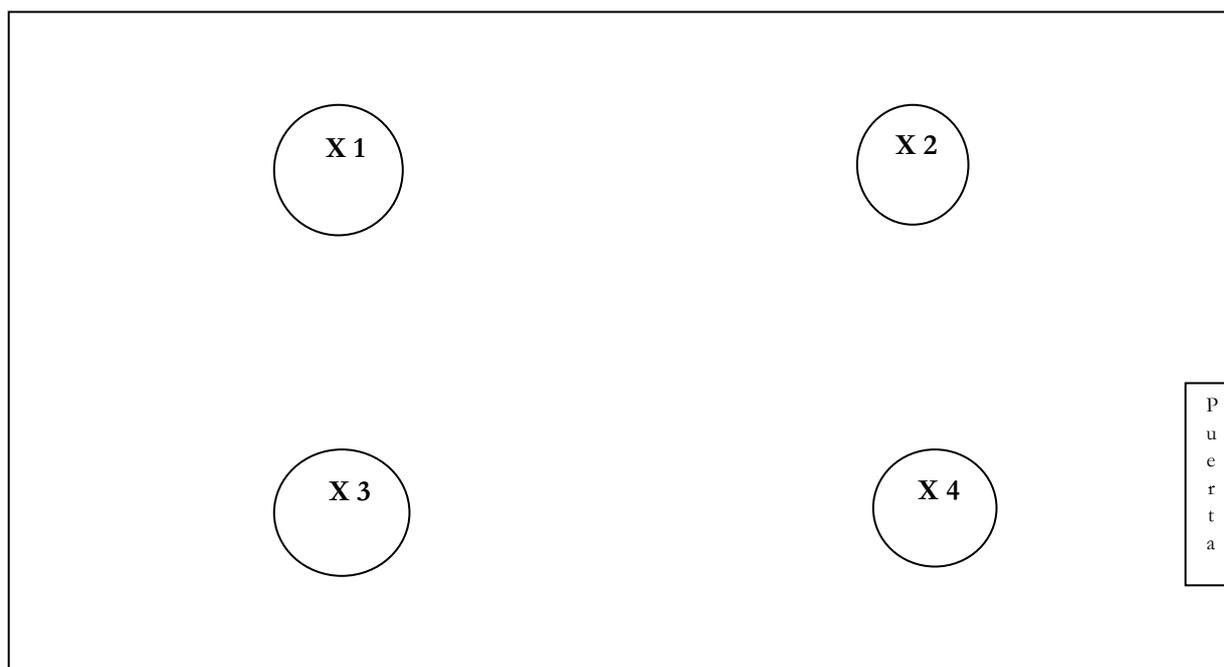


Figura 31. Representación esquemática de la zona de toma de muestras de suelo en un invernadero comercial de Montijo (Badajoz).
(Fuente: elaboración propia).

Se analizaron los niveles de los siguientes metales pesados: cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc. Las muestras fueron tomadas en un rango de profundidad de 0-20 cm y depositadas en vasos de precipitado estériles de polipropileno con tapa hermética; una vez en el laboratorio, fueron cribadas a través de un tamiz con una luz de 2 mm y secadas en estufa a 60 °C hasta pesada constante. De cada una de estas muestras se tomó una pequeña porción para su posterior análisis. La preparación de las diferentes muestras se realizó en el Laboratorio de Producción Vegetal de la Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz), de la Universidad de Extremadura.

Para realizar el análisis de las muestras de sustrato y suelo se empleó un espectrómetro de plasma de acoplamiento inductivo y de emisión óptica de alta estabilidad y resolución (ICP-OES), marca Thermo Fisher Scientific Inc., modelo iCAP 6500 versión DUO, dotado de una bomba peristáltica de 12 rodillos, 4 canales y un sensor único de drenaje, potencia de 1.350 W, fuente de alimentación de 27,1 MHz, velocidad de hasta 125 rpm y rango de longitudes de onda entre 166 y 847 nm [1045]. Para llevar a cabo este análisis se recurrió a un laboratorio especializado, como el Servicio de Ionómica, perteneciente al Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Espinardo (Murcia) [1046].

4.6. Visor SIGPAC Versión 2.3

El Sistema de Información Geográfica (SIG) constituye la herramienta perfecta para integrar y relacionar diferentes elementos, como *hardware*, *software*, procesos y usuarios, de manera que permite el

almacenamiento, integración, manipulación, análisis y modelización de ingentes cantidades de datos vinculados a una referencia espacial.

En el ámbito agrario, el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) es el instrumento específico dedicado al control de las ayudas agrícolas de la Política Agraria Común (PAC). En el año 2000, la Unión Europea obligó a sus miembros, mediante el Reglamento (CE) n° 1593/2000 [1047] (derogado por el Reglamento (CEE) n° 1782/2003 [1048]) a instaurar un Sistema Geográfico Digital de Identificación de Parcelas Agrícolas, empleando para ello técnicas informáticas de información geográfica; asimismo, recomendaba la utilización de ortoimágenes aéreas. El uso de esta herramienta es obligatorio en Extremadura desde el 30 de enero de 2005 [1049] para la gestión de las ayudas comunitarias, siendo la base identificativa de cualquier tipo de ayuda relacionada con la superficie [1039]. Fue concebido inicialmente con el propósito de ayudar a los agricultores en la presentación de solicitudes con soporte gráfico y para facilitar los controles administrativos; en la actualidad, además de esta función, ha integrado información medioambiental, como la Red Ecológica Europea Natura 2000 [1050]. El visor dispone de soporte gráfico del terreno y de las parcelas y recintos con usos o aprovechamientos agrarios definidos. Integra los siguientes elementos de información:

- Imágenes: hasta 11 niveles de *zoom*, con sus escalas correspondientes, desde 1/2.000.000 hasta ortofotos.
- Información geográfica del lugar seleccionado: longitud, latitud, huso UTM y coordenadas "x" e "y".
- Medición de longitudes y cálculo de superficies.
- Realización de búsquedas utilizando diferentes criterios: Búsqueda Directa, Progresiva y por Coordenadas.
- Impresión de imágenes.
- Elaboración de croquis.
- Configuración de hasta 13 capas vectoriales, como parcelas, recintos, elementos del paisaje, etc.

En este trabajo, el visor fue utilizado para realizar barridos de cada término municipal, a fin de encontrar instalaciones con cubiertas plásticas o de vidrio.

4.7. IBM SPSS® Statistics Base Versión 22.0 para Windows

El paquete estadístico SPSS® 22.0 [1051] constituye una poderosa plataforma de *software* estadístico consistente en un sistema global para el análisis de datos que permite generar informes, gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, estadísticos descriptivos y análisis estadísticos complejos. Son sus principales herramientas:

- Editor de datos tipo hoja de cálculo para introducir, modificar y ver archivos de datos.
- Procedimientos estadísticos, como pruebas t, análisis de varianza y tablas de contingencia.
- Gráficos interactivos que permiten cambiar o añadir elementos dinámicamente.
- Gráficos de alta resolución.
- Informes tabulares.

Este programa ha sido utilizado para analizar la fiabilidad y validez de la encuesta y tratar estadísticamente los resultados obtenidos de la misma: 103 preguntas x 257 cuestionarios = 26.471 datos

reales, sin contar los derivados de sub-preguntas y de ítems con varias opciones no excluyentes. Una vez ordenados todos los datos, el programa SPSS® se empleó para analizar estadísticamente los siguientes parámetros:

- Estadísticos descriptivos:
 - ✓ Distribución de frecuencias y porcentajes de cada ítem.
 - ✓ Valores percentiles.
 - ✓ Medidas de tendencia central.
 - ✓ Medidas de dispersión (detectan las circunstancias extremas, mediante la determinación de los valores Máximo y Mínimo).
 - ✓ Medidas de distribución.
 - ✓ Tablas de contingencia.
- Correlación y regresión entre los parámetros analizados para hallar sus principales relaciones e influencias.

Capítulo 5. Resultados y discusión I (ambiente térmico y metales pesados)

5.1. Resultados del estudio del ambiente térmico

5.1.1. Consideraciones previas

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del análisis de las condiciones termohigrométricas, tanto del ambiente interior del invernadero de referencia, como del exterior, de las mediciones recogidas por el medidor instalado en la azotea del edificio colindante al invernadero, todos ellos en el recinto de la Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz), de la Universidad de Extremadura. El tratamiento estadístico de estos datos permitirá analizar las posibles consecuencias de las condiciones ambientales de trabajo en la salud y seguridad de los trabajadores, al poder extrapolar estos resultados a otras instalaciones invernadas situadas en áreas climáticas similares a la de la ciudad de Badajoz. Por tanto, las mediciones efectuadas facilitarán el análisis de las condiciones de confort y estrés térmico, así como la elaboración de determinadas conclusiones que permitan detectar posibles inadecuaciones.

El trabajo propio de invernadero durante períodos estivales o en momentos de elevadas temperaturas exteriores puede originar situaciones de incomodidad e, incluso, alteraciones en la seguridad y en la salud de los trabajadores. A la alta temperatura del aire interior hay que sumar otras variables, como una humedad generalmente elevada (es la idiosincrasia de una instalación invernada), la habitualmente escasa velocidad del aire, sobre todo en días de calma en invernaderos poco tecnificados que únicamente disponen de ventilación natural, y el esfuerzo físico propio de la actividad agrícola agravado por esas condiciones de trabajo inherentes a un recinto semiconfinado.

Ante un exceso de temperatura en los meses estivales, el ambiente interior del invernadero puede transformarse en un medio hostil para los trabajadores, cuyos principales efectos perjudiciales son el incremento de la probabilidad de materialización de accidentes de trabajo, el agravamiento de dolencias crónicas y la aparición de algún cuadro agudo derivado de la incapacidad de los mecanismos de termorregulación interna de afrontar con éxito una situación de estrés térmico, pudiendo producirse el temido golpe de calor. El primer síntoma de este exceso de calor suele ser una sensación de incomodidad o malestar que afecta negativamente y de forma inmediata al rendimiento laboral del afectado.

5.1.2. Caracterización climática

5.1.2.1. Caracterización climática de la zona de registro de datos

El registro de los datos climáticos se ha llevado a cabo en las instalaciones de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, a 38° 53' 47,17" N y 6° 58' 08,21" O, en el término municipal de Badajoz, en una zona llana con un ligero declive en el sentido longitudinal del invernadero, situado a 175 m sobre el nivel del mar.

El clima de la zona es Mediterráneo Subtropical, con verano tipo Algodón Cálido (verano suficientemente largo y caluroso como para cultivar algodón) e invierno tipo Citrus (invierno suficientemente suave como para cultivar cítricos, pero no libre de heladas), atendiendo a la clasificación

agroclimática de Papadakis [1052], cuyas especificaciones se recogen en la Tabla 48. La precipitación anual media en el período 1971-2000 en la Estación Meteorológica de la Base Aérea de Talavera la Real, a 19 km de Badajoz, fue de 463 mm, con una temperatura anual media de 16,6 °C, temperatura máxima absoluta de 44,4 °C y 20 días al año con temperaturas ≤ 0 °C [1] [5].

Tabla 48. Clasificación agroclimática de Papadakis aplicada al clima de la ciudad de Badajoz [1052].

Variables climáticas	Verano tipo Algodón	Invierno tipo Citrus
Meses libres heladas	> 4,5 meses	
Media de T_{media} de las $T_{máximas}$ 6 meses más cálidos	> 21 °C	
$T_{máxima}$	> 33,5 °C	
$T_{mínima}$	> 20 °C	
Media de $T_{mínimas}$ absolutas mes más frío		-2,5/+7 °C
Media de $T_{máximas}$ mes más frío		10/21 °C

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Papadakis [1052]).

Las principales variables climáticas con influencia en el ambiente interior de los invernaderos (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar y velocidad del viento) y que definen el clima de la zona de registro de datos, en 2016, se muestran agrupadas en la Tabla 49.

Tabla 49. Definición del clima de la zona del registro de datos en función de los recogidos en la Estación Meteorológica de la Base Aérea de Talavera la Real (Badajoz) en 2016 [5].

Variables climáticas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$T_{mínima}$ (°C)	0,7	-0,1	0,2	3,7	8,0	11,9	15,4	15,2	11,0	8,3	2,6	-1,0
$T_{máxima}$ (°C)	15,5	15,9	17,9	20,9	24,2	32,6	37,7	37,5	33,2	26,1	17,8	15,6
T_{media} mínimas (°C)	5,4	6,6	7,7	9,2	11,9	16,2	19,6	19,1	15,9	13,0	7,0	4,6
T_{media} máximas (°C)	10,4	11,5	14,4	14,5	16,1	24,4	30,7	33,3	24,8	18,5	12,9	10,0
T_{media} (°C)	9,4	11,3	11,8	15,1	18,1	24,4	28,7	28,3	24,6	19,6	12,5	10,1
HR _{media} (%)	84	77	72	71	69	56	51	44	44	61	76	84
P atm _{media} (hPa)	1.001	999	995	991	992	994	993	994	995	993	994	1.002
P atm _{máx} absol (hPa)	1.014	1.012	1.007	1.000	1.002	1.004	998	998	1.002	1.004	1.005	1.015
Rad sol _{máx} (W·m ⁻²)	330	530	730	820	830	1.310	1.280	1.250	1.050	711	560	520
Nº días/mes va ≥ 55 km/h	4	8	3	3	1	1	0	0	0	1	0	0

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de AEMET [5]).

5.1.2.2. Caracterización climática de Extremadura

La Comunidad Autónoma de Extremadura está situada en la zona suroeste de España, fronteriza al norte con Castilla y León, al este con Castilla-La Mancha, al sur con Andalucía y al oeste con Portugal. Tiene una superficie de 41.634 km² repartidos en dos provincias: Badajoz (21.766) y Cáceres (19.868). La mayor parte de su extensión (86,9%) se dispone en una altitud entre 201-600 m (Tabla 50) [1053].

La región se encuentra atravesada por dos importantes cuencas hidrográficas: la del Tajo en Cáceres y la del Guadiana en Badajoz, caracterizadas por sus niveles dependientes de una escasa e irregular pluviometría (400-600 mm anuales); por tanto, con caudales mínimos en verano (julio) y picos máximos en invierno-primavera (febrero, marzo, abril) y otoño (octubre, noviembre).

Tabla 50. Distribución de la superficie de Extremadura en función de la altitud [1053].

Territorio	Hasta 200 m (%)	201-600 m (%)	601-1.000 m (%)	1.001-2.000 (%)
Cáceres	0,1	85,7	10,7	3,5
Badajoz	5,1*	87,9	7,0	0,0
Extremadura	2,7	86,9	8,8	1,7
* Situación altimétrica y geográfica de la zona de registro de datos.				

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE [1053]).

El clima de Extremadura es de tipo Mediterráneo, suavizado por la proximidad al mar y continentalizado por la influencia de la orografía, sobre todo en las sierras del norte de Cáceres (Extremadura húmeda).

Los veranos son muy calurosos (Figura 32), con temperaturas máximas absolutas superiores a 40-43 °C en muchas zonas de la región, mientras que en la Sierra de Gata, La Vera y el Valle del Jerte las máximas anuales se suelen mantener por debajo de 37 °C. Las medias de las temperaturas máximas muestran idénticas oscilaciones entre el norte y el sur; así, si en las sierras del Sistema Central fluctúan entre 25-26 °C, a medida que se desciende en latitud alcanzan los 30 °C en amplias áreas de ambas provincias, con núcleos de 31 °C al oeste de Las Vegas de Coria (CC).

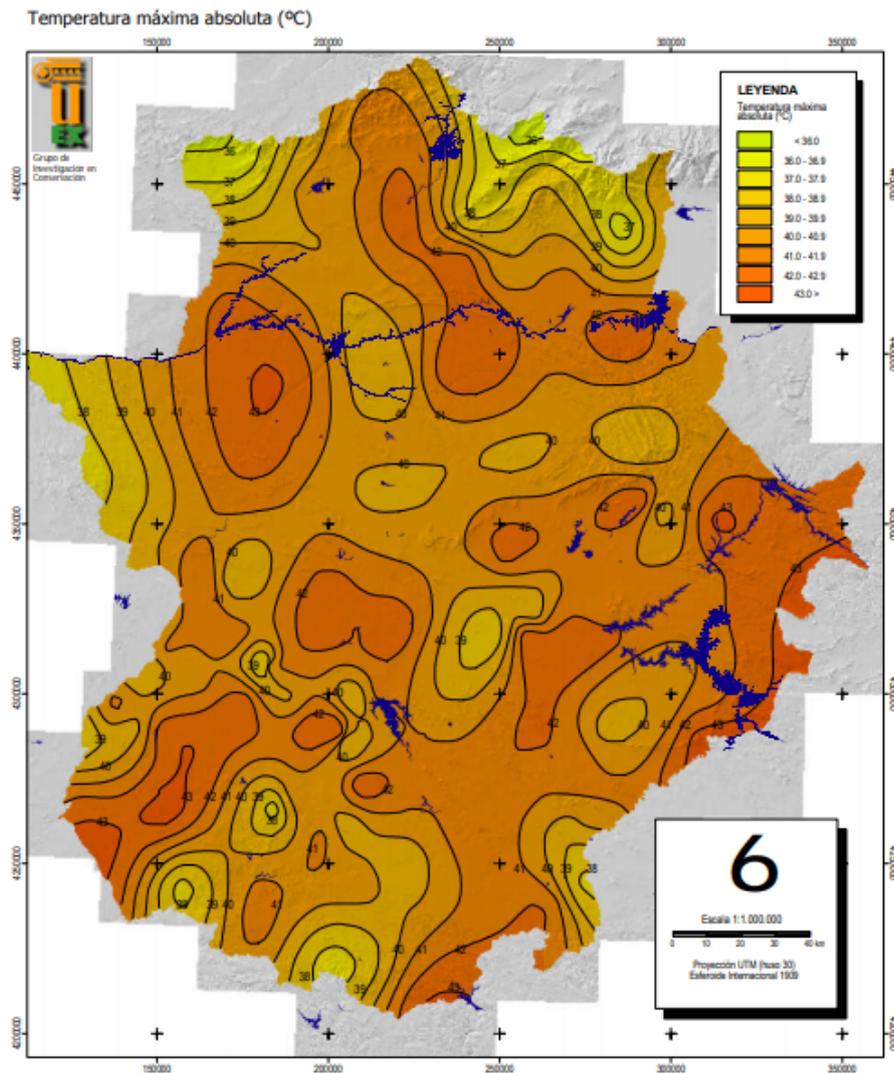


Figura 32. Temperaturas máximas absolutas de Extremadura en el año 2000 [1054].

Con respecto a las temperaturas mínimas absolutas (Figura 33) siguen, asimismo, una clara distribución norte-sur, fluctuando entre los -6 °C en las sierras del Sistema Central y en puntos de Las Villuercas (CC), los -5 a 0 °C en casi toda la provincia cacereña, hasta los 1 a 4 °C en la zona oriental de La Serena (BA) y en áreas de los Llanos de Olivenza (BA).

Las medias de las temperaturas mínimas alcanzan los 7 °C en Las Hurdes (CC) y en puntos de la Sierra de Altamira (CC), muy cerca ya de la provincia de Toledo; 8 a 10 °C en el resto de las sierras del Sistema Central y 11-12 °C en amplias áreas de ambas provincias. Los ríos Tajo y Guadiana atemperan la crudeza invernal, sobre todo en las vegas badajocenses, donde se observan varios núcleos con 13 °C.

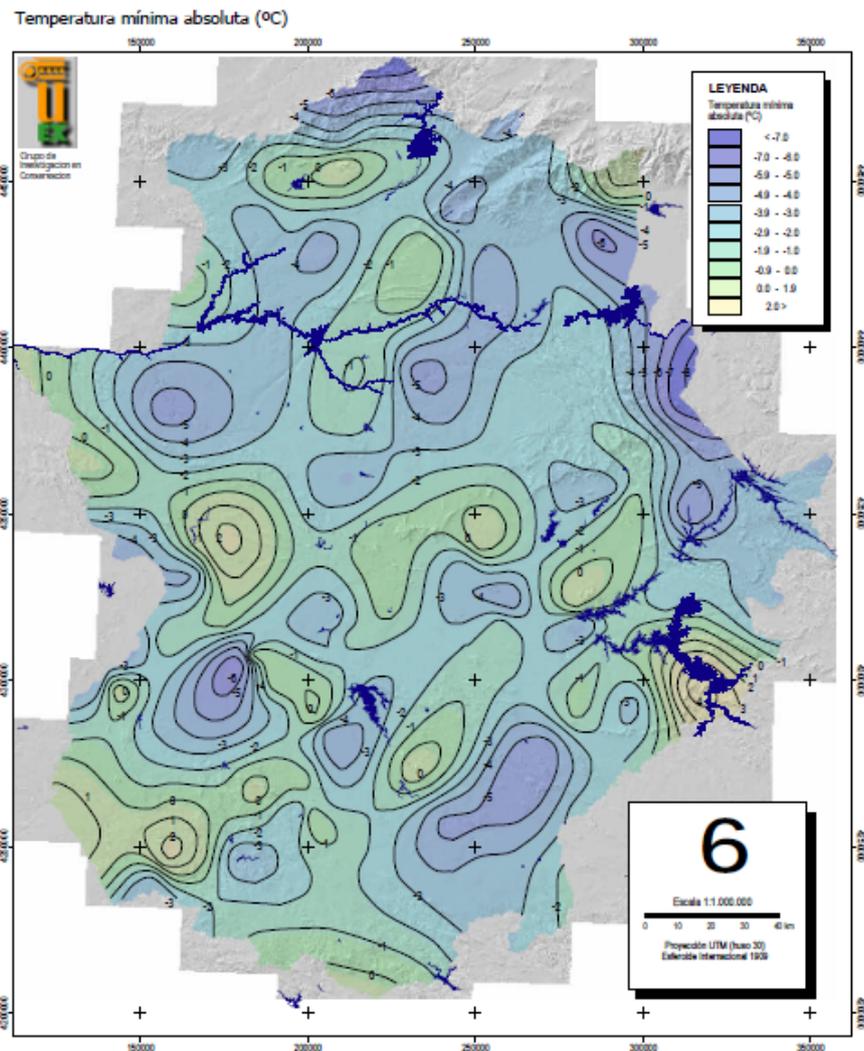


Figura 33. Temperaturas mínimas absolutas de Extremadura en el año 2000 [1054].

Finalmente, el régimen de precipitaciones presenta enormes diferencias entre la franja norte y el resto de la comunidad autónoma (Figura 34). En las sierras del Sistema Central se recogen, anualmente, entre 1.000-1.600 l/m² (Extremadura húmeda); en amplias zonas del norte y centro de Cáceres entre 600-900 l/m² y en la mayor parte de la provincia de Badajoz el régimen se sitúa entre 400-500 l/m² (Extremadura seca), con déficit crónico de precipitaciones; por último, en el trayecto hacia Andalucía, el agua recogida vuelve a subir gradualmente hasta los 900 l/m² en las estribaciones de Sierra Morena.

Con respecto al número de días de lluvia al año, persiste la desigualdad norte-sur; así, en la Sierra de Los Tormantos (Gredos) se observan valores de 100-130, 110 en áreas de La Serena (BA), 60-90 en la mayor parte de la región y 30-50 días de lluvia al año en puntos de los Llanos de Olivenza.

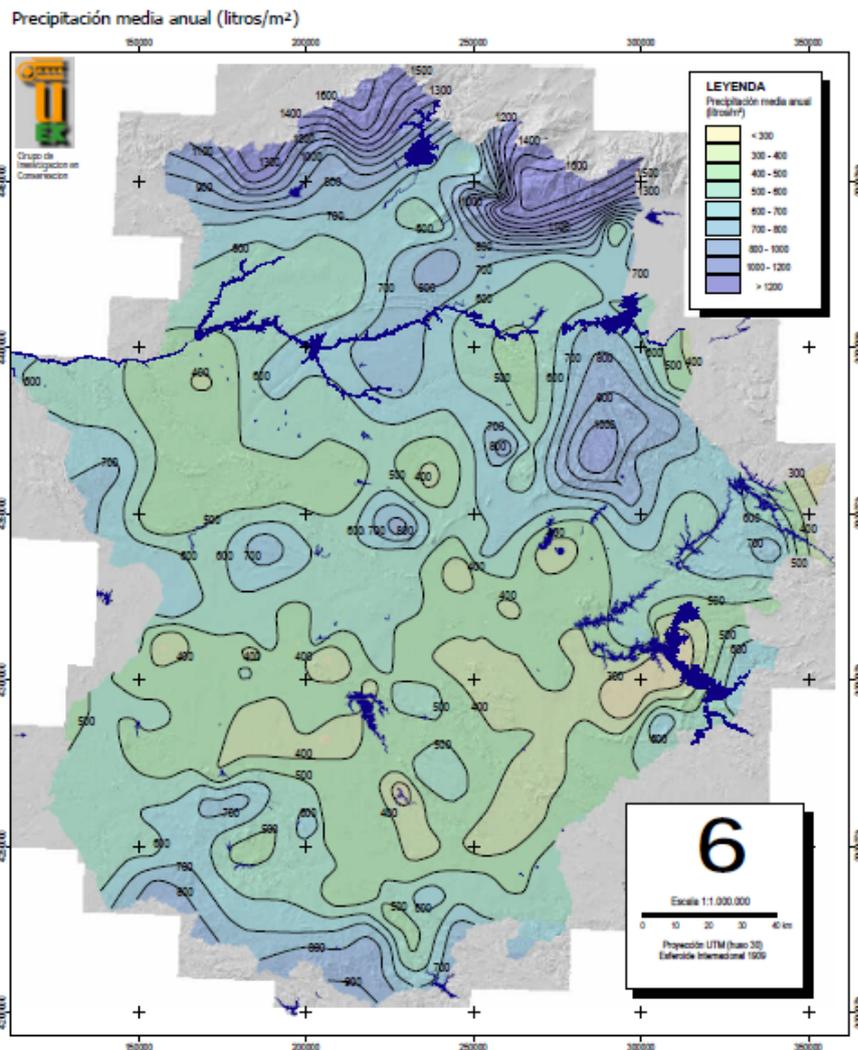


Figura 34. Precipitación media anual en Extremadura en el año 2000 [1054].

5.1.3. Selección de parámetros climáticos

Las variables climáticas interiores analizadas en el presente trabajo son la temperatura del aire (T_a), la temperatura radiante media (T_{rm}), la velocidad del aire (v_a), la presión atmosférica (P_a) y la humedad relativa (HR). Existen también otras variables que influyen en la sensación de confort o desconfort que percibe el trabajador, como la vestimenta utilizada ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{W}^{-1}$), el calor metabólico ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), el estado de aclimatación del individuo y el grado de esfuerzo aplicado en la tarea.

Durante los períodos de calor, la vestimenta o ropa de trabajo debe estar confeccionada con tejidos naturales y ser de color claro. La aclimatación al calor (o al frío) consiste en una exposición lenta (dos semanas aproximadamente) y progresiva a unas condiciones ambientales hostiles. Este proceso ayuda al organismo a entrenar y poner a punto sus mecanismos de termorregulación interna, a fin de que dicha exposición no afecte al estado de salud. Así, el trabajador no aclimatado debe incorporarse a la actividad laboral, ante esas condiciones de trabajo, de forma gradual o realizando breves y frecuentes pausas fuera del invernadero.

Los datos generales y las variables ambientales registrados por el medidor de ambiente térmico interior son:

- Fecha y hora de cada registro (cada 30 minutos).
- Humedad relativa (HR).
- Presión atmosférica (Pa).
- Temperatura del aire (Ta).
- Temperatura de bulbo húmedo natural (Tbh).
- Temperatura de globo (Tg).
- Velocidad del aire (va).

El Programa Operativo A del aparato calcula, a partir de los registros anteriores, el resto de parámetros utilizados en este trabajo:

- Temperatura radiante media (Trm).
- Índice de Voto Medio Estimado (PMV) [304] [305].
- Índice de Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD o PPI) [305].
- Índice WBGT, para el estudio del confort y del estrés térmico [301] [302] [303].

Para analizar el grado de confort se emplean herramientas como el Índice PMV, a partir del cual, y con la ayuda de la Escala de Fanger [304] (Tabla 51), es posible calcular el Índice PPD. Las personas insatisfechas con el ambiente térmico de su trabajo obtienen puntuaciones de +2 y +3 por exceso de calor y -2 y -3 por exceso de frío, en la Escala de Fanger. Puede parecer paradójico el caso de que, aunque el Índice PMV sea cero, valor que representa la existencia de unas condiciones ambientales óptimas, el Índice PPD sea del 5% y no menor. Se justifica esta circunstancia por la existencia de un fuerte componente subjetivo individual que habrá de tenerse siempre en cuenta. Es aconsejable que el Índice PPD no supere el 10%, pues este porcentaje es considerado como el valor límite a partir del cual deben implementarse acciones correctivas que reviertan esa situación de disconfort térmico.

Tabla 51. Escala de Fanger [304].

Puntuación	Sensación térmica
+3	Mucho calor
+2	Bastante calor
+1	Algo de calor
0	Neutra
-1	Algo de frío
-2	Bastante frío
-3	Mucho frío

(Fuente: elaboración propia con información procedente de Fanger [304]).

El Índice PMV debe mantenerse en el rango $-0,5 < PMV < +0,5$ [305]. Si, además, el Índice PPD es $< 10\%$, se corrobora que el ambiente térmico es confortable para, al menos, el 90% de los trabajadores expuestos.

El Índice PPD se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{(-0.03353 \cdot PMV - 0.2179 \cdot PMV^2)} \quad (\%) \quad \text{Ecuación 36. Cálculo del Índice PPD}$$

Es aconsejable utilizar el Índice PPD en las siguientes circunstancias:

- $PMV = \pm 2$.
- Actividad metabólica = 46-232 $W \cdot m^{-2}$.
- Aislamiento térmico de la vestimenta = 0-2 clo.
- Presión parcial de vapor de agua = 0-2.700 Pa.
- $T_a = 10-30$ °C.
- $T_{rm} = 10-40$ °C.
- $V_a = 0-1$ $m \cdot s^{-1}$.

Si estos parámetros están fuera del rango establecido, se puede confirmar la existencia de una situación de discomfort. Los índices PMV y PPD poseen, pues, la capacidad de predecir la sensación térmica corporal percibida. Al aplicar la Escala de Fanger se obtienen las calificaciones, agrupadas en nueve clases para el Índice PMV (Tabla 52).

Tabla 52. Escala de puntuaciones del Índice PMV como resultado de la aplicación de la Escala de Fanger.

Nº Clase	Puntuación PMV	Relación sensación térmica Escala Fanger y PMV
1	+4	> Mucho calor (PMV > +3)
2	+3	Entre Mucho calor-Bastante calor (+3 > PMV > +2)
3	+2	Entre Bastante calor-Algo de calor (+2 > PMV > +1)
4	+1	Entre Algo de calor-Neutra (+1 > PMV > +0,5)
5	0	Entre Algo de calor-Neutra-Algo de frío (+0,5 > PMV > -0,5)
6	-1	Entre Neutra-Algo de frío (-0,5 > PMV > -1)
7	-2	Entre Algo de frío-Bastante frío (-1 > PMV > -2)
8	-3	Entre Bastante frío-Mucho frío (-2 > PMV > -3)
9	-4	> Mucho frío (PMV < -3)

(Fuente: elaboración propia).

En el trabajo propio de invernadero el consumo metabólico debe ser estimado como moderado o elevado; en ningún caso ligero o muy intenso, y este valor será considerado como una constante a lo largo del estudio. El metabolismo basal varía en relación inversa a la edad y oscila entre 40-50 $W \cdot m^{-2}$ en hombres y 37-46 en mujeres. A este hay que añadir el gasto metabólico generado como consecuencia de los siguientes escenarios [1055]:

- Postura de trabajo: al metabolismo basal hay que añadir 20 W·m⁻² si se trabaja arrodillado o agachado, 25 si el trabajador permanece de pie y 30 si la postura dominante es de pie con el cuerpo inclinado.
- Tipo de actividad: un trabajo de dureza media con las manos añade al metabolismo basal 30 W·m⁻², 55 si la tarea supone un esfuerzo de grado medio con los brazos, 85 si es con ambos brazos y 190 ó 280 W·m⁻² si en la postura de trabajo predomina la acción de los músculos del tronco en tareas de dureza media e intensa, respectivamente.
- Tipo de trabajo: caminar a una velocidad de 2-5 km·h⁻¹ añade al metabolismo basal 110 W·m⁻²; si, además, el trabajador lleva una mochila de 10 kg a la espalda para, por ejemplo, aplicar el tratamiento fitosanitario, el gasto es de 125 W·m⁻², 185 si la mochila pesa 30 kg.

En definitiva, el metabolismo energético medio de un trabajador de invernadero oscila entre 165 y 230 W·m⁻².

El Índice WBGT simboliza la carga neta de calor a la que se encuentran expuestos los trabajadores. Su valor deriva de la combinación de las condiciones ambientales existentes en el lugar de trabajo, la actividad física desarrollada, el tipo de vestimenta o ropa de trabajo y el estado de aclimatación del trabajador.

Como se expuso en el Capítulo 3, Tabla 39, es posible relacionar el tipo de metabolismo del sujeto con la actividad desarrollada, el movimiento de aire sensible o no sensible y los valores máximos de WBGT para personas aclimatadas y no aclimatadas que, por tanto, no deben ser superados. Por otra parte, existe un factor de corrección en función de la vestimenta de trabajo, aunque el valor correspondiente a la ropa de verano (0,6 clo) no presenta factor de corrección a no ser que se emplee vestimenta propia de otra estación o trajes especiales, como los utilizados para los tratamientos fitosanitarios [302].

Para determinar la fracción de descanso por hora de trabajo se recurre al cálculo del Factor K, cuya expresión es:

$$K = \frac{\Delta WBGT_{descanso}}{\Delta WBGT_{trabajo} + \Delta WBGT_{descanso}} \quad \text{Ecuación 37. Cálculo del factor K (WBGT)}$$

Para calcular el $\Delta WBGT_{descanso}$ y el $\Delta WBGT_{trabajo}$ hay que considerar sus respectivos valores límite.

Si se quiere evaluar el estrés térmico por frío, es preciso utilizar, principalmente, alguno de los dos parámetros ya estudiados en el Capítulo 3, epígrafe 3.2.5.1.1 (Evaluación del ambiente térmico): el Índice de Aislamiento Requerido de la Ropa (IREQ) [308] o el *Wind Chill Index* (WCI) [307]. En el presente estudio se empleará este último.

Con respecto al medidor del ambiente exterior, las variables registradas son:

- Fecha y hora de cada registro (cada 30 minutos).
- Radiación solar.
- Temperatura del aire (Ta).
- Humedad relativa (HR).

A partir de estos datos, el aparato calcula el punto de rocío (DP) o temperatura a la que empieza a condensar el vapor de agua retenido en el aire.

El estudio de las relaciones entre los parámetros interiores y exteriores y la posible influencia de estos sobre aquellos se realiza mediante dos análisis de correlaciones: el primero de ellos entre las variables medidas en el interior del invernadero, y el segundo entre las variables interiores y exteriores. De esta manera se manifiestan los factores más influyentes en los resultados indeseados, en los que, por consiguiente y a consecuencia de ellos, se deben implementar las correcciones necesarias, siempre que sea posible. El programa estadístico, mediante el cálculo del Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson, revela la situación relativa de estos sucesos respecto a dos variables. Formula el grado de relación existente entre estas variables (Tabla 53), que varía entre +1 y -1; así, un valor de:

- $r = 0$ indica que no existe relación entre las variables.
- $r = +1$ revela que existe correlación perfecta positiva; es decir, al aumentar una, lo hace también la otra.
- $r = -1$ muestra una correlación perfecta negativa; es decir, al aumentar una, disminuye la otra.

Tabla 53. Significado del valor del Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson.

Valor de r	Interpretación de la correlación
1	Perfecta positiva
$0,8 < r < 1$	Muy alta positiva
$0,6 < r < 0,8$	Alta positiva
$0,4 < r < 0,6$	Moderada positiva
$0,2 < r < 0,4$	Baja positiva
$0 < r < 0,2$	Muy baja positiva
0	Nula
$0 > r > -0,2$	Muy baja negativa
$-0,2 > r > -0,4$	Baja negativa
$-0,4 > r > -0,6$	Moderada negativa
$-0,6 > r > -0,8$	Alta negativa
$-0,8 > r > -1$	Muy alta negativa
-1	Perfecta negativa

(Fuente: elaboración propia).

El Anexo III del R.D. 486/1997 [1056] establece cuáles deben ser las condiciones ambientales de los lugares de trabajo, que en ningún momento deben suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, ni constituir una fuente de incomodidad y molestia. Hace mención específica a las condiciones de temperatura, humedad, olores desagradables, corrientes de aire, cambios bruscos de temperatura, irradiación y radiación solar. El invernadero es un recinto o lugar de trabajo semicerrado, en función de si se desean conservar las condiciones climáticas interiores o si se requiere ventilar para

corregir alguna de ellas. Siguiendo dicho Anexo III, tanto si la instalación invernada está cerrada o abierta, los trabajadores no deben estar expuestos a condiciones climáticas que excedan los límites recogidos en la Tabla 54. Los valores obtenidos procedentes de las mediciones efectuadas en el invernadero se habrán de cotejar con los del Anexo III. Una vez realizada esa comparación, se detectarán valores fuera del rango del Anexo, bien por debajo de los límites recogidos en la Tabla 54, como la temperatura durante los meses de enero y marzo ($< 14\text{ }^{\circ}\text{C}$), bien superando dichos valores límite, como la temperatura interior en los meses de julio y septiembre ($> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Tabla 54. Condiciones ambientales límite de los trabajos en invernaderos considerados como lugares de trabajo atendiendo a lo establecido en el Anexo III del R.D. 486/1997 [1056].

VARIABLES CLIMÁTICAS	INVERNADERO COMO LUGAR DE TRABAJO CERRADO (TRABAJO LIGERO)	ACCIONES SI SE SUPERAN LOS VALORES LÍMITE
Temperatura del aire (Ta)	14-25 °C	Tomar medidas para que los trabajadores se protejan en la medida de lo posible
Humedad relativa (HR)	30-70%	Tomar medidas para que los trabajadores se protejan en la medida de lo posible
Velocidad del aire (va)	0,75 m·s ⁻¹ (*)	Tomar medidas para que los trabajadores se protejan en la medida de lo posible
(*) Este límite no se aplica a corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones prolongadas al calor.		

(Fuente: elaboración propia con información procedente del R.D. 486/1997 [1056]).

Del período total registrado se toman los meses más representativos, ya que durante largos períodos del año el confort de los trabajadores no se ve gravemente amenazado. En cuanto a la duración de la jornada de trabajo, se puede considerar la de 40 horas semanales; es decir, 8 horas para 5 días, o bien 6,5 horas de trabajo para 6 días a la semana (más adelante se comprobará que esta es la situación predominante en los invernaderos extremeños). El horario laboral suele variar en función del período del año considerado; así, en otoño e invierno suele ser de 7:00 a 15:00 horas, mientras que en primavera y verano es, habitualmente, de 6:00 a 14:00 h, para reducir la exposición al calor. No obstante, en el presente trabajo se considerará como horario laboral el establecido entre las 6:00 y las 22:00 h.

5.1.4. Resultados del análisis climático

Todos los resultados procedentes de las mediciones efectuadas fueron trasladados a una hoja de cálculo [1057] para facilitar su organización y tratamiento. Al analizar la situación ambiental y de posible disconfort en los invernaderos, se hace necesario considerar dos períodos temporales diferentes, ya que los escenarios propios de los meses de calor reflejan situaciones muy distintas a las encontradas en los meses del período frío; por tanto, se estudia un primer período que comprende siete meses (abril-octubre) y un segundo que agrupa a los cinco meses restantes (noviembre-marzo).

5.1.4.1. Análisis climático exterior

La sensación térmica percibida por los trabajadores provoca mayor disconfort por calor en verano que por frío en invierno. Así, sólo uno de cada cuatro encuestados (25,3%) afirma pasar frío en invierno,

mientras que el 94,9% pasa calor en verano (epígrafe 6.1.4.4.1. Temperatura); por tanto, al estudiar las variables climáticas exteriores se incidirá especialmente en los valores registrados en el período cálido.

5.1.4.1.1. Temperatura exterior

En este apartado se investigan aquellos meses en los que el calor puede representar un problema de disconfort para los trabajadores. A la hora de estudiar el régimen de temperaturas exteriores hay que tener en cuenta que el aparato de medición estaba situado al sol, requisito necesario si se querían recoger datos fiables de la radiación solar. En los tres años medidos, desde los meses de abril a octubre y en horario laboral de 6:00 a 22:00 horas, el régimen de temperaturas medias sufre importantes cambios estacionales, pero escasos interanuales (Figura 35). Así, la media de los tres períodos es de 27,9 °C (representada por el trazo horizontal de la figura): 28,6 °C en 2014, 27,1 en 2015 y 28,2 en 2016. La máxima temperatura media mensual corresponde, en los tres casos, al mes de julio (34,8, 33,1 y 35,4 °C, respectivamente) y la de las mínimas a octubre de 2014 y 2015 (18,6 y 18,1 °C, respectivamente) y a abril de 2016 (19,5 °C).

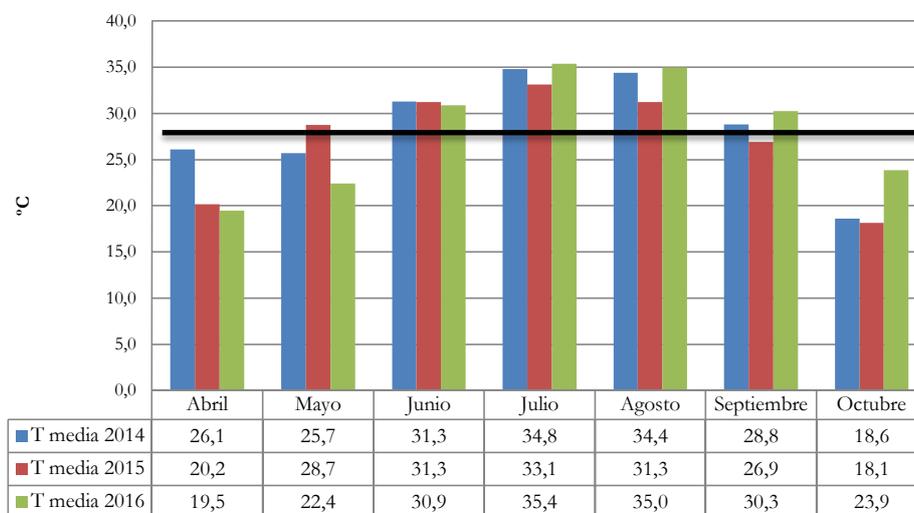


Figura 35. Temperatura exterior media registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.

(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a las máximas absolutas registradas en el período analizado, la media de las máximas anuales es de 43,9 °C (trazo horizontal de la Figura 36) y los picos de mayor temperatura son:

- 52,0 °C el lunes día 7 de julio de 2014 a las 17:30 horas.
- 52,8 °C el miércoles día 15 de julio de 2015 a las 17:30 horas.
- 50,7 °C el martes día 6 de septiembre de 2016 a las 13:30 horas.

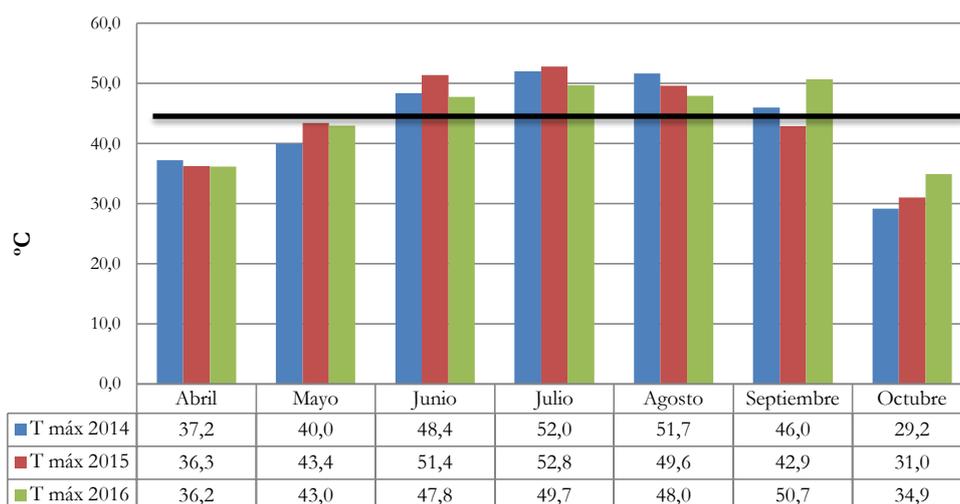


Figura 36. Temperatura exterior máxima absoluta registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

En relación a las mínimas absolutas, la media es de 10,2 °C (trazo horizontal de la Figura 37), siendo las menores temperaturas registradas en dicho período:

- 8,9 °C el martes 29 de abril de 2014 a las 9:30 horas.
- 6,0 °C el miércoles 6 de mayo de 2015 a las 7:30 horas.
- 2,5 °C el sábado 2 de abril de 2016 a las 8:30 horas.

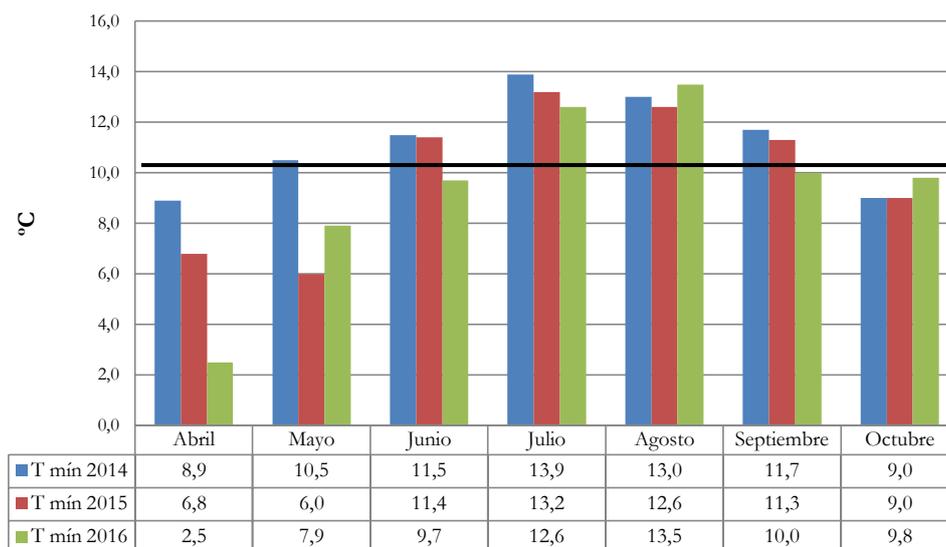


Figura 37. Temperatura exterior mínima registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Al analizar con detalle la variación de la temperatura diaria del aire exterior a las 12:00 y 18:00 horas del mes más caluroso (julio) del último año considerado (2016), se observa un patrón horario muy similar, en

el que destaca el mantenimiento de unas temperaturas muy elevadas a lo largo de toda la jornada laboral (Figura 38). Para ello, se han tomado como referencia las 12:00 y las 18:00 horas a fin de cubrir las jornadas de mañana y tarde.

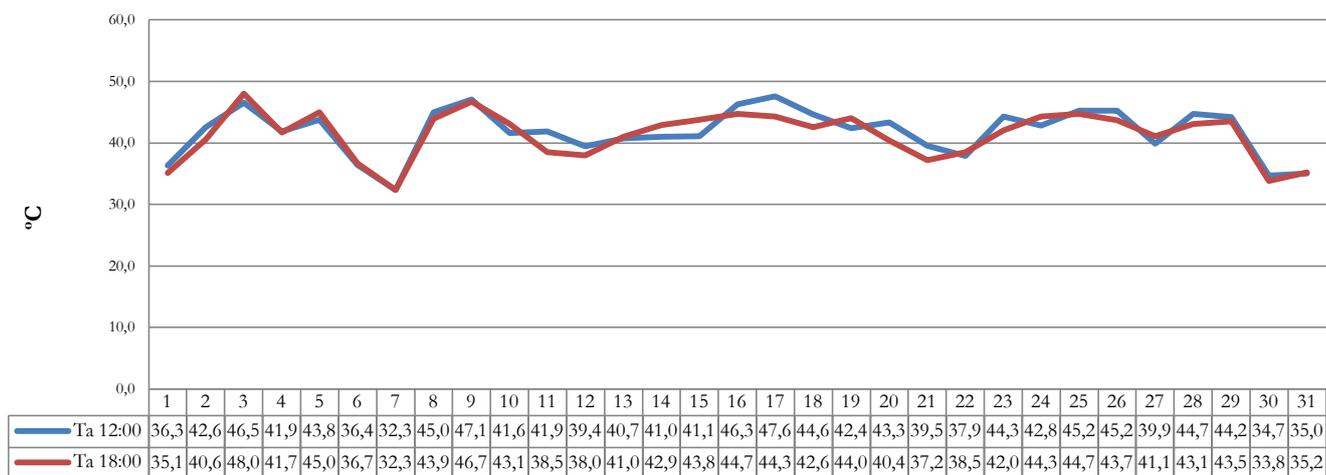


Figura 38. Temperatura diaria exterior registrada a las 12:00 y 18:00 h durante el mes de julio de 2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

En el registro de la temperatura media considerando la franja horaria de trabajo (Figura 39), se observa que desde las 11:00 hasta las 21:00 h se mantienen temperaturas superiores a la media del mes de julio de 2016 en el intervalo desde las 6:00 hasta las 22:00 h (35,8 °C, representada por el trazo horizontal). Por tanto, exceptuando un respiro transitorio entre las 6:00 y las 10:00 h, y a partir de las 21:00 h, en el resto de la jornada laboral se mantienen temperaturas medias superiores a dicha media, con una temperatura media máxima a las 17:00 h de 43,1 °C y una mínima media a las 7:00 de 19,2 °C. Nótese que en sólo una hora, entre las 8:00 y las 9:00, la temperatura sube 9,0 °C y en dos horas, entre las 8:00 y las 10:00, 13,3 °C.

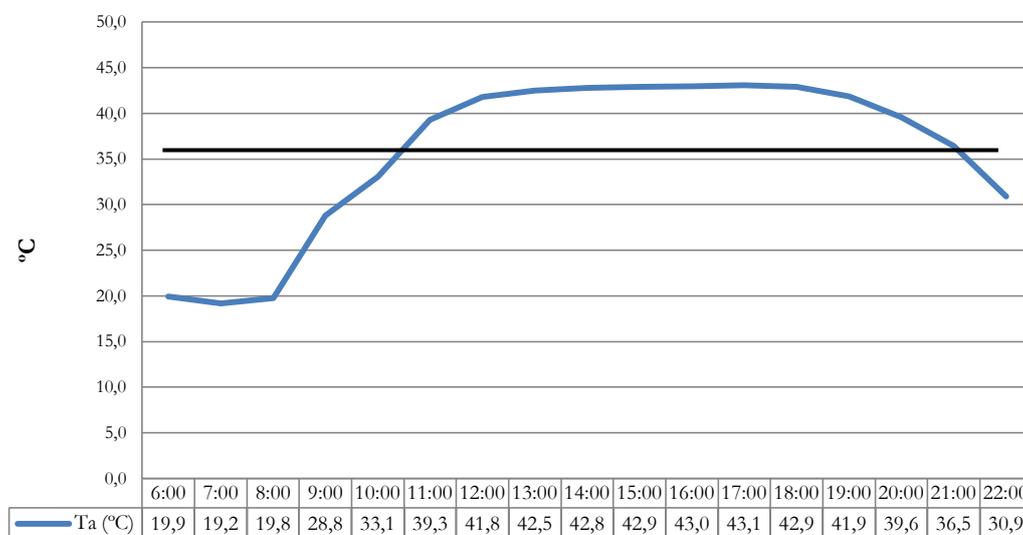


Figura 39. Temperatura exterior media horaria registrada en el mes de julio de 2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Para analizar la Ta en la estación fría se seleccionó el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016. La menor Ta exterior media se registró en el mes de enero de 2016, con 12,1 °C, seguida por los 12,7 °C de febrero y de diciembre de 2015; la mayor de las medias se obtuvo en noviembre, con 16,6 °C (Figura 40). Por lo que respecta a las máximas absolutas, las más elevadas pertenecen a noviembre con 31,5 °C y a marzo, con 30,7 °C. Finalmente, las Ta mínimas absolutas se registraron en febrero (-2,6 °C) y noviembre (-1,2 °C).

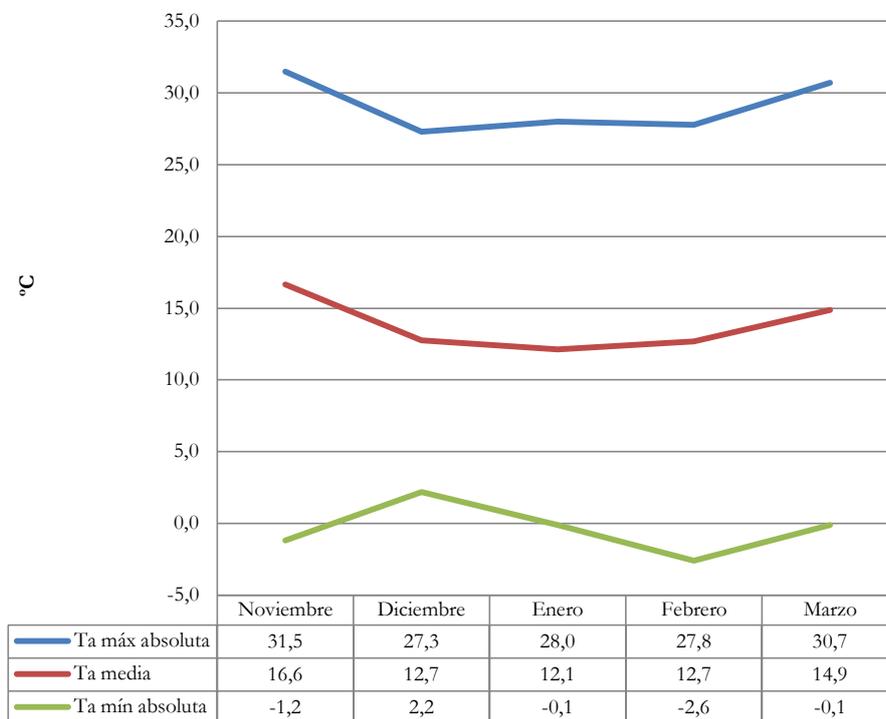


Figura 40. Régimen de temperaturas registradas por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia en el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016.

(Fuente: elaboración propia).

Al analizar la Ta exterior media del período frío en función de la franja horaria de trabajo se ha seleccionado el mes de febrero de 2015 por su baja Ta media entre las 6:00 y las 22:00 h (10,5 °C) y por sus importantes oscilaciones diarias (de -2,7 °C del día 7 a 23,0 °C del día 8) y horarias, ya que en un mismo momento del día, a las 9:00 h por ejemplo, se registran Ta de -2,3 °C (día 7) y 16,4 °C (día 21). Desde las 9:00 hasta las 13:00 h la Ta media asciende a razón de 1,9-2,5 °C por hora, mientras que el resto de oscilaciones horarias de temperatura son más suaves (Figura 41). Desde las 12:00 hasta las 20:00 h la Ta se mantiene por encima de la media horaria (10,4 °C) del período considerado (trazo horizontal). La Ta media horaria más baja se registró a las 8:00 h (4,3 °C) y la más alta a las 16:00 h (15,7 °C).

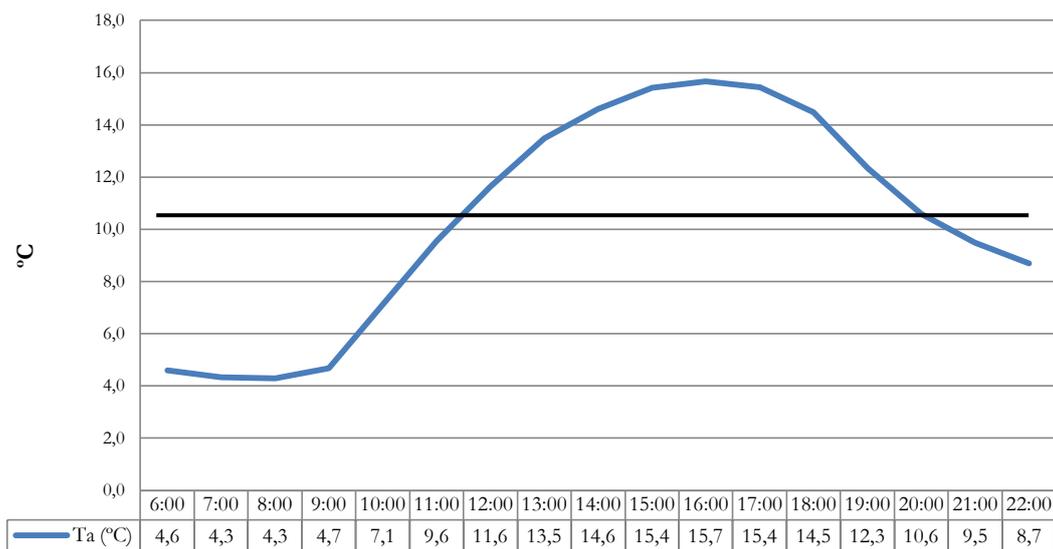


Figura 41. Temperatura exterior media horaria registrada en el mes de febrero de 2015 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

El análisis de la desviación típica permite conocer el grado de dispersión de los valores de Ta de cada uno de los meses estudiados; es decir, desde noviembre de 2015 a octubre de 2016. La variabilidad de la Ta (Figura 42) es netamente mayor en los meses cálidos, en los que dicho grado de dispersión se sitúa en un intervalo entre 7,8 °C correspondiente al mes de abril y 9,4 °C de septiembre, mientras que en los meses más fríos, el intervalo de variabilidad fluctúa entre los 4,9 °C de enero y los 7,5 °C de noviembre.

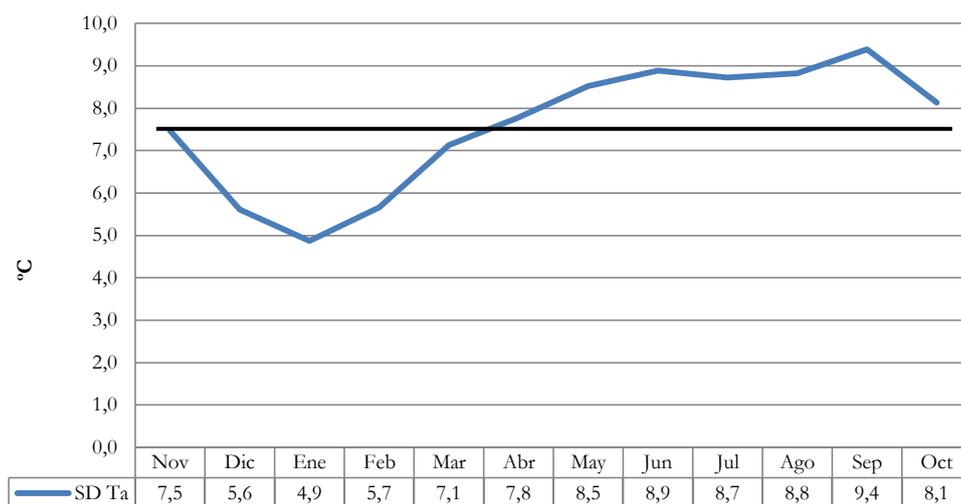


Figura 42. Grado de dispersión o variabilidad (desviación típica) de las temperaturas mensuales exteriores desde noviembre de 2015 a octubre de 2016 durante la jornada laboral.
(Fuente: elaboración propia).

En definitiva, del análisis de las temperaturas exteriores se pueden destacar:

- Los elevados valores de Ta durante la jornada laboral en el período estival.
- La existencia de picos de Ta de hasta 52,8 °C en julio.

- Las Ta a las 12:00 y 18:00 h durante julio superan siempre los 32 °C.
- Se registran incrementos de Ta próximos a 10 °C en intervalos de 1 hora.

5.1.4.1.2. Humedad relativa exterior

Para abordar el estudio de la HR exterior se ha seguido idéntico patrón temporal al empleado en el análisis de la Ta exterior. La HR media de los tres períodos es del 36,3% (representada por el trazo horizontal de la Figura 43): 38,6% en 2014, 37,6 en 2015 y 32,7 en 2016. La máxima HR media mensual corresponde, tanto en 2014 como en 2015, al mes de octubre (76,7 y 64,7%, respectivamente) y en 2016 al mes de mayo (45,0%); en cuanto a las mínimas de las medias se registraron en agosto de 2014 (25,5%), mayo de 2015 (25,4%) y julio de 2016 (23,8%).

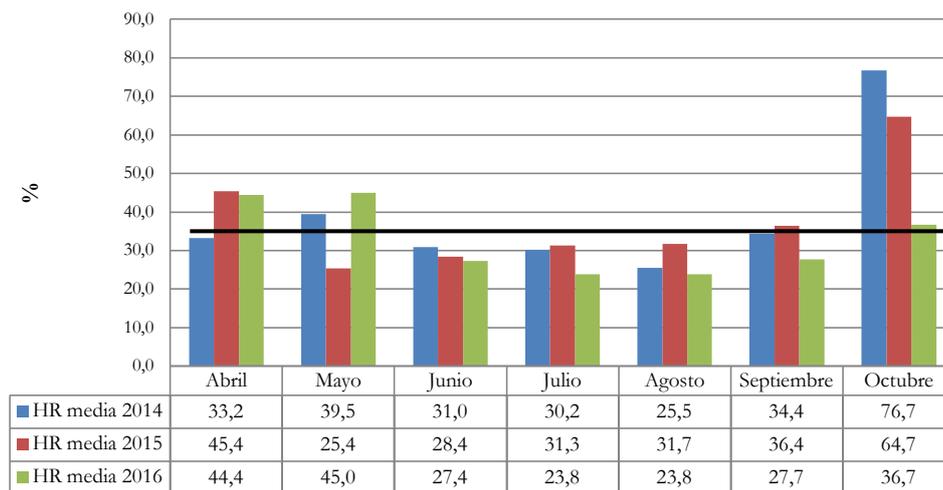


Figura 43. Humedad relativa media registrada por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia durante los meses abril-octubre de 2014-2016.

(Fuente: elaboración propia).

Aunque los valores medios de HR recogidos por el medidor de ambiente exterior situado en la Escuela de Ingenierías Agrarias difieren notablemente de los registrados por la Estación Meteorológica de la Base Aérea de Talavera la Real (Tabla 55) para períodos de 24 horas, posiblemente debido a que aquel estaba situado al sol a fin de capturar los datos correspondientes a la radiación solar, sí existe una tendencia similar en la distribución mensual entre ambos grupos de registros, a pesar de las diferencias mencionadas (Figura 44).

Por lo que respecta a los valores máximos absolutos de HR registrados en el período considerado, la media de las máximas es de 85,8% (trazo horizontal de la Figura 45), siendo los picos de mayor HR los siguientes:

- 99,0% el domingo día 26 de octubre de 2014 a las 6:00 horas.
- 97,9% el sábado día 11 de abril de 2015 a las 12:00 horas.
- 97,0% el domingo día 10 de abril de 2016 a las 9:00 horas.

Tabla 55. Comparación de los valores de HR media para el período abril-octubre de 2016 entre los registros procedentes de la Base Aérea de Talavera la Real [30] y los del estudio sobre invernaderos de Extremadura.

Período abril-octubre 2016	1. Estación de Talavera la Real [30] (%)	2. Estación de la E. I. Agrarias (%)	Diferencia 1 - 2
Abril	71,0	49,4	21,6
Mayo	69,0	49,7	19,3
Junio	56,0	33,4	22,6
Julio	51,0	28,2	22,8
Agosto	44,0	27,6	16,4
Septiembre	44,0	31,8	12,2
Octubre	61,0	37,1	23,9

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de AEMET [30]).

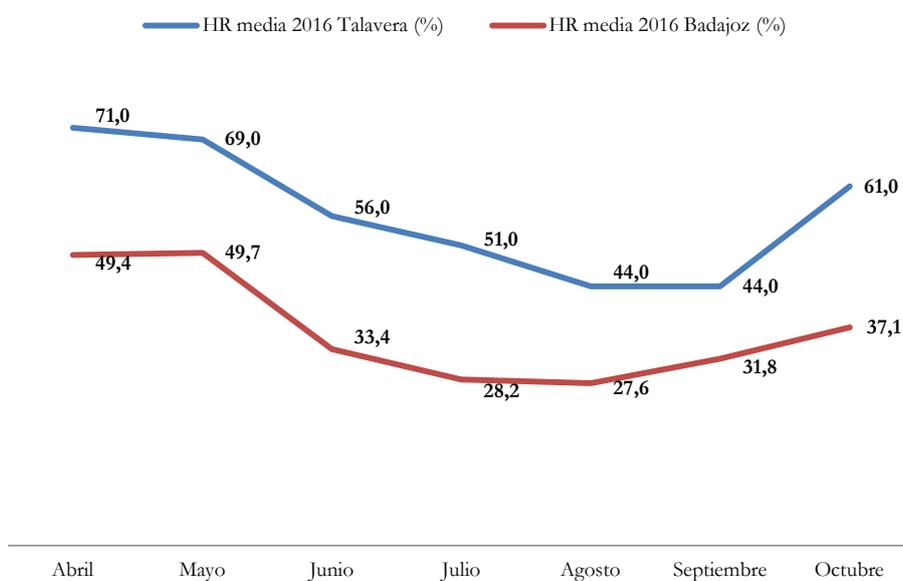


Figura 44. Comparación de la tendencia de los valores de HR media (24 horas), para el período abril-octubre de 2016 entre los registros procedentes de la Base Aérea de Talavera la Real [30] y los del medidor de la E. I. Agrarias.

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de AEMET [30]).

En relación a las mínimas absolutas, la media interanual es del 11,0% (trazo horizontal de la Figura 46), siendo los menores valores de HR registrados en dicho período:

- 8,0% el lunes 7 de julio de 2014 desde las 17:30 a las 18:30 horas.
- 7,9% el miércoles 15 de julio de 2015 a las 17:30 horas.
- 8,1% los días 3 de julio (domingo) a las 18:30 h y 6 de septiembre (martes) de 2016 a las 14:00 y 15:00 h.

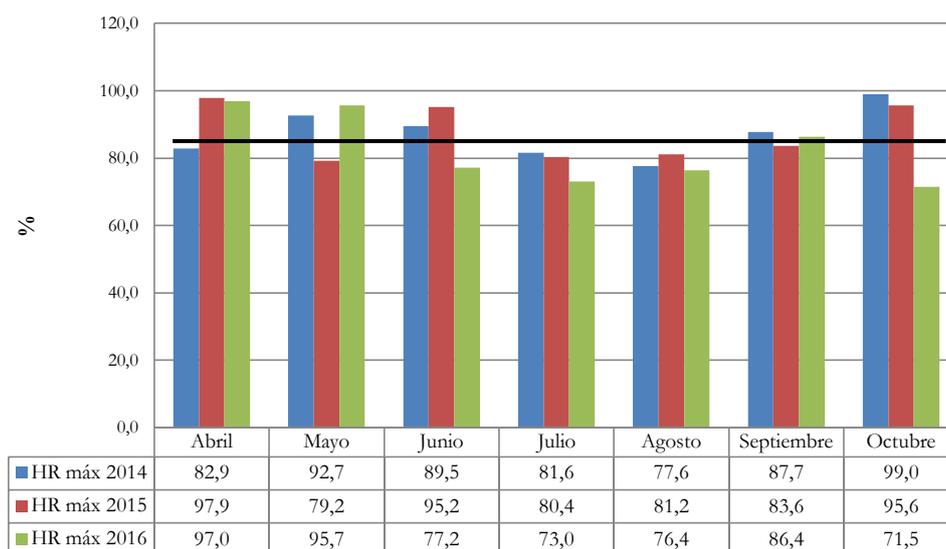


Figura 45. Humedad relativa exterior máxima registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Es necesario señalar la correlación existente entre la Ta y la HR; prueba de ello son las siguientes coincidencias entre los valores máximos absolutos de Ta y los mínimos absolutos de HR:

- Día 7 de julio de 2014: Ta máxima absoluta y HR mínima absoluta a la misma hora, las 17:30 h.
- Día 15 de julio de 2015: Ta máxima absoluta y HR mínima absoluta a la misma hora, las 17:30 h.
- Día 6 de septiembre de 2016: Ta máxima absoluta y HR mínima absoluta con una diferencia escasa, de 30-90 minutos.

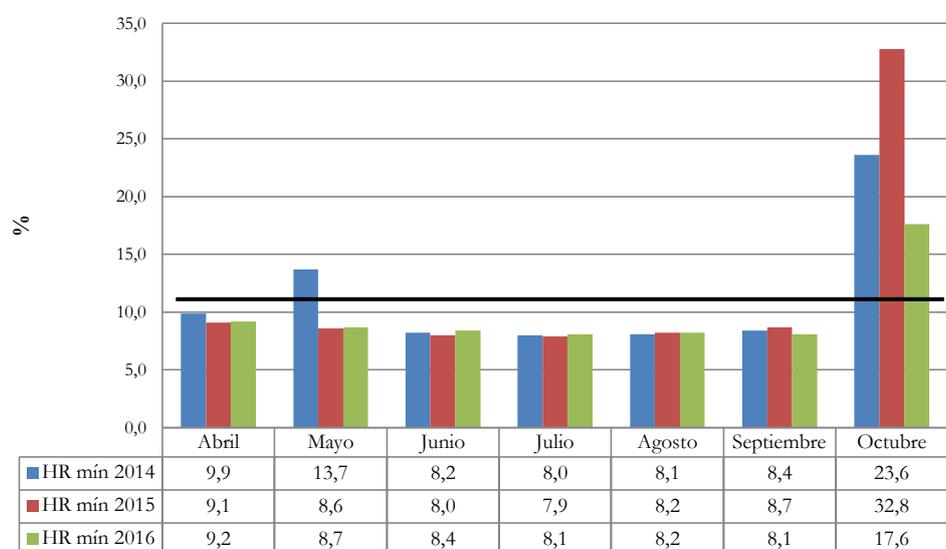


Figura 46. Humedad relativa exterior mínima registrada durante el período abril-octubre de 2014-2016 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Como resultado de las sustanciosas diferencias halladas en los valores interestacionales (Figuras 45 y 46), es necesario averiguar, a continuación, cómo evolucionan los porcentajes de HR en función del registro horario diario. Así, durante el mes de julio de 2016 ($\bar{x} = 23,8\%$, Figura 47) se observan importantes oscilaciones de la HR a lo largo de la jornada laboral, desde el 50,8% de las 8:00 h, hasta el 11,0% de las 19:00 h. Nótese, igualmente, el brusco descenso, de 13,7 puntos, de la HR en una sola hora, entre las 8:00 y las 9:00 h.

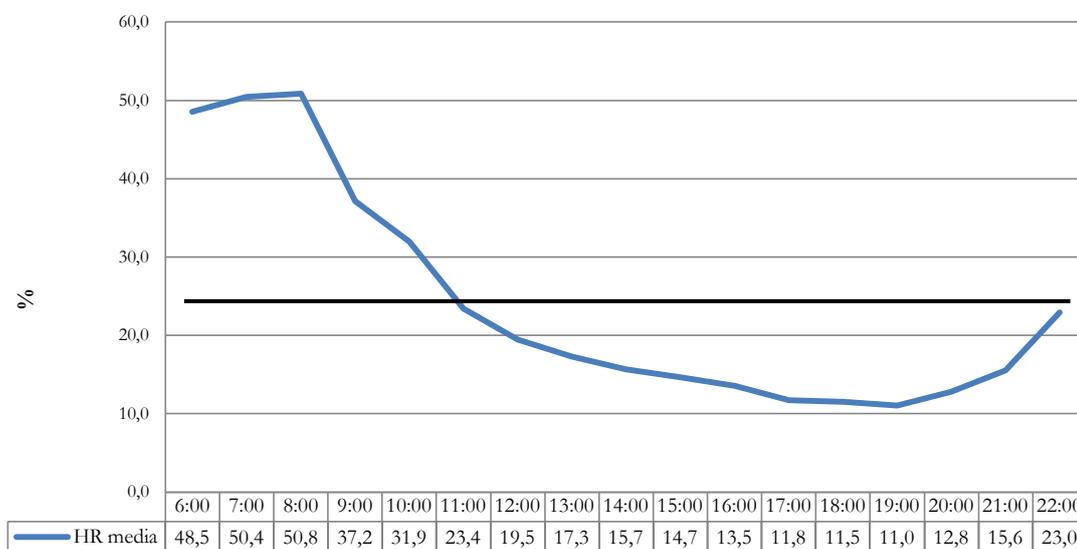


Figura 47. Humedad relativa media horaria registrada durante el mes de julio de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

A fin de analizar la HR en la estación fría se seleccionó, como se hizo con la T_a , el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016.

La menor HR media exterior se registró en el mes de marzo de 2016, con 45,4%, seguida por el 53,8% de febrero y 55,4% de noviembre de 2015; la mayor de las medias se obtuvo en enero, con un 66,8%. Por lo que respecta a las máximas absolutas, las más elevadas corresponden a diciembre con 97,5% y a noviembre, con 93,9%. Finalmente, las HR mínimas absolutas se registraron en marzo con un 9,7%, febrero con un 10,0% y noviembre con un 14,9% (Figura 48).

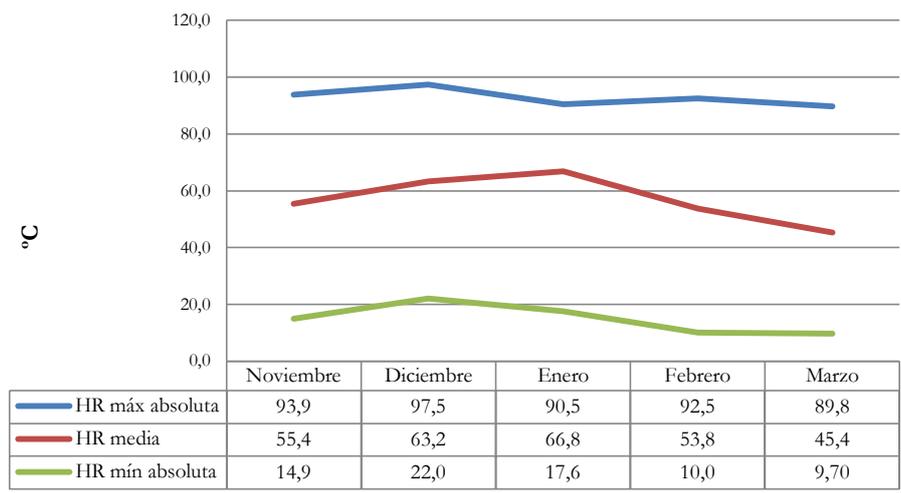


Figura 48. Régimen de humedad relativa registrada por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia en el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016. (Fuente: elaboración propia).

Al analizar la HR exterior media del período frío en función de la franja horaria de trabajo se ha elegido el mes de febrero de 2015 para poder comparar, más adelante, sus Ta y HR; por otra parte, presenta una HR media entre las 6:00 y las 22:00 h del 48,3%, con importantes oscilaciones diarias y horarias, ya que en un mismo día, el 21, se registraron valores mínimos absolutos de 10,1% entre las 15:30 y las 17:00 h y un valor máximo absoluto de 83,1% a las 9:30 h. Desde las 10:00 hasta las 13:00 h, como sucedía con la Ta, la HR media registra las oscilaciones más intensas, ya que desciende a razón de 8,7 puntos de 10:00 a 11:00 h, 8,9 de 11:00 a 12:00 h y 6,0 de 12:00 a 13:00 h, mientras que el resto de oscilaciones horarias son más suaves. Desde las 6:00 hasta las 11:00 h y a partir de las 21:00 h, la HR se mantiene por encima de la media horaria (48,5%) del período considerado (trazo horizontal). La menor HR media horaria se registró a las 17:00 h (33,3%) y la más alta a las 9:00 h (66,7%) (Figura 49).

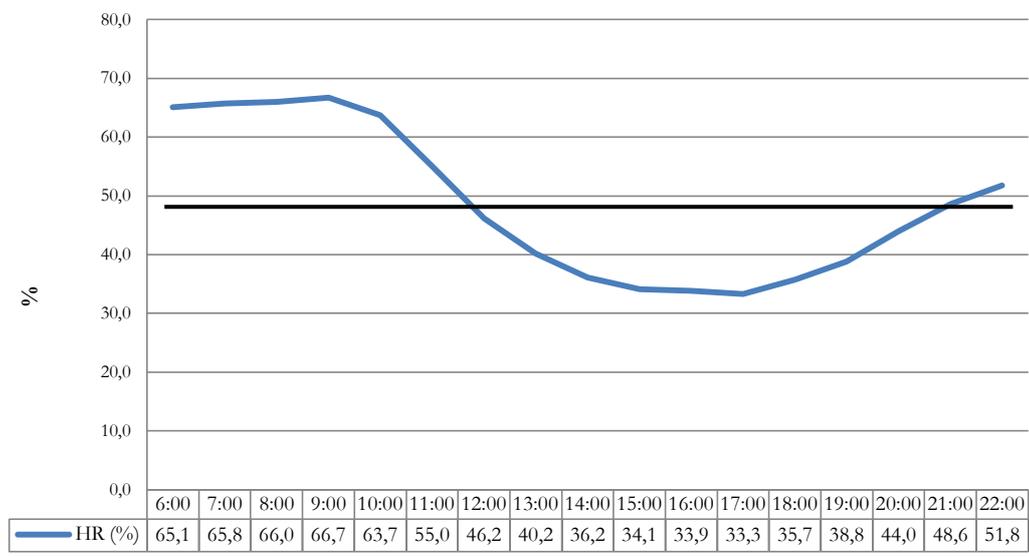


Figura 49. Humedad relativa media horaria registrada en el mes de febrero de 2015 por el medidor de ambiente exterior próximo al invernadero de referencia. (Fuente: elaboración propia).

La aplicación de la desviación típica en el conjunto de datos de HR procedentes de cada uno de los meses estudiados arroja los resultados recogidos en la Figura 50; de su estudio se deduce que la variabilidad de la HR es netamente mayor desde febrero a mayo y en noviembre, meses que se sitúan sobre la media de 20,1%, mientras que en diciembre y enero y desde junio a octubre, se encuentran por debajo de dicho valor. Los meses que presentan mayor variabilidad son mayo, con un 27,2% de HR, abril con 25,2% y marzo con 23,0%; en el extremo opuesto se sitúan agosto con 15,3%, octubre con 15,9% y julio con 16,2%.

En definitiva, la variabilidad de la HR es netamente superior en los meses de primavera (febrero-mayo).

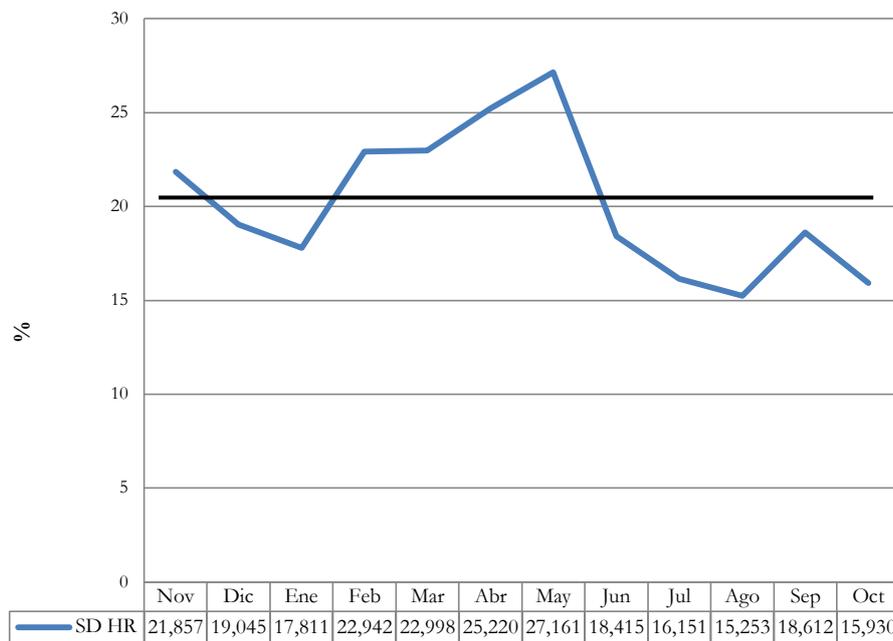


Figura 50. Grado de dispersión o variabilidad de la humedad relativa desde noviembre de 2015 a octubre de 2016. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.1.3. Radiación solar

La radiación solar (RS) media del período abril-octubre de 2016 (Figura 51), registrada desde las 6:00 a las 22:00 h, es de $384 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (trazo horizontal), con valores extremos en junio de $491 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y octubre de $270 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.



Figura 51. Radiación solar media registrada por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período abril-octubre de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a los valores máximos absolutos de RS registrados en el período considerado (Figura 52), se observan importantes diferencias entre los meses de abril, con $1.220 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y octubre, con $771 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, superándose la media ($1.108 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) durante los meses de abril a julio, finalizando el intervalo con un notable descenso en octubre.

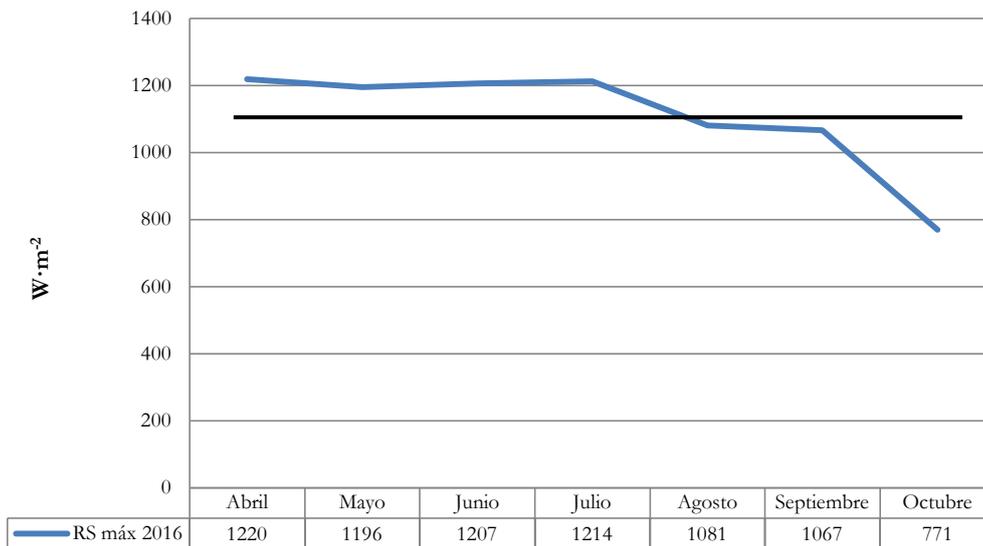


Figura 52. Radiación solar máxima absoluta registrada por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período abril-octubre de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La comparación de los valores máximos absolutos de RS registrados, en el período mencionado, entre la Estación Meteorológica de la Base Aérea de Talavera la Real y el medidor exterior instalado en la E. I. Agrarias (Figura 53), arroja diferencias y similitudes:

- Valor absoluto mayor: 1.310 $W \cdot m^{-2}$ obtenidos en junio en Talavera y 1.220 $W \cdot m^{-2}$ en abril en Badajoz.
- Valor absoluto menor: ambos en octubre, 711 $W \cdot m^{-2}$ en Talavera y 771 en la E. I. Agrarias.
- Disposición de los meses en relación a sus respectivas medias: la superan los meses de junio a septiembre en la estación de Talavera y de abril a julio en la de Agrarias.

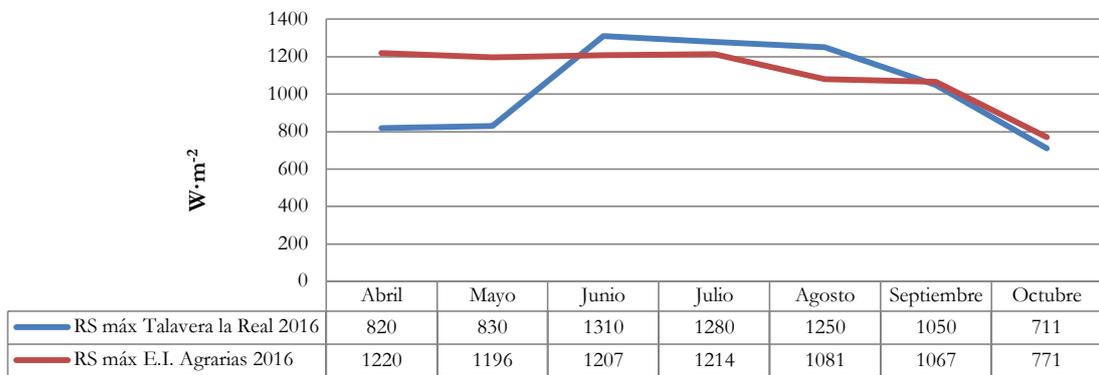


Figura 53. Comparación de los valores máximos absolutos de radiación solar registrados por la Estación Meteorológica de Talavera la Real y el medidor de la E. I. Agrarias.
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de AEMET [30]).

Como resultado de las diferencias halladas entre los valores mensuales (Figuras 51 a 53), resulta interesante analizar cómo evoluciona la RS a lo largo del día, desde las 6:00 hasta las 22:00 h, en el mes de junio de 2016, el de mayor RS media del período considerado, con 491 $W \cdot m^{-2}$ (Figura 51). Se han observado, lógicamente, importantes oscilaciones de la RS a lo largo de la jornada laboral, con valores medios que fluctúan entre los 954 $W \cdot m^{-2}$ de las 15:00 h hasta los 0,0 de las 6:00 y 0,6 $W \cdot m^{-2}$ de las 7:00 h. Es importante destacar el hecho de que entre las 11:00 y las 18:00 h la RS se encuentra por encima de la media horaria (477 $W \cdot m^{-2}$) (Figura 54).

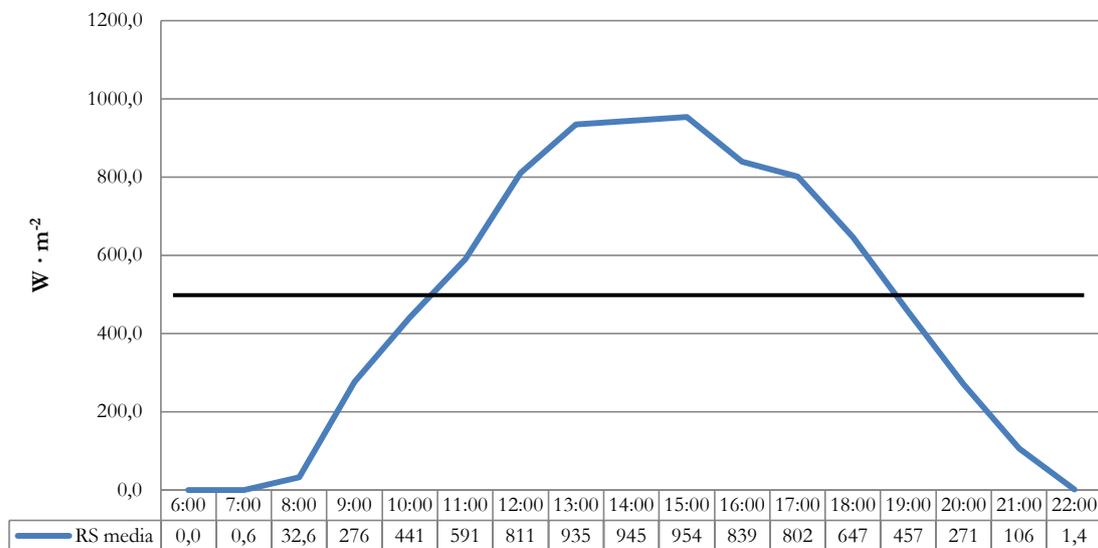


Figura 54. Radiación solar media horaria registrada durante el mes de junio de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Para investigar el comportamiento de la RS en la estación fría se seleccionó, como se hizo anteriormente, el período comprendido entre noviembre de 2015 y marzo de 2016 en horario de 6:00 a 22:00 h. La menor RS media exterior se registró en el mes de enero de 2016 con $73,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, seguida de cerca por diciembre de 2015 con $74,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$; la mayor de las medias se obtuvo en marzo, con $191 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. La RS media del período considerado es de $117 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$; por tanto, se encuentran por debajo de la media los meses de enero y febrero. Por lo que respecta a las máximas absolutas, la más alta corresponde al día 20 de marzo con $1.152 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, siendo la media de dichas máximas, para el período elegido, de $849 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (Figura 55).

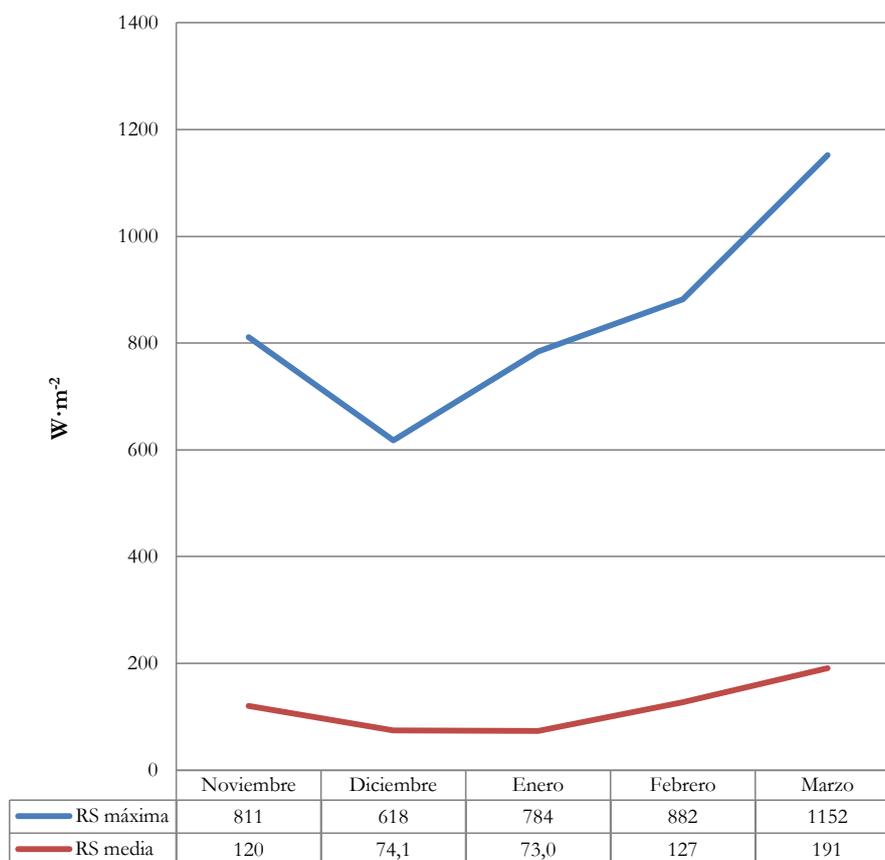


Figura 55. Régimen de radiación solar registrada por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período comprendido desde noviembre de 2015 a marzo de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Una vez obtenidos los valores mensuales de RS para el período frío seleccionado (Figura 55), se analiza la evolución de la RS a lo largo del día, entre las 6:00 y las 22:00 h del mes de febrero de 2015, a fin de continuar con la tendencia seguida con la T_a y HR para la estación fría. Se observan importantes oscilaciones de la RS a lo largo de la jornada laboral, con valores medios que fluctúan entre $572 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ de las 13:00 h hasta su ausencia entre las 6:00-7:00 y 20:00-22:00 h, y $0,04 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ de las 8:00 h. Desde las 10:00 hasta las 17:00 h la RS se encuentra por encima de la media horaria ($210 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) (Figura 56).

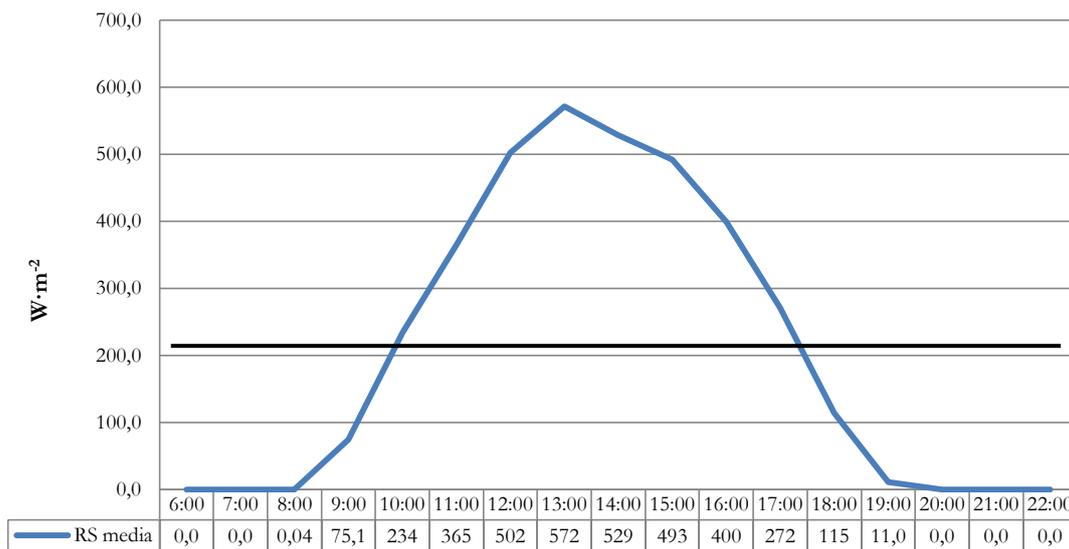


Figura 56. Radiación solar media horaria registrada durante el mes de febrero de 2015 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

5.1.4.1.4. Temperatura de punto de rocío

La temperatura de punto de rocío (TPR), o temperatura a la que comienza a condensar el vapor de agua contenido en el aire posee, exclusivamente, interés agronómico, debido a que es la responsable de los fenómenos de condensación de agua en la cara interna (más fría que la temperatura del aire interior húmedo) del material de cubierta del invernadero, pudiendo afectar negativamente al cultivo, causando problemas de pudrición en las plantas sobre las que caen las gotas de agua. La materialización de este fenómeno indica que la HR es máxima.

La TPR no presenta relación alguna con el posible estado de confort o de incomodidad del trabajador de un invernadero, salvo por su íntima conexión con otras variables, como la humedad y la temperatura del aire; en todo caso, es consecuencia de las anteriores y tendrá mayor presencia cuando se analicen las variables climáticas interiores. Debido a esta circunstancia se tratará con mayor brevedad en el presente apartado.

El valor de la TPR presenta una relación directa con los de T_a y HR, sobre todo con la primera (Ecuación 35, epígrafe 4.4). Si estas presentan cifras muy bajas, la TPR puede mostrar valores negativos. Por tanto, los valores más altos se localizan en los meses de junio (6,7 °C), julio (8,0 °C) y agosto (7,8 °C), que superan la media del período, situada en 6,3 °C (Figura 57).

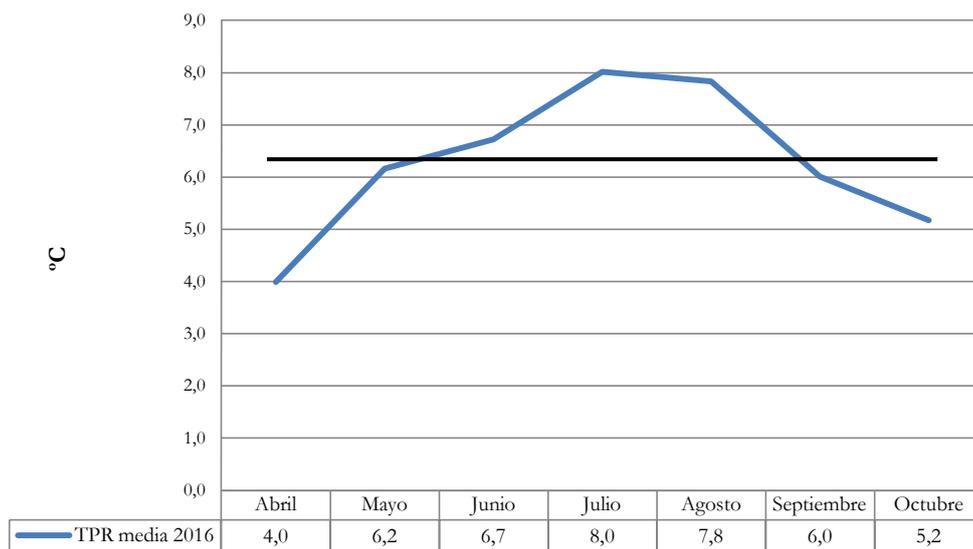


Figura 57. Temperatura de punto de rocío media registrada durante el período abril-octubre de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a los valores máximos y mínimos absolutos registrados en el período establecido (Figura 58), se observan valores máximos absolutos en julio (28,5 °C) y septiembre (22,2 °C) y mínimos absolutos en octubre (-14,8 °C), julio (-10,6 °C) y mayo (-10,5 °C).

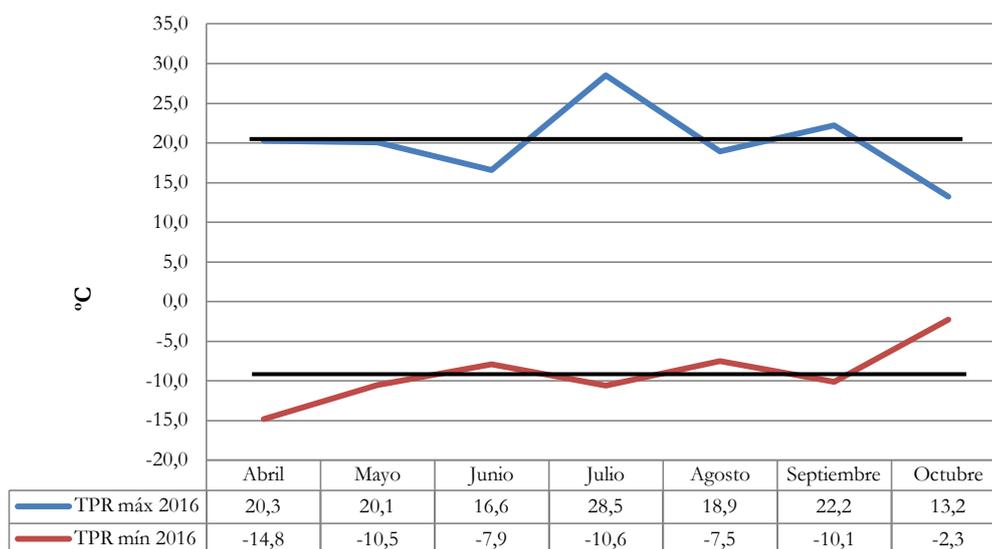


Figura 58. Temperaturas de punto de rocío absolutas registradas durante el período abril-octubre de 2016 por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia.
(Fuente: elaboración propia).

Para el período abril-octubre de 2016, la curva de la TPR sigue una tendencia similar a las de HR y Ta, mostrándose más dependiente de esta última. Para hacer hincapié en esta circunstancia, se examinan algunos valores del mes de julio de 2016, que es el que presenta mayor disparidad en los valores absolutos de TPR (Figura 59):

- El 7 de julio de 2016, a las 10:30 h, se registró el valor máximo absoluto de TPR (28,5 °C) de dicho mes, siendo la Ta en ese momento de 33,9 °C (elevada) y la HR de 73,0% (muy elevada).
- El 15 de julio, a las 13:30 h se obtuvo el valor mínimo absoluto de TPR (-10,6 °C), siendo la Ta en ese instante de 22,6 °C (moderada) y la HR de 10,1% (muy baja).

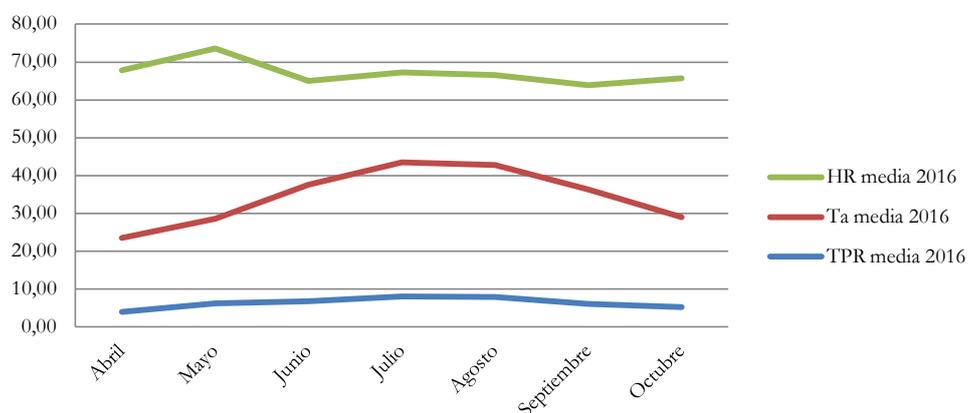


Figura 59. Influencia de la temperatura del aire y de la humedad relativa en el temperatura de punto de rocío durante el período abril-octubre de 2016. (Fuente: elaboración propia).

Para investigar el comportamiento de la TPR en la estación fría se seleccionó idéntico período que en los casos anteriores; es decir, desde noviembre de 2015 a marzo de 2016 en horario de 6:00 a 22:00 h. La menor TPR exterior media se registró en el mes de marzo de 2016 con 0,8 °C, seguida por la de febrero con 1,8 °C; la mayor de las medias se obtuvo en noviembre, con 5,9 °C. La TPR media del período considerado es 3,7 °C; por tanto, se encuentran por debajo de dicha media los meses de febrero y marzo. Por lo que respecta a las máximas absolutas, la más elevada corresponde al día 5 de noviembre de 2015 con 22,2 °C, siendo la media de las absolutas para el período elegido de 18,3 °C. Finalmente, las mínimas absolutas se registraron en febrero, con -15,4 °C y marzo, con -14,5 °C, siendo la media de los valores mínimos absolutos de -10,4 °C (Figura 60).

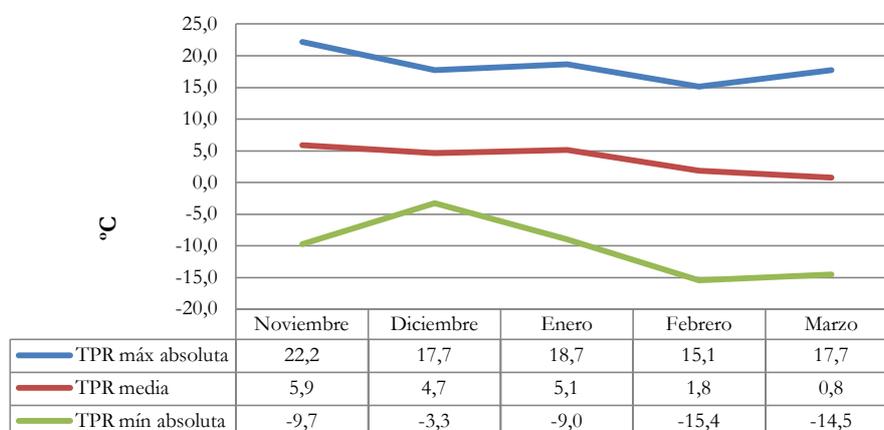


Figura 60. Régimen de temperaturas de punto de rocío registradas por el medidor de ambiente exterior anejo al invernadero de referencia durante el período comprendido desde noviembre de 2015 hasta marzo de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.1.5. Correlaciones entre las variables climáticas exteriores

El coeficiente de correlación lineal de Pearson (ρ) indica el grado de asociación lineal que existe entre dos variables cuantitativas. Proporciona información sobre la fuerza y el sentido de dicha asociación (Tabla 53, epígrafe 5.1.3. Selección de parámetros climáticos).

Se ha estudiado la posible existencia de correlación lineal entre todas las variables climáticas exteriores para determinados intervalos temporales, siempre en horario laboral (6:00-22:00 h), haciendo hincapié en las que ejercen mayor influencia en las condiciones ambientales del interior del invernadero que son, por orden de relevancia, Ta, HR, RS y TPR. La Tabla 56 recoge los principales valores de ρ .

Tabla 56. Valores de Correlación Lineal de Pearson (ρ) obtenidos en el análisis de las medias de las variables climáticas exteriores en horario laboral (6:00-22:00 h).

Intervalo temporal	Ta/HR	Ta/RS	Ta/TPR	HR/RS	HR/TPR	RS/TPR
Abril-octubre 2014 ⁽¹⁾	-0,879					
Abril-octubre 2015 ⁽¹⁾	-0,883					
Abril-octubre 2016 ⁽¹⁾	-0,970	+0,782	+0,913	-0,715	+0,472	+0,778
Noviembre 2015-Marzo 2016 ⁽¹⁾	-0,569	+0,534	+0,112	-0,980	+0,752	-0,767
Febrero 2015	-0,982	+0,614	+0,430	-0,521	+0,540	+0,030
Noviembre 2015	-0,657	+0,771	+0,540	-0,609	+0,326	+0,261
Diciembre 2015	-0,761	+0,770	+0,437	-0,541	+0,275	+0,349
Enero 2016	-0,449	+0,668	+0,587	-0,527	+0,542	+0,129
Febrero 2016	-0,548	+0,707	+0,286	-0,635	+0,698	-0,144
Marzo 2016	-0,808	+0,810	+0,127	-0,662	+0,558	-0,062
Abril 2016	-0,809	+0,794	-0,050	-0,619	+0,585	-0,067
Mayo 2016	-0,861	+0,782	-0,216	-0,593	+0,630	-0,099
Junio 2016	-0,890	+0,773	-0,105	-0,689	+0,451	-0,097
Julio 2016	-0,958	+0,837	-0,019	-0,667	+0,496	+0,060
Agosto 2016	-0,870	+0,812	+0,074	-0,587	+0,390	+0,216
Septiembre 2016	-0,815	+0,783	+0,092	-0,561	+0,410	+0,190
Octubre 2016	-0,888	+0,875	+0,240	-0,682	+0,339	+0,339
(1) Coeficientes calculados comparando medias mensuales en horario laboral.						

(Fuente: elaboración propia).

Como resultado de su análisis se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- a T_a/HR : al comparar las medias mensuales de los períodos abril-octubre de los tres años con registros, la correlación obtenida es muy alta negativa; es decir, ambos parámetros mantienen una relación inversa muy fuerte: a mayor T_a , menor HR y viceversa. En el período frío, desde noviembre de 2015 a marzo de 2016, el cotejo de las medias mensuales proporciona una correlación moderada negativa. Por tanto, esta nítida relación inversa es más fuerte en los meses de calor que en los fríos. Si se consideran los períodos mensuales de forma aislada, salvo el caso de febrero de 2015 (-0,982), el resto de los valores correspondientes al período frío son inferiores a aquellos propios de los meses más cálidos (Figura 61); así, los primeros oscilan en un intervalo de -0,449 (enero) a -0,808 (marzo), mientras que los segundos fluctúan entre -0,809 (abril) y -0,958 (julio).

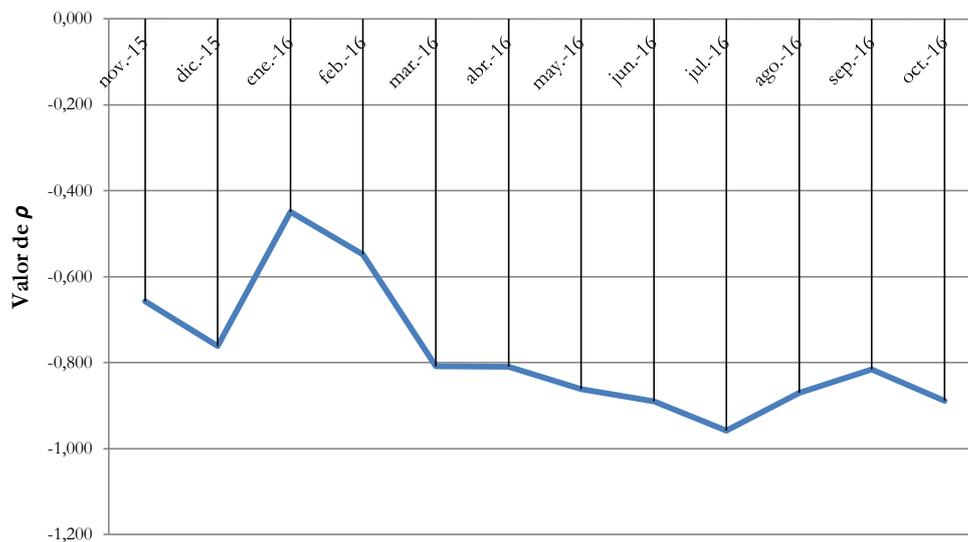


Figura 61. Correlación lineal negativa mensual existente entre la temperatura y la humedad relativa exteriores al invernadero de referencia durante el período comprendido entre noviembre de 2015 y octubre de 2016 desde las 6:00 hasta las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

- b T_a/RS : ambos parámetros muestran una correlación alta positiva tanto en el período abril-octubre de 2016 (+0,782), como en los meses fríos (noviembre 2015-marzo 2016), con un intervalo que oscila entre +0,614 y +0,810, a excepción de marzo, en el que la correlación es muy alta positiva (+0,810). En los meses cálidos, es alta positiva desde abril a junio (intervalo +0,773/+0,794) y septiembre (+0,783) y muy alta positiva en julio, agosto y octubre (intervalo +0,812/+0,875). Por tanto, y como se esperaba, el valor de la T_a depende de la RS .
- c T_a/TPR y HR/TPR : la TPR , como se mencionó anteriormente, se encuentra en función directa del valor absoluto de la T_a y de la raíz octava de la centésima parte del valor absoluto de la HR ; por tanto la influencia de la T_a es, en principio, mayor. Así, es muy alta positiva (+0,913) en el período cálido abril-octubre de 2016, confeccionado con las medias mensuales, mientras que en el conjunto del período frío la correlación es muy baja positiva (+0,112) debido a que es entonces la HR la que ejerce mayor influencia (+0,752), con oscilaciones muy bruscas. Comparando los resultados obtenidos de cada mes, en aquellos con bajas temperaturas, la HR y la T_a ejercen una influencia similar, generalmente moderada positiva, mientras que en los meses de calor la potencial influencia superior de la T_a se contrarresta por unos valores muy bajos de HR . En general, a HR constante, un incremento de 1 °C de T_a , supone un aumento de $\approx 0,9$ °C

de la TPR, mientras que a T_a constante, un incremento del 1% en la HR, aumenta la TPR 0,3 °C aproximadamente.

- d HR/RS: la correlación entre estas dos variables resulta alta negativa para el conjunto del período cálido (-0,715) y muy alta negativa en el período frío (-0,980). Considerando los datos de cada mes, en aquellos con mayor HR (invernales) la correlación oscila entre moderada negativa en diciembre (-0,541) y enero (-0,527) y alta negativa en los otros tres meses con valores situados en un intervalo entre -0,609 (noviembre) y -0,662 (marzo). Con respecto a los meses cálidos, sucede algo similar: la correlación es moderada negativa en mayo (-0,593), agosto (-0,587) y septiembre (-0,561) y alta negativa en los otros cuatro meses, desde -0,619 de abril hasta -0,689 de junio.
- e RS/TPR: únicamente tomando los valores medios mensuales que configuran los períodos cálido y frío se obtienen correlaciones altas, positiva en el primer caso (+0,778) y negativa en el segundo (-0,767). Por consiguiente, la mayor RS existente desde abril a octubre influye positivamente en los valores de TPR, mientras que desde noviembre a marzo la influencia ejercida es alta negativa debido a que la menor RS incrementa los valores de HR, influyendo estos más fuertemente en la TPR que los de la T_a . Por otra parte, considerando los datos de cada mes, la asociación RS/TPR resulta muy débil positiva o negativa, salvo las bajas positivas de diciembre (+0,349), octubre (+0,339) y agosto (+0,216).

5.1.4.2. Análisis climático interior

El clima del invernadero es abordado siguiendo los mismos patrones aplicados en el análisis climático exterior; es decir, estudio del régimen de medias, máximas y mínimas absolutas y medias mensuales y diarias en horario laboral (6:00-22:00 h). Pero, en este caso, se introduce una modificación esencial que explica y justifica los resultados obtenidos, y esta consiste en que la instalación de referencia está dotada de control automático de las variables climáticas, de manera que los datos adquiridos sólo pueden extrapolarse, durante el período cálido, a otros invernaderos con idénticas consignas climáticas. Así, cuando la T_a interior alcanza los 30 °C se dispara la pantalla húmeda y el sistema de extracción forzada de aire, de manera que el clima interior se encuentra notablemente suavizado por esta renovación constante de aire caliente por otro mucho más fresco, cargado de humedad e impulsado a alta velocidad. Aun así este es, aproximadamente, el ambiente interior en el que muchos trabajadores de invernaderos automatizados desempeñan su labor; sin embargo, los datos conseguidos pueden ser aplicados, en función de los meses seleccionados, tanto a instalaciones tecnificadas como a aquellas dotadas de ventilación natural como único recurso para suavizar el clima interior.

5.1.4.2.1. Temperatura interior durante el período cálido

El análisis de la T_a en el interior del invernadero ha de incidir con mayor profundidad, lógicamente, en aquellos meses en los que el calor puede representar un problema de desconfort para los trabajadores. Así, por lo que respecta al análisis del período cálido, se han registrado datos de los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016, en horario laboral de 6:00 a 22:00 horas. El régimen de temperaturas medias sufre escasos cambios mensuales debido al control automático del clima (Figura 62). De esta forma, si la media de los tres meses de 2015 es de 25,5 °C, la del mismo período en 2016 es de 25,7 °C (+0,2 °C). De igual manera, las medias de los seis meses seleccionados se sitúan en un intervalo entre 25,0 °C (agosto de 2015) y 26,6 °C (junio de 2016), con una amplitud de T_a media mensual de sólo 1,6 °C.

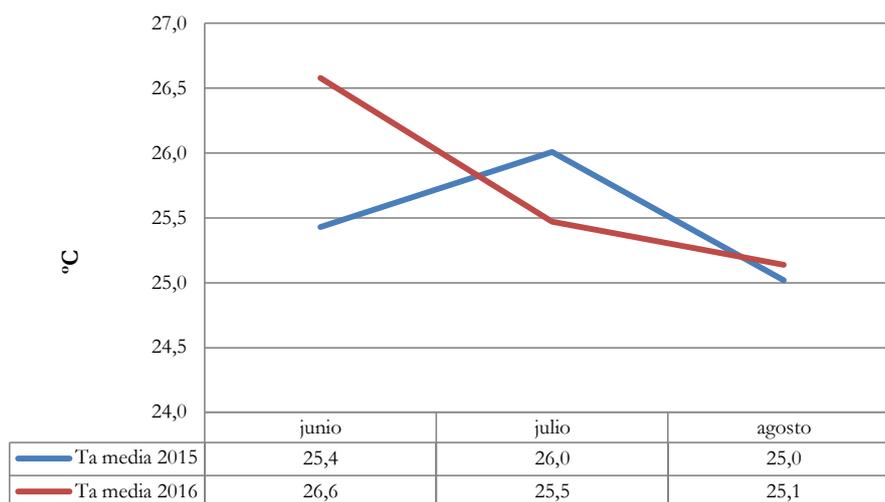


Figura 62. Régimen de temperaturas medias registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a las máximas absolutas registradas en el período analizado (Figura 63), la media de las máximas (40,2 °C en 2015 y 2016) constituye un dato de importancia relativa debido a que el control climático modifica el sentido de esta variable. De su análisis pueden extraerse los siguientes datos y conclusiones:

- La máxima Ta absoluta fue de 45,9 °C, registrada el miércoles 8 de junio de 2016 a las 15:30 h, seguida de los 44,7 °C del mismo día a las 14:30 h y los 44,6 °C del sábado día 4 de julio de 2015 a las 16:00 h.
- Mientras los picos máximos de Ta de junio y julio de ambos años superan los 43 °C, en agosto de 2015 y 2016 las mayores Ta registradas fueron, respectivamente, de 32,7 y 30,0 °C. De ello se deduce que el control climático estuvo activado durante todo el mes; sin embargo, en junio y julio de ambos años el automatismo de control fue desconectado en algún momento, ya que su activación constante no hubiese permitido esos picos máximos de Ta.

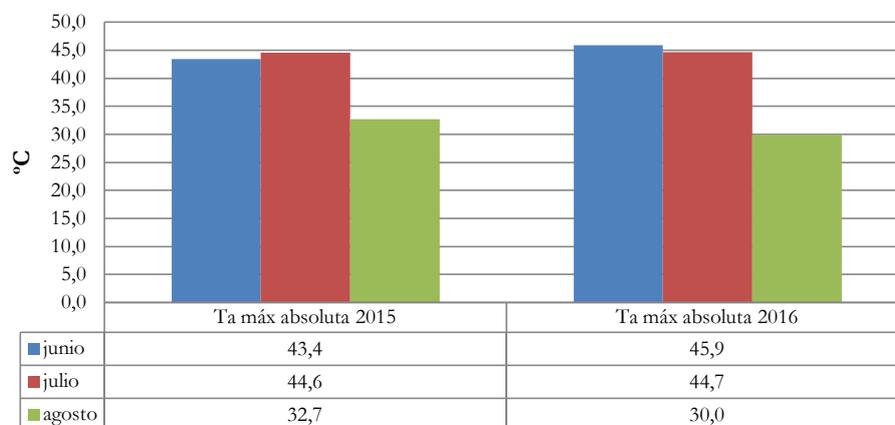


Figura 63. Temperaturas máximas absolutas registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En relación a las mínimas absolutas (Figura 64), la media de los tres meses de 2015 es de 16,2 °C y de 16,3 °C en 2016, siendo las menores temperaturas absolutas registradas en cada mes:

- Junio de 2015: 15,1 °C el lunes día 15 entre las 6:30 y las 7:00 h.
- Julio de 2015: 16,8 °C el viernes día 3 a las 7:00 horas y el sábado 4 a las 6:30 h.
- Agosto de 2015: 16,6 °C el miércoles día 5 a las 7:30 h y el viernes día 14 entre las 7:30 y las 8:00 h.
- Junio de 2016: 13,4 °C el viernes día 17 a las 6:30 h.
- Julio de 2016: 17,6 °C el miércoles día 13 a las 7:30 h.
- Agosto de 2016: 17,8 °C el domingo día 21 a las 7:30 h.

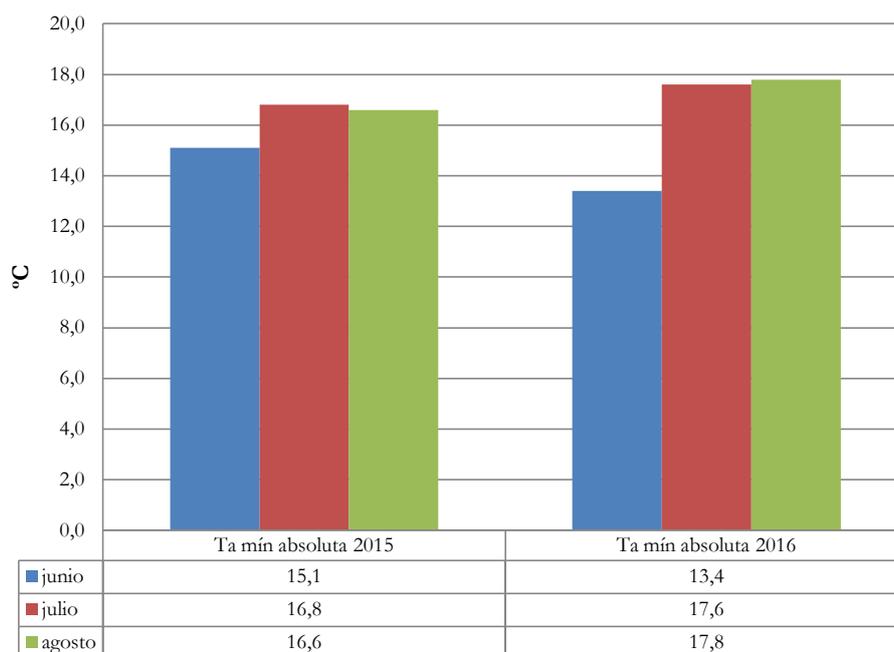


Figura 64. Temperaturas mínimas absolutas registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio, julio y agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 65 recoge el régimen de Ta correspondiente al mes de junio de 2015. En ella destaca la presencia de cuatro picos que indican una subida inverosímil de la Ta, que únicamente puede explicarse por la desactivación del control climático para, seguramente, realizar operaciones de mantenimiento en la instalación o actividades sobre los cultivos (cosecha, tratamientos, etc.). Así, durante los días 1, 2, 16 y 17 se alcanzan, en este orden, Ta medias de 29,9 °C (+4,5 °C), 30,5 (+5,1), 29,1 (+3,7) y 28,1 °C (+2,7 °C), muy superiores a la media mensual de 25,4 °C. Esta circunstancia es aún más patente al analizar la media de las Ta máximas; así, si la media de las máximas es de 31,4 °C, las máximas absolutas correspondientes a los días citados son, respectivamente, 39,7 °C (+8,3 °C), 43,4 (+12,0), 38,2 (+6,8) y 43,3 °C (+11,9 °C). Por lo que respecta a la media de las Ta mínimas, se sitúa en 18,7 °C, con oscilaciones diarias que fluctúan entre los 15,1 °C del día 15 entre las 6:30-7:00 h y los 22,6 °C del día 9 a las 13:30 h.

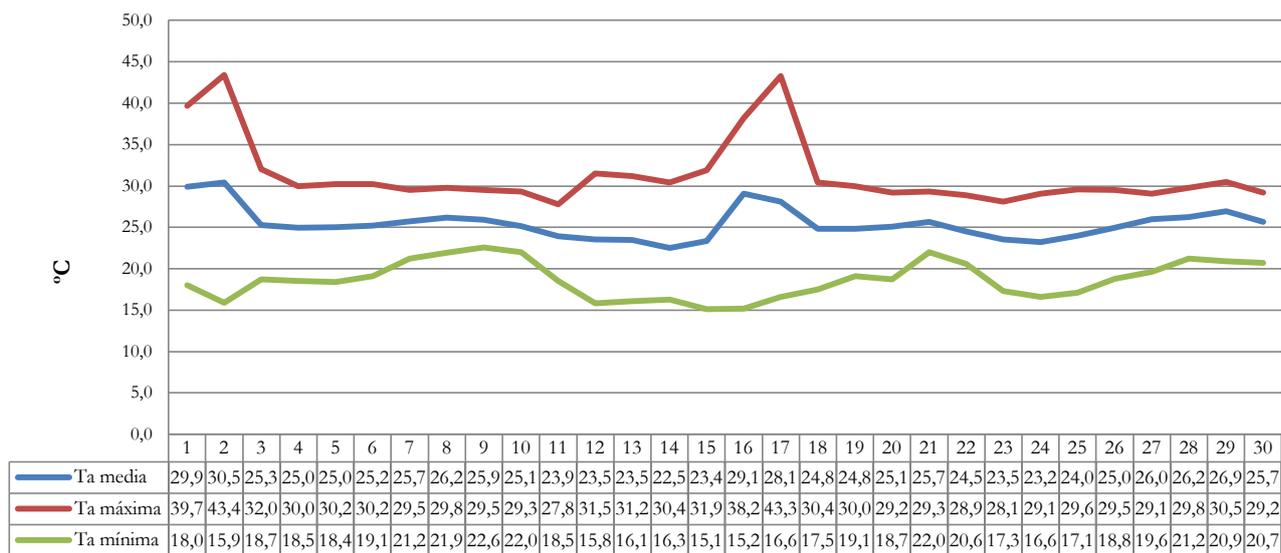


Figura 65. Régimen de temperaturas medias diarias registradas en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El mes de julio de 2015 (Figura 66) presenta idéntica eventualidad en los días 4, 5 y 6, con tres crestas posiblemente debidas, bien a las circunstancias reseñadas en el caso del mes anterior, bien por un corte de luz o avería eléctrica, ya que los días 4 y 5 fueron sábado y domingo. Así pues, durante estos días se alcanzan, en este orden, Ta medias de 31,3 °C (+5,3 °C), 35,1 (+9,1) y 27,4 °C (+1,4), bastante más altas que la media mensual de 26,0 °C. El estudio de la media de las Ta máximas absolutas reafirma la existencia de esta contingencia, ya que sobre una media de 31,6 °C, en los tres días mencionados se registran, respectivamente, 44,6 °C (+13,0 °C), 44,3 (+12,7) y 40,9 (+9,3). En cuanto a la media de las Ta mínimas absolutas, se sitúa en 19,5 °C, con oscilaciones diarias encuadradas en un intervalo que fluctúa entre los 16,8 °C de los días 3 a las 7:00 h y 4 a las 6:30 h y los 22,2 °C del día 17 a las 7:30 h.

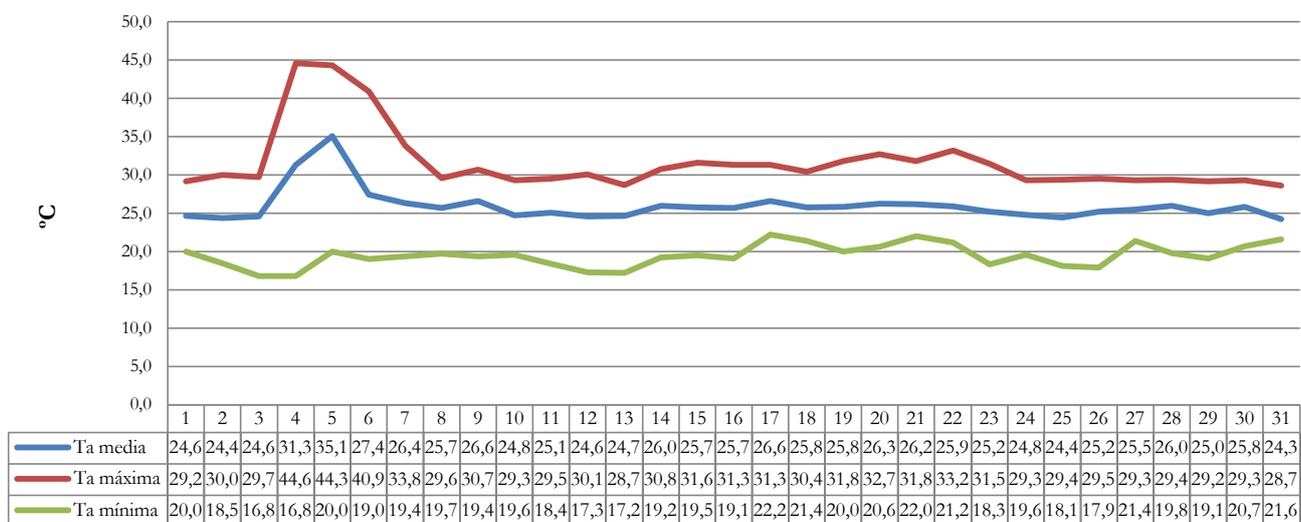


Figura 66. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Durante el mes de agosto de 2015 el control automático del clima permaneció en funcionamiento sin interrupciones; de manera que las líneas de Ta se aplanan y siguen idéntica tendencia. Únicamente las mínimas, no afectadas por el control automático, presentan una amplitud mayor en sus vaivenes diarios. Por tanto, la Ta media es de 25,0 °C, con medias diarias que sólo fluctúan 3,1 °C, en un intervalo entre 23,6 y 26,7 °C. Con las medias de las máximas absolutas sucede otro tanto; la media mensual es de 29,6 °C (no alcanza la Ta consignada de 30 °C), con una amplitud de 4,3 °C, entre 28,4 y 32,7 °C. Finalmente, las medias de las Ta mínimas absolutas muestran las oscilaciones habituales dependientes del clima exterior y que son las que se podrían registrar en cualquier invernadero. Así, la media mensual es de 19,3 °C, con un amplitud mensual de 5,4 °C, en un rango que oscila entre los 16,0 °C de los días 5, a las 7:30 h y 14, entre las 7:30 y 8:00 h y los 22,0 °C del día 31 a las 6:00 h (Figura 67).

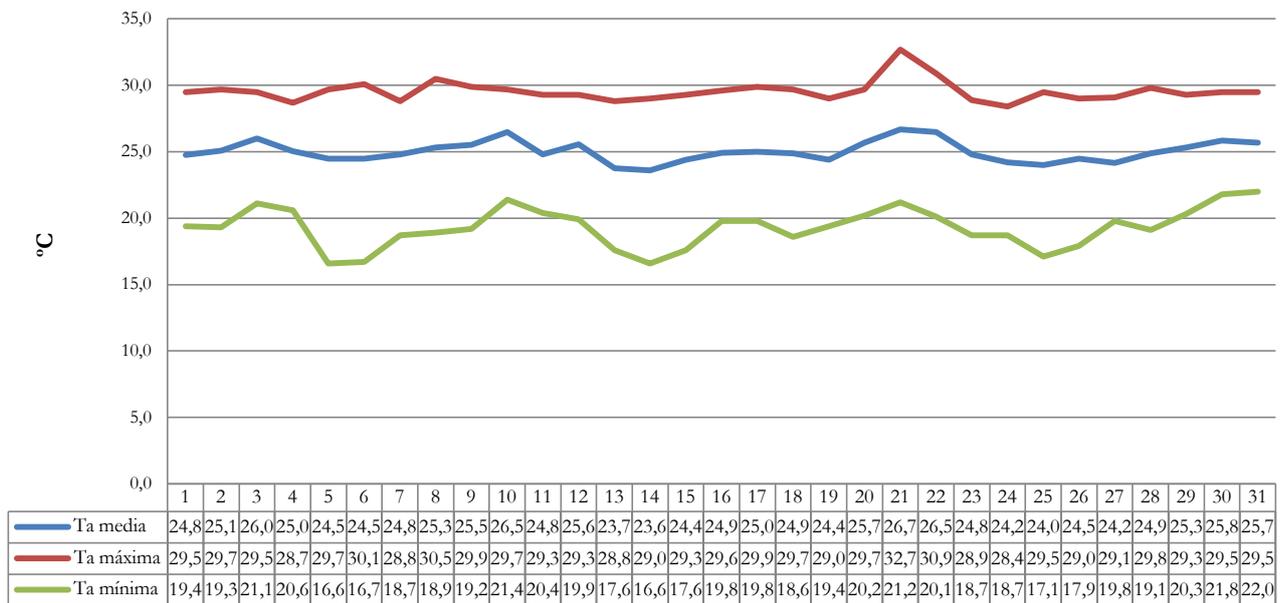


Figura 67. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

En el mes de junio de 2016 (Figura 68), como sucedió en el mismo mes del año anterior, las líneas de Ta muestran dientes de sierra en sus medias diarias y, sobre todo, en las medias de las máximas absolutas. Las razones que justifican esta tendencia son las mismas que afectaron y se mencionaron para el mes de junio de 2015: fue interrumpido o funcionó defectuosamente el control automático hasta en 15 días, si se observa el régimen de Ta máximas absolutas. La media mensual es de 26,4 °C, la más alta de los seis meses analizados; las oscilaciones diarias presentan una amplitud de 11,5 °C, con un intervalo de 22,0-33,5 °C. La Ta media de las máximas absolutas es de 34,5 °C, también la mayor de los seis meses, con una amplitud de 20,8 °C, en un rango de 25,1-45,9 °C.

Nótese la enorme diferencia en el régimen de Ta, entre las medias diarias y las medias de las máximas absolutas cuando no existe control del clima o este funciona defectuosamente. Así, si analizamos los ocho primeros días del mes (sin control), la Ta media sube a 28,6 °C y la media de las máximas a 39,4 °C. Estos son los valores que se pueden registrar en un invernadero sin tecnología de control del clima. Finalmente, la media de las Ta mínimas absolutas se sitúa en 17,9 °C, con una amplitud de 8,7 °C, entre los 13,4 °C del día 1 a las 6:00 h y los 22,1°C del día 28 a las 7:00 h.

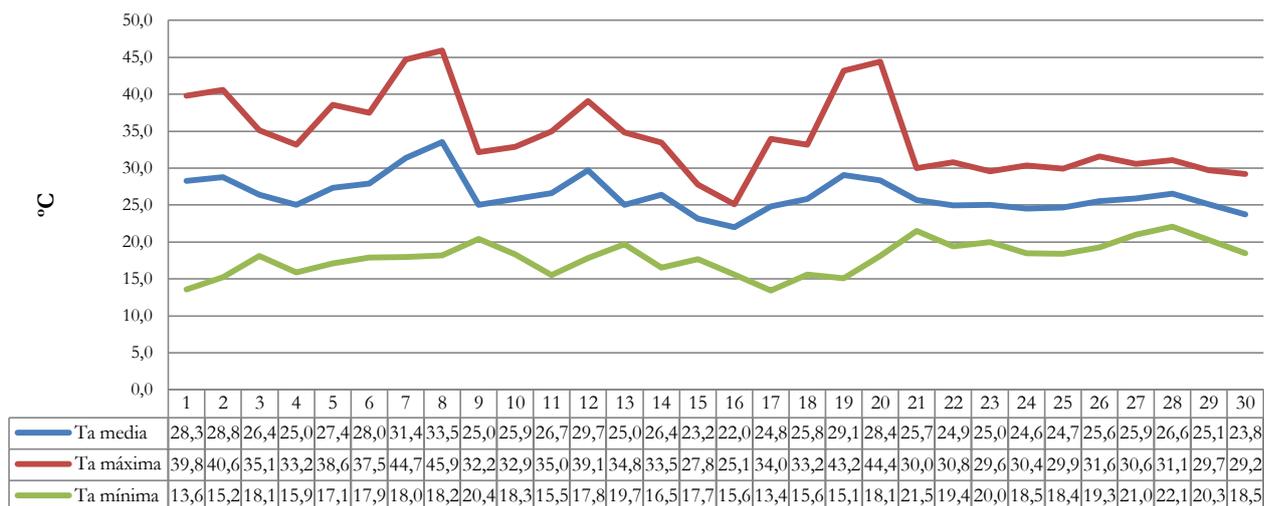


Figura 68. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En el mes de julio de 2016 (Figura 69) la tendencia seguida por las líneas de Ta es similar a la del mismo mes del año anterior: durante los días 7 y 8 no funcionó el control automático del clima, mientras en el resto del mes las diferentes líneas siguen idéntica trayectoria y la separación existente entre ellas es menor que en otras ocasiones. La media de las Ta medias diarias es de 25,5 °C, con una amplitud de 5,8 °C (23,8-29,6 °C), que desciende a 2,9 °C si se ignoran los valores de los días 7 y 8. La media de las Ta máximas absolutas se sitúa en 29,9 °C, con una amplitud de 16,4 °C (28,3-44,7 °C), que baja tan sólo a 2,0 °C si se soslayan los datos de los dos días mencionados, circunstancia que demuestra, una vez más, la efectividad de las tecnologías aplicadas correctamente en los invernaderos. El régimen de mínimas absolutas presenta una media de 20,6 °C y un rango que fluctúa entre los 17,6 °C del día 13 a las 7:30 h y los 22,9 °C del día 29 entre las 6:00 y las 7:00 h.

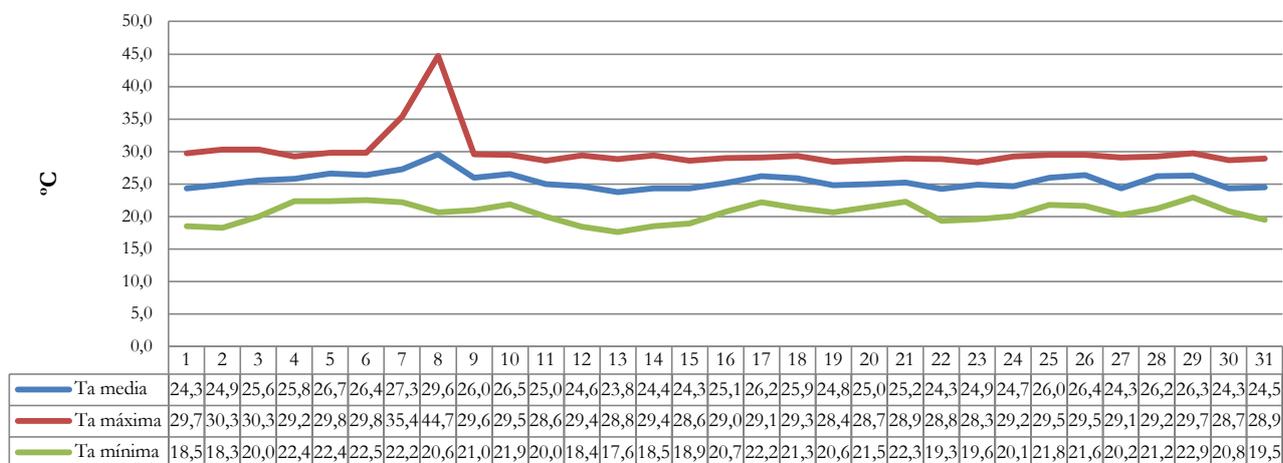


Figura 69. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Durante el mes de agosto de 2016, al igual que en el mismo mes del año anterior, el control automático del clima funcionó sin interrupciones; de manera que las líneas de Ta se nivelan y mantienen idéntica disposición (Figura 70). La media mensual de las Ta medias diarias es de 25,1 °C (0,1 °C más que en el mes de agosto de 2015), con medias diarias que sólo fluctúan 3,0 °C, en un intervalo entre 23,4 °C y 26,4 °C. Con respecto a las máximas absolutas sucede otro tanto; su media mensual es 29,1 °C (no alcanza la Ta consignada de 30 °C), con una muy reducida amplitud de 1,7 °C, entre 28,3 y 30,0 °C. Por último, las medias diarias de las Ta mínimas absolutas muestran las oscilaciones habituales dependientes del clima exterior y que son las que se puedan registrar en cualquier instalación invernada sin tecnificar. Así, la media mensual es de 20,1 °C, con un amplitud mensual de 4,9 °C, en un rango que oscila entre los 17,8 °C del día 21, a las 7:30 h y los 22,7 °C de los días 9 y 24 a idéntica hora, entre las 7:30 y las 8:00 h.

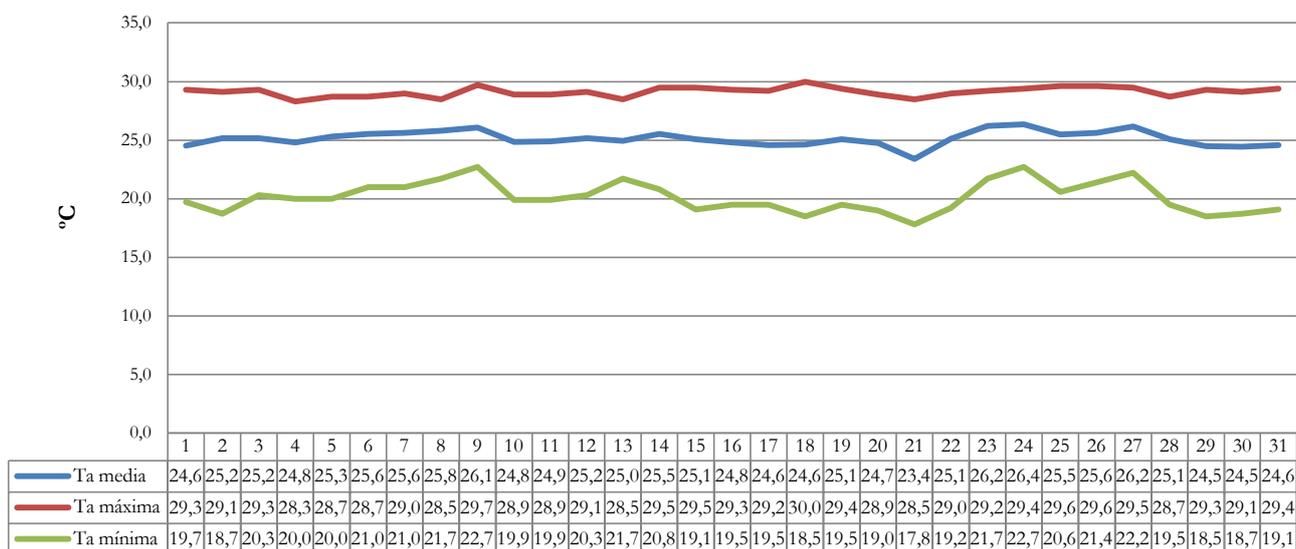


Figura 70. Régimen de temperaturas registradas en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Para estudiar cómo evoluciona la Ta en función de las medias horarias (a lo largo de un día de trabajo) se han seleccionado los dos meses, de los seis anteriores, que han mostrado mayores diferencias entre sí en su régimen diario de Ta medias. Por tanto, los meses de junio y agosto de 2016 podrían ser considerados, con ciertas reservas el primero, como ejemplos habituales de instalaciones sin y con control climático, respectivamente. Además, se ha optado por incluir también el mes de junio de 2015, por ser un caso híbrido entre los dos anteriores, ya que aunque el control del clima sólo estuvo interrumpido cuatro días, fue tiempo suficiente para alterar los valores globales de Ta.

La Figura 71 refleja fielmente esta situación; así, el mes de agosto (trazo verde de dicha figura) muestra mayor regularidad en el régimen de Ta, ya que el control del clima funcionó de forma ininterrumpida, con una Ta de consigna fijada en 30 °C, bastante alejada de la media horaria del mes, situada en 25,1 °C. Un estudio más detallado de la línea de Ta de dicho mes revela que a las 10:00 h se alcanza la Ta media más elevada y que, a partir de esta hora entra en funcionamiento el sistema de control (24,9 °C a las 13:00 h). Las Ta medias se mantienen en unos valores muy contenidos, con una mínima fluctuación de 2,5 °C en el transcurso de la jornada laboral. Las horas de más calor son las 10:00 h (27,7 °C) y las 21:00 h (27,2 °C). De esta circunstancia se deduce que a medida que la Ta exterior sube, el control automático se dispara mayor número de veces, en intervalos de tiempo cada vez más cortos. Esto explica que a las 22:00 h (26,0

°C) la Ta media sea idéntica a la de las 18:00 h y mayor que las correspondientes a la franja horaria entre las 13:00 y las 15:00 h.

El mes de junio de 2015 (trazo azul de la Figura 71) representa una situación intermedia, como se mencionó anteriormente. La interrupción durante cuatro días del sistema automático de control climático altera tanto la línea de las Ta medias horarias como los valores de las horas de mayor calor. La media mensual es de 25,4 °C (0,3 °C mayor que la de agosto de 2016), pero las oscilaciones medias horarias tienen una amplitud de 8,5 °C, diferencia resultante entre los 18,9 °C de las 7:00 h y los 27,4 °C de las 15:00 h. Al contrario que en agosto, las Ta medias horarias son mayores a mediodía y por la tarde; de hecho, se superan los 27 °C desde las 12:00 hasta las 18:00 h.

Finalmente, el mes de junio de 2016 (trazo rojo de la Figura 71) representa la situación más caótica, menos controlada en definitiva. Durante buena parte del mes el sistema de control no funcionó, de ahí que su línea de Ta ascienda considerablemente durante la tarde. La media mensual es de 26,4 °C, ligeramente superior a las dos anteriores; sin embargo, las oscilaciones horarias presentan una amplitud de 13,7 °C, con medias que fluctúan entre 18,1 °C a las 7:00 h y 31,9 °C a las 16:00 h. Las medias superan la Ta de consigna (30 °C) desde las 14:00 hasta las 17:00 h.



Figura 71. Temperaturas medias horarias registradas en el interior del invernadero durante los meses de junio de 2015 y junio y agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

Por último, a fin de intentar ejemplificar, más nítidamente, la influencia que el sistema de control ejerce en la Ta del invernadero, se ha analizado el comportamiento de este parámetro en dos días consecutivos, en concreto los días 8 y 9 de junio de 2016; en el primero de ellos, el sistema de control estuvo desactivado, no así en el segundo. La Figura 72 muestra cómo, a pesar de que la Ta del día 8 es muy similar, e incluso menor hasta las 9:30 h, a partir de ese momento la línea de Ta comienza a ascender y a incrementar la distancia con respecto a la del día 9. Así, a las 16:00 h hay 20,6 °C de diferencia (24,3 a 44,9 °C) con respecto a la misma hora del día siguiente. Durante el día 8 se registran Ta superiores a los 40 °C desde las 14:00 hasta las 17:30 h, con un pico máximo de 45,9 °C a las 15:30 h. Por el contrario, el día 9 muestra una línea en forma de dientes de sierra debido a las continuas activaciones del sistema de control, que reducen momentáneamente la Ta interior, manteniendo una media diaria de 25,0 °C, 8,6 °C menos

que la media del día anterior. La mayor Ta registrada el día 9 fue de 32,2 °C a las 11:30 h, unos minutos antes del inicio del funcionamiento del sistema de control, ya que en sólo 30 minutos la Ta descendió a 23,2 °C (9,0 °C menos).

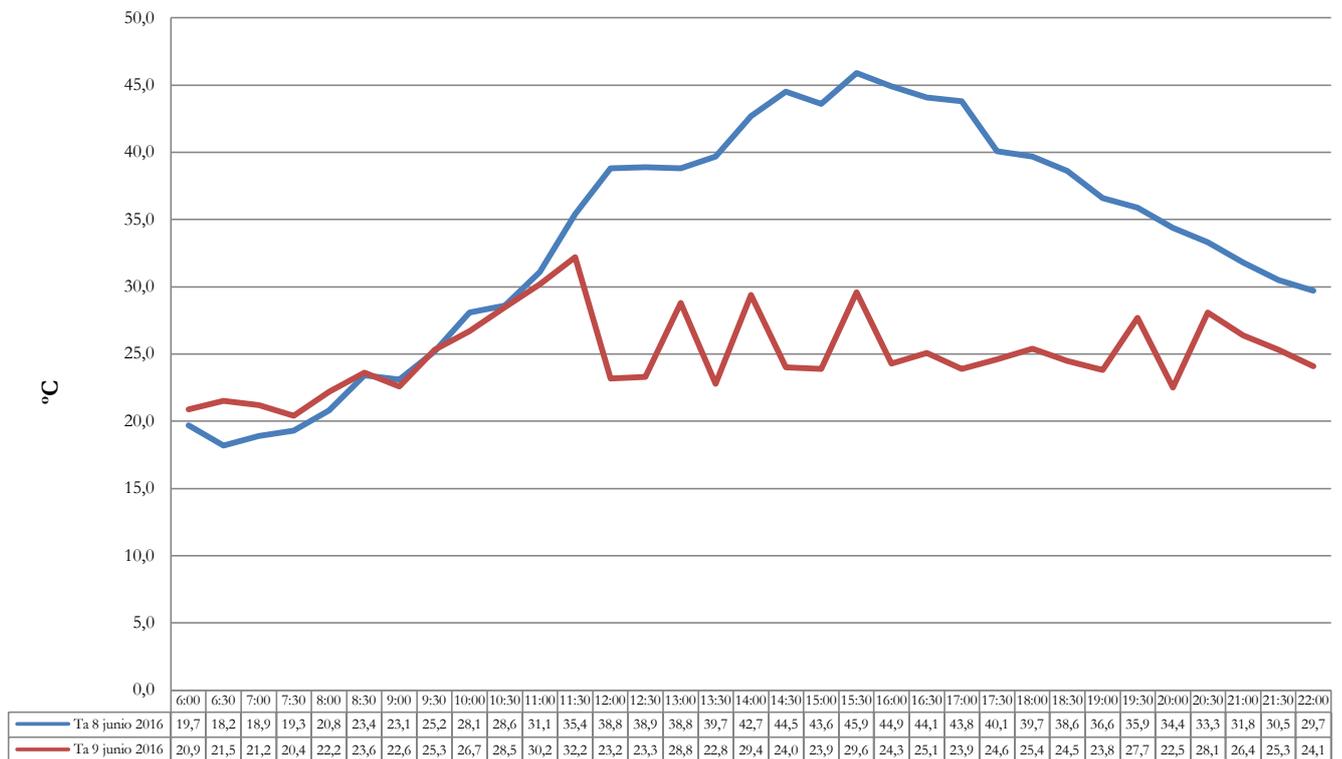


Figura 72. Influencia del control climático en el comportamiento de la Ta en el invernadero durante dos días consecutivos, el 8 (control desactivado) y 9 (control activado) de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.2. Temperatura interior durante el período frío

El comportamiento de la Ta durante el período frío (Figura 73) ha sido abordado mediante el análisis de los meses de diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015 (en horario laboral de 6:00 a 22:00 h) debido a la mayor probabilidad de encontrar situaciones de desconfort por frío. El régimen de temperaturas medias sufre escasos cambios mensuales, de manera que la media de los tres meses es de 12,2 °C, en un intervalo que fluctúa entre 11,8 °C (enero) y 13,1 °C (febrero), con una amplitud de la Ta media mensual de sólo 1,3 °C.

Con respecto a las máximas absolutas registradas en el período analizado (Figura 73), su media es de 32,3 °C, con un pico en febrero de 36,4 °C. Las Ta mínimas absolutas presentan una media de -1,3 °C; la menor Ta absoluta fue de -2,1 °C, registrada el miércoles 31 de diciembre de 2014 a las 8:30 h, seguida de los -2,0 °C del mismo día a las 8:00 h y de -1,7 °C al día siguiente a las 8:30 h.

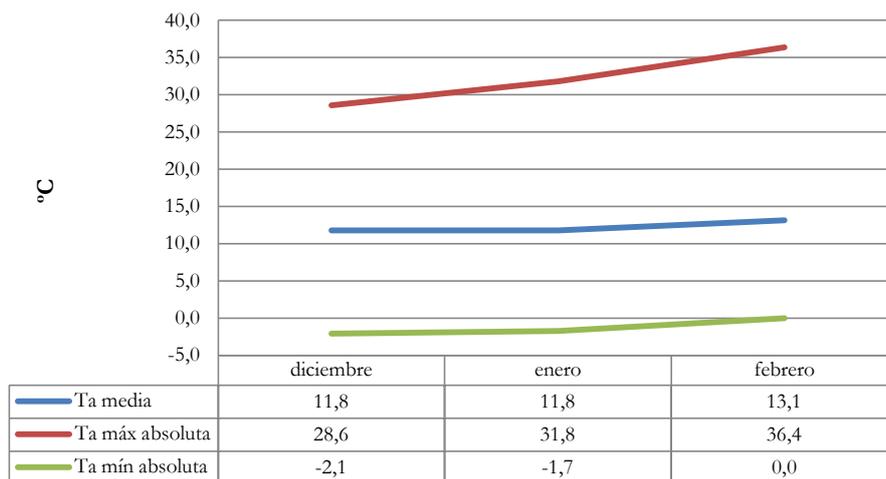


Figura 73. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el período frío, comprendido entre diciembre de 2014 y febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Las líneas de Ta correspondientes al mes de diciembre de 2014 se muestran en la Figura 74. La media mensual de las Ta medias diarias es de 11,8 °C, con una fluctuación de 8,1 °C entre el valor mínimo de 7,6 °C del sábado día 20 y el valor máximo de 15,7 °C alcanzado el martes día 16. Hay seis días (mayoritariamente a final de mes) cuyas medias están por debajo de los 10 °C, en un intervalo de 9,9 °C (día 12) a 7,6 °C (día 20). La media de las máximas absolutas se sitúa en 23,1 °C, con un valor máximo de 28,6 °C (día 16) y mínimo de 10,1 °C (día 20), con una amplitud, por tanto, de 18,5 °C. Por lo que respecta a la media mensual de las Ta mínimas absolutas, es de 4,8 °C, con oscilaciones diarias de hasta 12,5 °C, que fluctúan entre los -2,1 °C del día 31 a las 8:30 h y los 10,4 °C del día 13 a las 6:00 h.

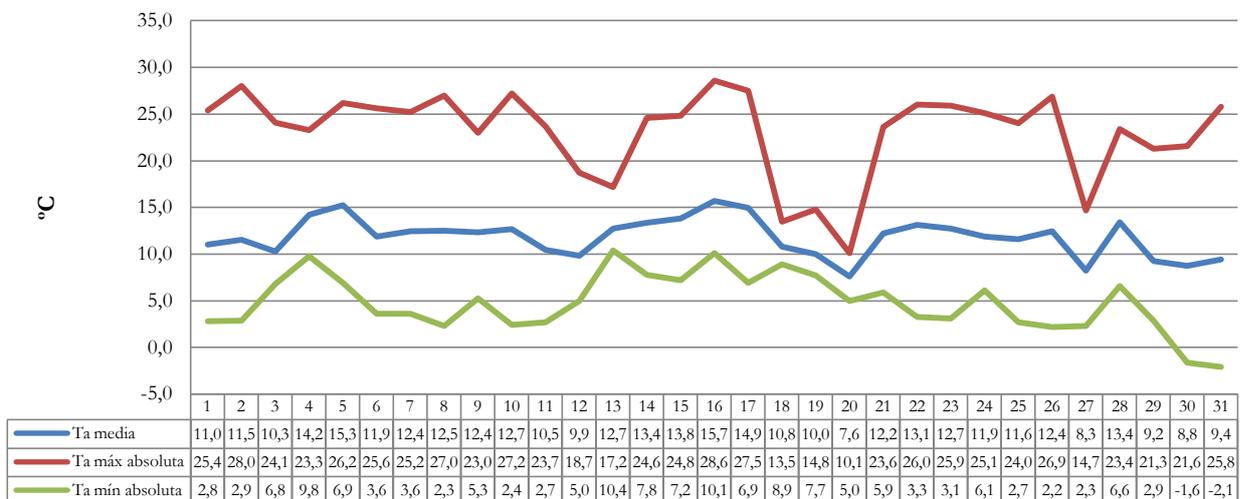


Figura 74. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

La Figura 75 muestra el régimen de Ta correspondiente al mes de enero de 2015. La media mensual de las Ta medias diarias es de 11,8 °C, con una fluctuación de 10,3 °C entre el valor mínimo de 6,0 °C del

miércoles día 7 y el valor máximo de 16,3 °C alcanzado el viernes día 30. A partir del día 20 la línea de las Ta medias diarias sigue una clara tendencia ascendente. La media mensual de las máximas absolutas se sitúa en 23,7 °C, con un valor máximo de 31,8 °C (día 26) y un mínimo de 8,7 °C (día 7), con una amplitud, por tanto, de 23,1 °C, reflejada en una línea con profundas vaguadas y elevadas crestas. Por lo que respecta a la media mensual de las Ta mínimas absolutas, se sitúa en 3,2 °C, con oscilaciones diarias de hasta 14,2 °C, que fluctúan entre los -1,7 °C del día 1 a las 8:30 h y los 12,5 °C del día 30 a las 6:00 h.

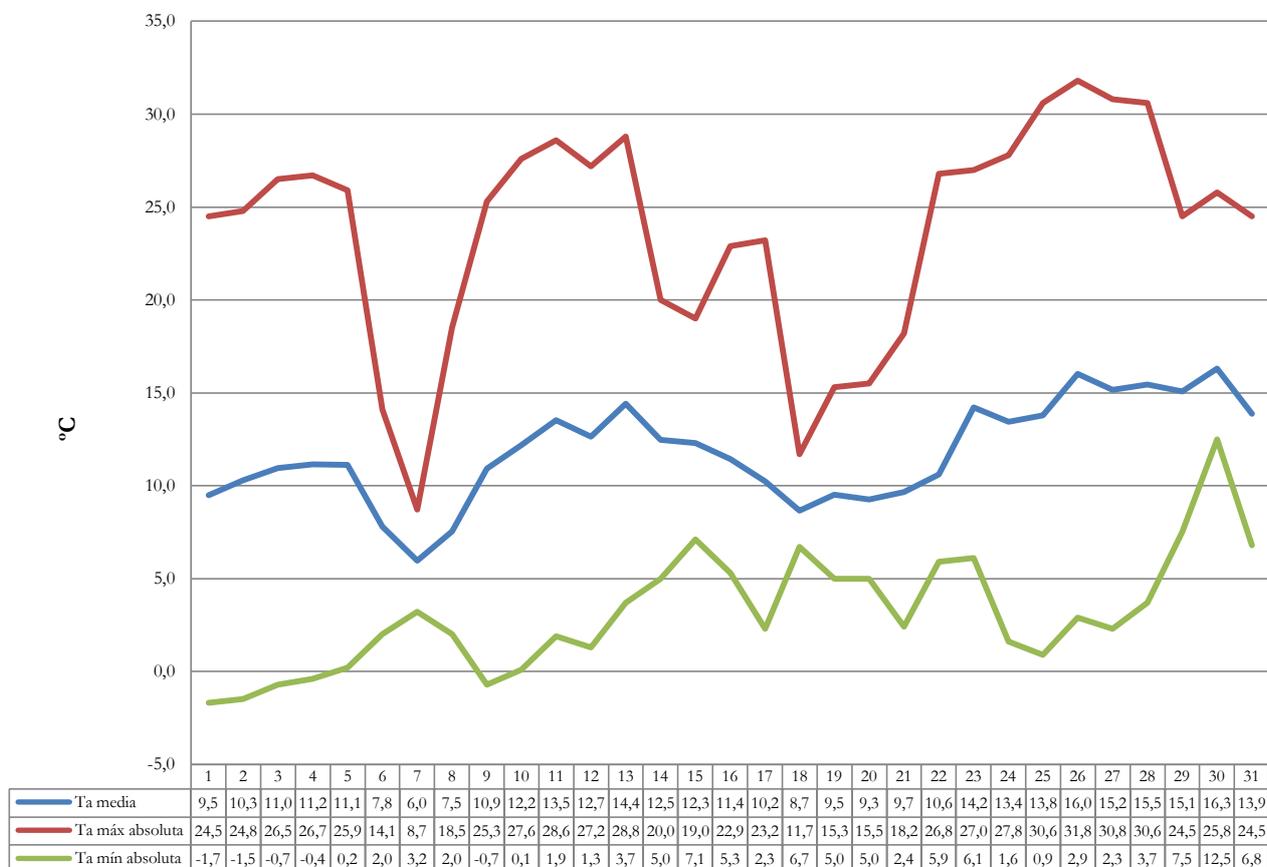


Figura 75. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

El comportamiento de las Ta durante el mes de febrero (Figura 76) arroja un valor para la media mensual de las Ta medias diarias de 15,6 °C, con una fluctuación de 10,1 °C entre el valor mínimo de 10,4 °C del miércoles día 4 y el valor máximo de 20,5 °C alcanzado el domingo día 22. Las máximas absolutas presentan una media mensual de 28,3 °C, con un valor máximo de 36,4 °C (día 21) y un mínimo de 16,3 °C (día 2), con una amplitud, por tanto, de 20,1 °C, reflejada en una línea profundamente serrada. En relación a la media mensual de las Ta mínimas absolutas, se sitúa en 5,8 °C, con oscilaciones diarias de 10,6 °C, que fluctúan entre los 0,0 °C del día 8 a las 6:00 h y los 10,6 °C del día 14 a las 8:00 h.

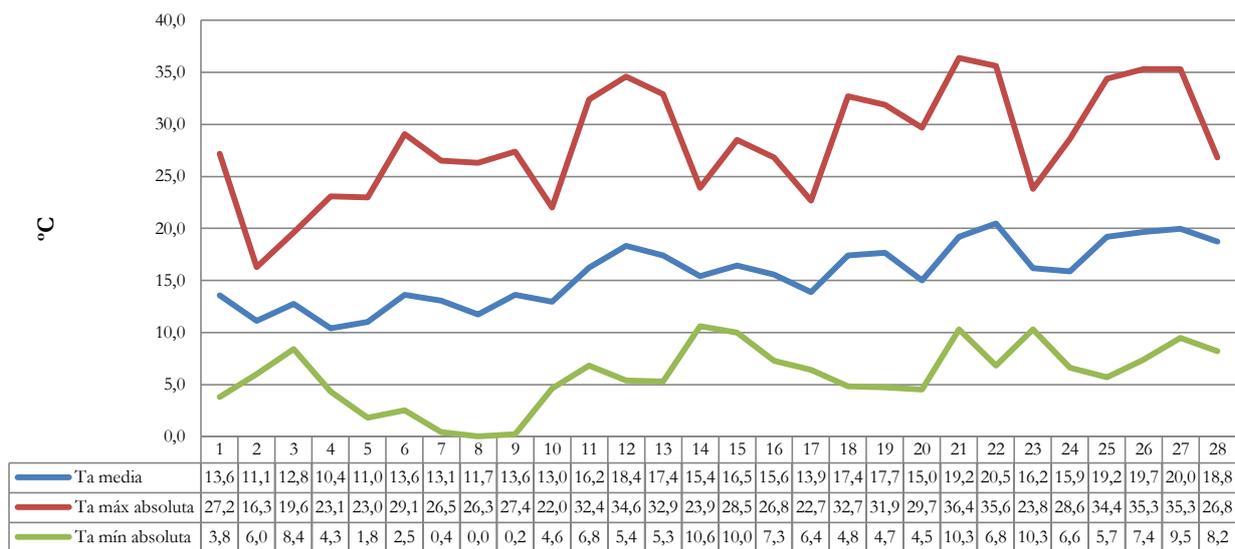


Figura 76. Régimen de temperaturas registradas en el invernadero durante el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 77 muestra el resultado de la comparación de las Ta medias diarias de los meses del período frío. Se observa que el comportamiento de la Ta media es similar en diciembre y enero, cuya diferencia, mínima, se sitúa en 0,04 °C, siendo por tanto enero el mes más frío de los tres. Por el contrario, los valores de febrero son mayores durante casi todos los días del mes.

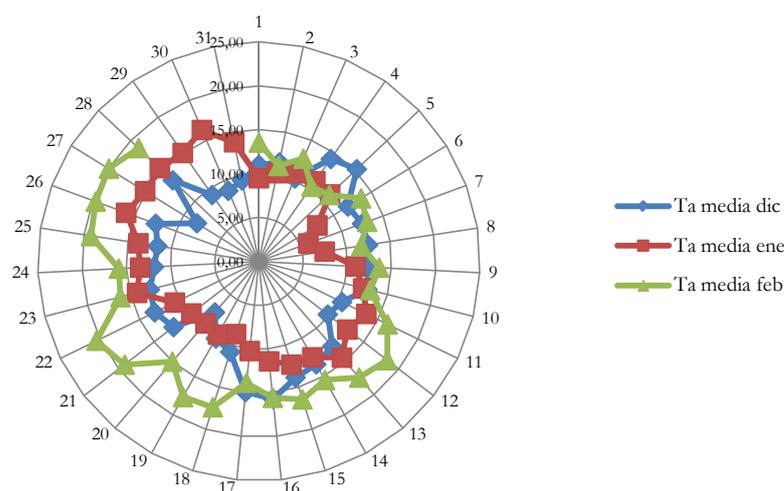


Figura 77. Comparación de las temperaturas medias diarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La comparación de las Ta máximas absolutas diarias de los tres meses más fríos (Figura 78) revela un comportamiento similar en diciembre y enero, cuyas medias sólo difieren en 0,6 °C (23,1 °C en diciembre

y 23,7 °C en enero). A la mayor regularidad de diciembre se oponen las fluctuaciones de enero y febrero, mientras las medias de este último son netamente más elevadas (28,3 °C).

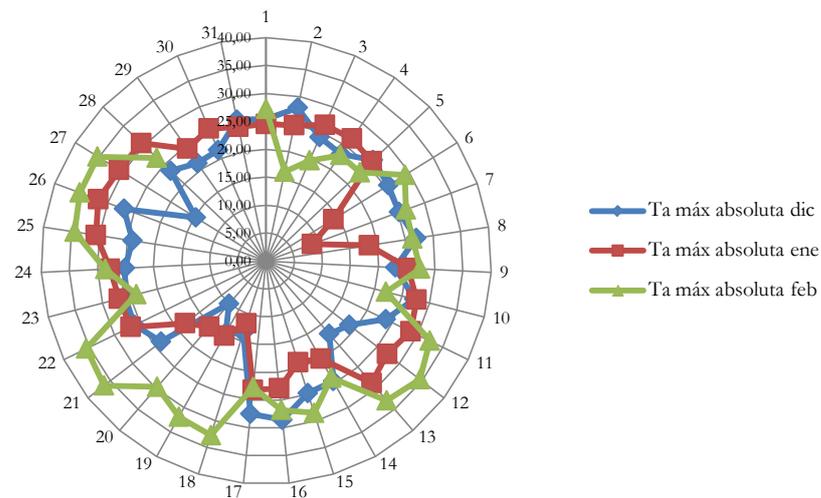


Figura 78. Comparación de las temperaturas máximas absolutas diarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

El comportamiento de las T_a mínimas absolutas (Figura 79) es similar en los tres meses, con fluctuaciones respectivas de 12,5, 14,2 y 10,6 °C. Los meses de diciembre y enero presentan mínimas absolutas negativas, dos días en el primero y cinco en el segundo. La menor de las medias corresponde, por tanto, a enero con 3,2 °C, seguida de diciembre con 4,8 °C y febrero con 5,8 °C.

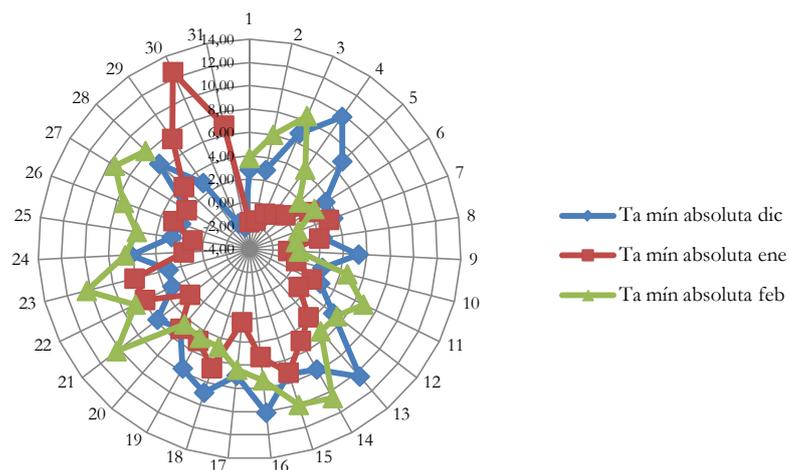


Figura 79. Comparación de las temperaturas mínimas absolutas diarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

El estudio de las T_a medias horarias de los meses que constituyen el período frío (Figura 80) revela que todas las líneas de T_a siguen un mismo patrón. Si la menor T_a media de diciembre y enero se registra a las 9:00 h, en febrero tiene lugar a las 8:00 h. Situación similar se produce con las máximas, con picos a las 15:00 h en los dos primeros meses y a las 14:00 h en el tercero. En diciembre y enero las T_a medias horarias son idénticas (11,6 °C), mientras que en febrero asciende notablemente (15,3 °C). En diciembre,

desde las 6:00 hasta las 12:00 h y a partir de las 20:00 h se mantienen T_a inferiores a la media; en enero este hecho tiene lugar entre las 6:00 y las 11:00 h y a partir, igualmente, de las 20:00 h y, finalmente, en febrero entre las 6:00 y las 10:00 h y a partir de las 19:00 h. El descenso más brusco de T_a en diciembre en una sola hora es de 4,0 °C entre las 18:00 y las 19:00 h; en enero es de 3,9 °C en idéntica franja horaria y en febrero es de 4,1 °C entre las 17:00 y las 18:00 h.

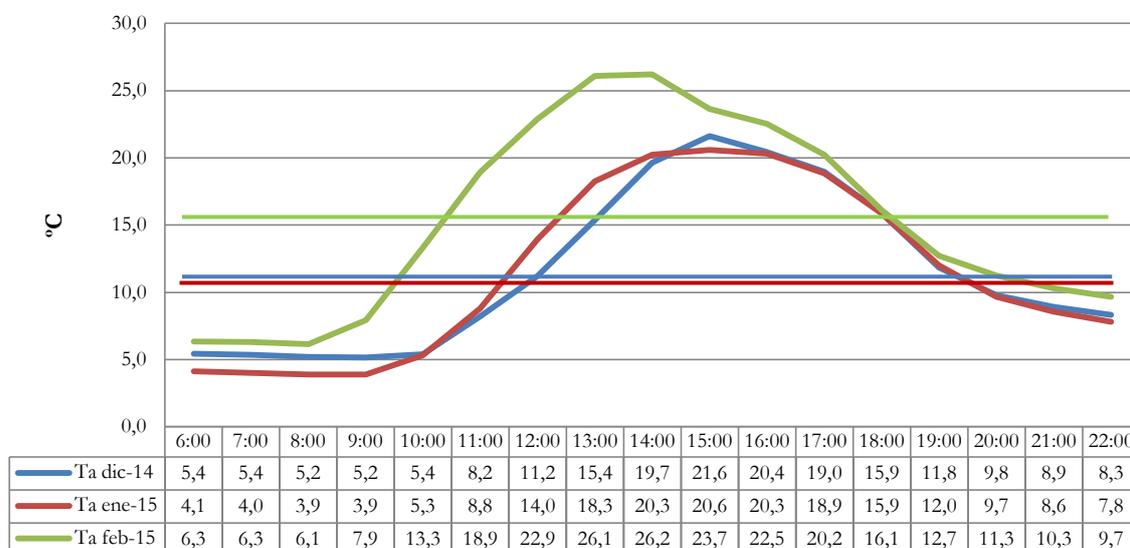


Figura 80. Comparación de las temperaturas medias horarias registradas en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Por último, existen dos días en este intervalo temporal, el 31 de diciembre y el 1 de enero, que presentan hasta cinco horas con T_a negativas dentro de la jornada; de hecho, son los dos días más fríos del período, con medias respectivas de 8,9 y 9,4 °C. La Figura 81 muestra sus fuertes oscilaciones diarias. El 31 de diciembre presenta una fluctuación de la T_a de 27,9 °C a lo largo de la jornada, entre los -2,1 °C de las 8:30 h y los 25,8 °C de las 15:30 h. El 1 de enero, la oscilación diaria es de 28,0 °C, entre los -1,6 °C de las 8:30 h y los 26,4 °C de las 15:30 h.

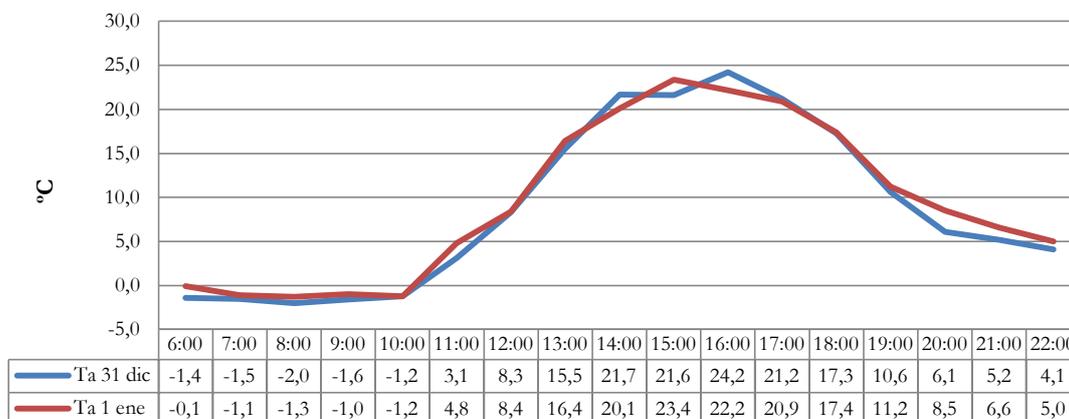


Figura 81. Comparación de las oscilaciones de las temperaturas medias diarias registradas en el invernadero el 31 de diciembre de 2014 y 1 de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.3. Humedad relativa interior durante el período cálido

En el estudio de la HR interior se ha seguido idéntico patrón temporal al empleado en el análisis de la Ta interior del período cálido, es decir, desde junio a agosto de 2015 y 2016, en horario de 6:00 a 22:00 h. La importancia de la observación de la HR en el invernadero durante los meses de calor radica en que este parámetro puede ayudar a incrementar el grado de disconfort de los trabajadores, ya que la acción combinada de elevadas Ta y HR potencia esa sensación de incomodidad por calor. La HR presenta una media, para estos seis meses, de 53,5%, que fluctúa entre el 44,6% de junio de 2016 y el 58,0% de agosto del mismo año; por tanto, la amplitud de dicho intervalo es escasa, pues se sitúa en 13,4 puntos porcentuales. La HR media correspondiente a los meses de junio es de 47,3%, 56,1% la de los meses de julio y 58,6% la de los dos agostos (Figura 82).

Por lo que respecta a las máximas absolutas, la media de todo el período se sitúa en 82,5%, en un intervalo que fluctúa entre 86,7% del 15 de junio de 2015 a las 6:00 h y 79,4% del 20 de agosto de 2016 a la misma hora. Las fluctuaciones mensuales de las mínimas absolutas son mayores; así, si la media del período es de 17,7%, el intervalo oscila entre 9,9% del 4 de julio de 2015 a las 16:00 h y 32,4% del 20 de agosto de 2016 a las 20:00 h. Nótese que sólo 16 horas separan los registros máximo y mínimo de este último mes.

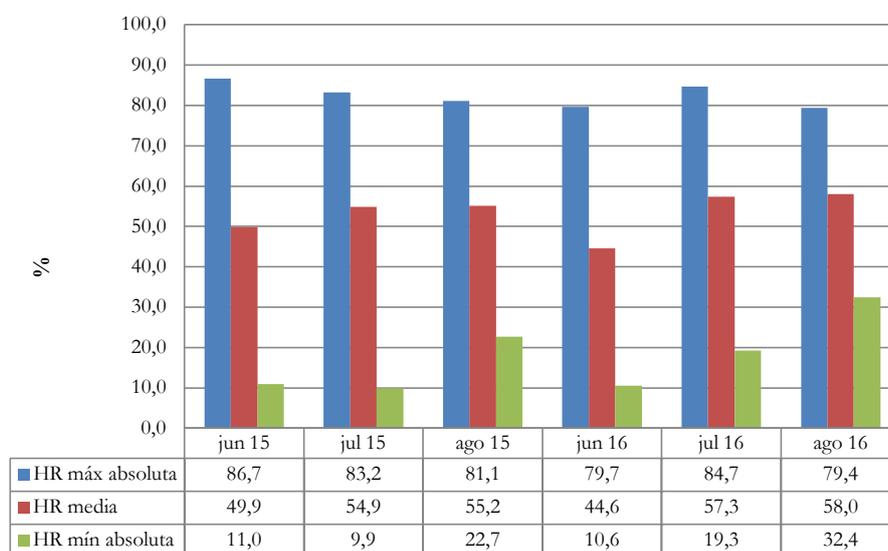


Figura 82. Humedad relativa media registrada en el invernadero durante los meses de junio a agosto de 2015 y 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

La Figura 83 recoge el régimen de HR correspondiente al mes de junio de 2015. En ella destaca la presencia de dos profundas vaguadas que indican un descenso sorprendente de la HR y que tiene su origen en la desactivación del control climático del invernadero. La HR media es del 49,9%, en un intervalo que oscila entre 30,7 y 57,5% (amplitud de 26,9 puntos). Considerando que durante los días 1, 2, 16 y 17 el control del clima fue desconectado, los valores de HR correspondientes a estos días resultan ser los más bajos; así, el día 1 presenta una media de 41,0% (8,9 puntos por debajo de la media), el día 2 de 30,7% (valor mínimo mensual y 19,2 puntos inferior a la media), la del día 16 es del 39,5% (10,5 puntos bajo la media) y, por último, la media del día 17 es de 41,9% (8,0 puntos bajo la media).

Sin embargo, y al contrario de lo que ocurría con la Ta, esta circunstancia no se refleja nítidamente al analizar la media de las HR máximas, aunque los valores de los días 1, 16 y 17 superan generosamente el valor medio mensual, no así el día 2, que queda por debajo; la media de las máximas es de 71,1%, con un rango que fluctúa entre 86,7%, registrado el día 15 a las 6:00 h y 56,6%, con una amplitud, por consiguiente, de 30,1 puntos porcentuales, que es la mayor del período seleccionado, 10,0 puntos más elevada que la siguiente (julio de 2015). Por lo que respecta a la HR media de las mínimas, se sitúa en 32,4%, con oscilaciones diarias circunscritas entre el 11,0% del día 2 a las 16:00 h y el 48,8% del día 10 (amplitud de 37,8 puntos). Los cuatro días ya mencionados registran valores notablemente inferiores a la media; de hecho, los dos porcentajes más bajos del mes corresponden a los días 2 con 11,0% (21,4 puntos por debajo de la media de las mínimas) y 17 con 11,5% (20,9 puntos bajo la media). Queda patente una vez más el hecho de que sin control climático la HR muestra sus valores más extremos, mientras que un adecuado ejercicio de dicho control consigue que las cifras máximas y mínimas se aproximen.

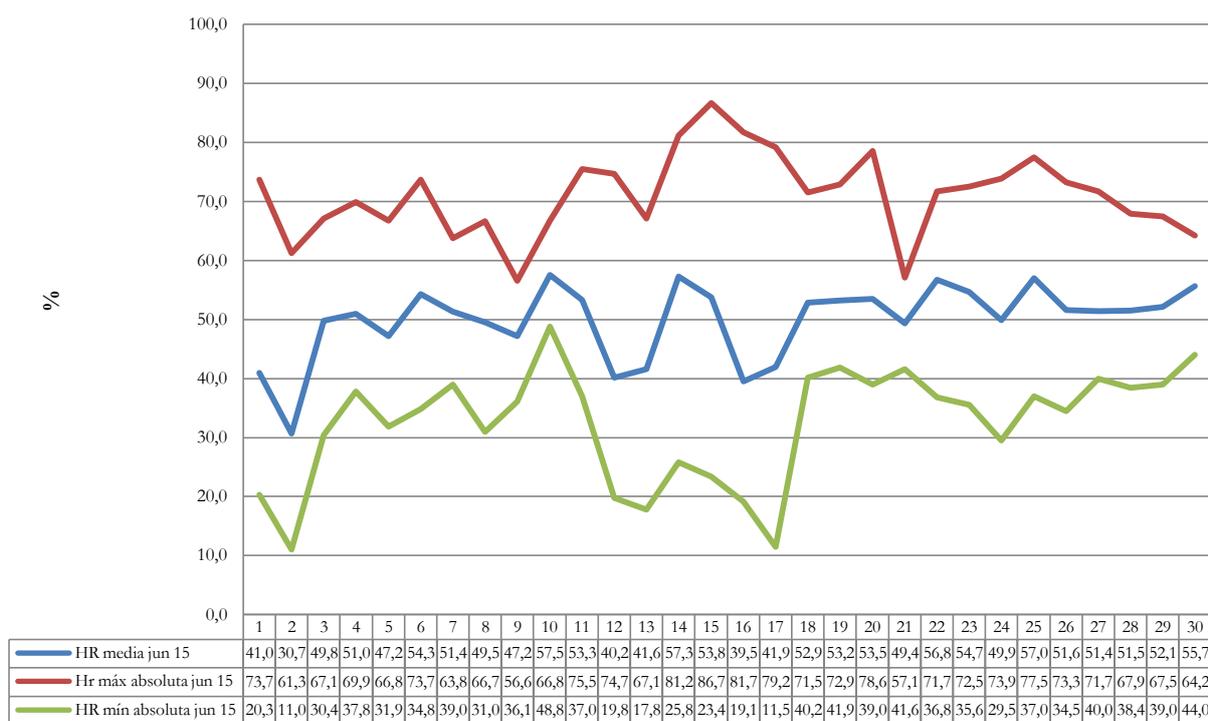


Figura 83. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

El mes de julio de 2015 (Figura 84) presenta idéntica eventualidad en los días 4, 5 y 6, que configuran una profunda vaguada debida a la desconexión, fortuita (los días 4 y 5 fueron sábado y domingo) o programada, del sistema automático de control. La HR media mensual es del 55,1%, con fluctuaciones entre 35,0 y 65,6%, que conforman una amplitud entre los valores extremos medios de 30,6 puntos porcentuales. Durante los tres días mencionados la HR media se sitúa por debajo de la media, siendo los menores valores del mes los que corresponden a los días 4, con 35,0% (valor mínimo, 20,1 puntos inferior a la media mensual) y 5, con 35,8% (19,3 puntos bajo la media).

El estudio de la media de los valores de las HR máximas absolutas no confirma claramente la existencia de esta contingencia, aunque sobre una media del 76,0%, en dos de los tres días mencionados se registran porcentajes netamente inferiores, destacando el del día 4 con 71,3% y, sobre todo, el del día 6 con 66,1%

(9,9 puntos por debajo de la media). La amplitud del intervalo para las medias de las máximas es 20,1%, entre 63,1% y 83,2%, registrada esta última el día 22 a las 7:00 h. En cuanto a la media de las mínimas absolutas, se sitúa en 38,0%, con oscilaciones diarias encuadradas en un intervalo que fluctúa entre 9,9 y 49,4%, con una amplitud, por tanto, de 39,5 puntos, que resulta la más elevada de todo el período, aunque sólo superior a la correspondiente al mes de junio de 2015 en 1,7 puntos. Los tres días en los que no hubo control del clima muestran, respectivamente, los menores valores medios de las mínimas: 9,9% (28,1 puntos por debajo de la media), 12,2% (25,8 bajo la media) y 25,7% (12,3).

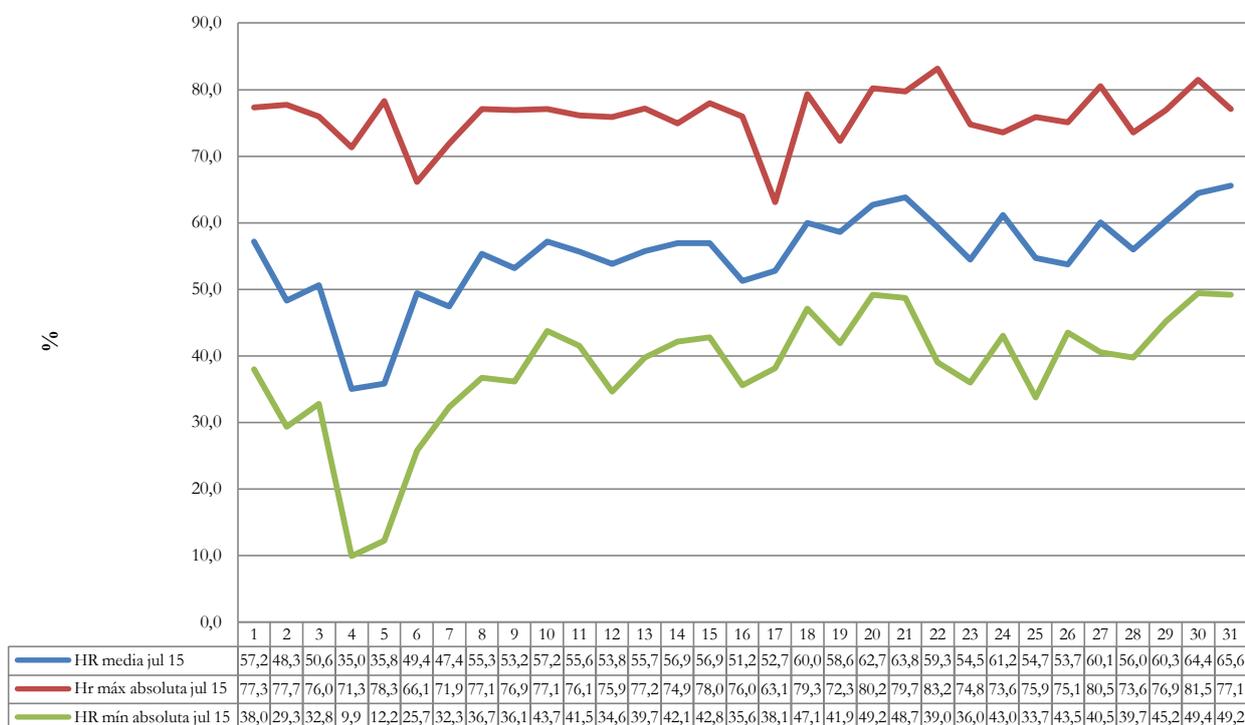


Figura 84. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

Durante el mes de agosto de 2015 el control automático del clima permaneció en funcionamiento sin interrupciones; de manera que las líneas de HR siguen una tendencia uniforme y sin sobresaltos en sus valores medios y máximos absolutos. Únicamente los mínimos, no sujetos al control automático, presentan una amplitud mayor en sus vaivenes diarios. Así, la HR media mensual es 55,2%, con medias diarias que fluctúan en 21,4 puntos, en un intervalo de 46,3 a 67,7%. La media mensual de las máximas absolutas es 74,8%, con una amplitud de intervalo de 16,6 puntos, entre 64,5 y 81,1% (día 30 a las 7:30 h); dicha amplitud es la menor de los seis meses seleccionados, aunque sólo 0,5 puntos por debajo de la siguiente, que corresponde a julio de 2016. Finalmente, las medias de las HR mínimas absolutas muestran las oscilaciones acostumbradas, dependientes del clima exterior y que son las que se podrían registrar en cualquier invernadero. Así, la media mensual es de 38,5%, con una elevada amplitud mensual de 34,9 puntos, en un rango que oscila entre 57,6% y 22,7%, captado este último el día 8 a las 19:30 h (Figura 85).

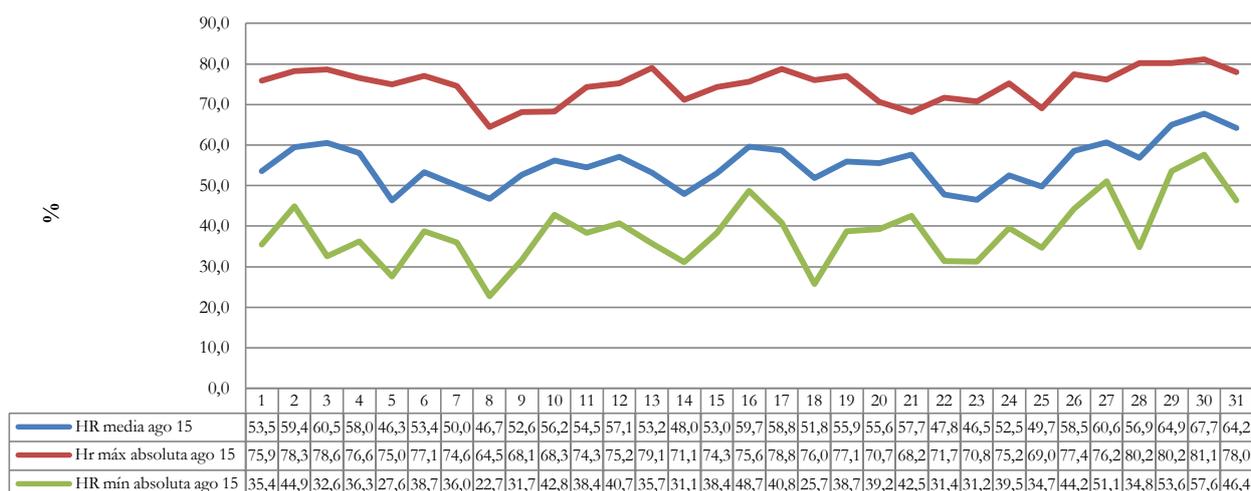


Figura 85. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En el mes de junio de 2016 (Figura 86), como sucedió en el mismo mes del año anterior, las líneas de HR muestran crestas acusadas en las medias diarias y en las medias de las HR mínimas absolutas. Las razones que justifican esta tendencia son las mismas que se mencionaron para el mes de junio de 2015. La media mensual es del 45,0%, cuyas oscilaciones diarias presentan una amplitud de 30,6 puntos, en un intervalo de 28,1-58,8%. Esta diferencia entre los valores medios extremos es la más elevada de los seis meses seleccionados, aunque sólo supera a la de julio de 2015 en 0,1 puntos. A medida que el mes avanza, la HR media se incrementa, con una diferencia media entre quincenas de 8,3 puntos. La HR media de las máximas absolutas es del 73,4%, con una amplitud de 18,7 puntos, en un rango de 61,0-79,7% (día 24 a las 6:30 h). Finalmente, la media de las HR mínimas absolutas se sitúa en 25,9%, con una amplitud de 34,1 puntos, entre 10,6% del día 8 a las 15:30 h y 44,7%. Nuevamente las mínimas, que escapan al control climático, muestran unos resultados más alejados de la línea media, como podría observarse en cualquier invernadero sin aplicaciones tecnológicas.

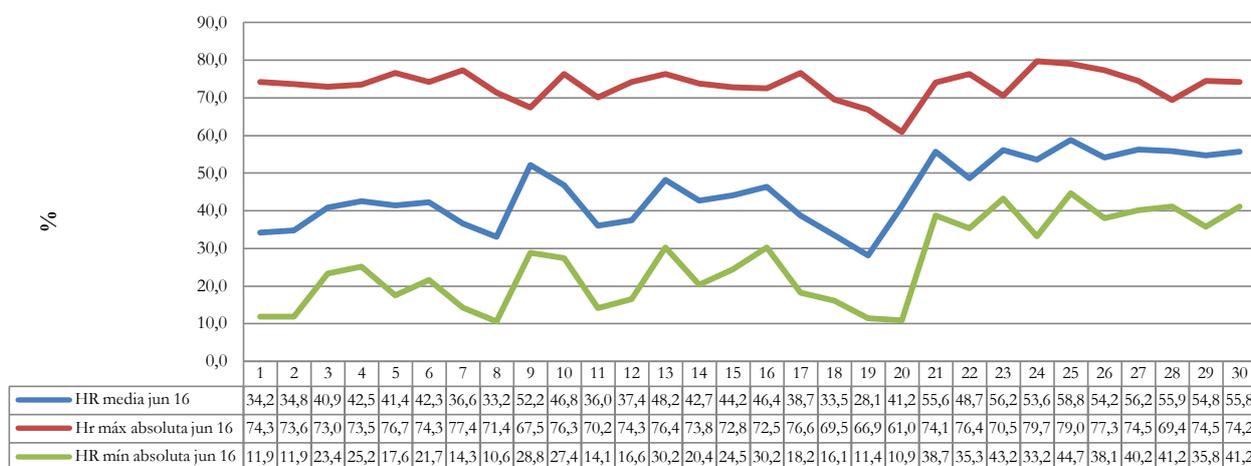


Figura 86. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En el mes de julio de 2016 (Figura 87) la tendencia seguida por las líneas de HR es similar a la del mismo mes del año anterior, ya que durante los días 7 y 8 no funcionó el control automático del clima; en el resto del mes las diferentes líneas siguen idéntica trayectoria y la separación entre ellas, a excepción de las mínimas, es menor que en otras ocasiones. La media de las HR medias diarias es de 57,1%, con una amplitud de 16,9 puntos, en un rango que oscila entre 49,9 y 66,8%. La media de las máximas absolutas se sitúa en 72,3%, con una amplitud de 17,1 puntos, en un intervalo que fluctúa entre 61,6 y 84,7%, registrado este último el día 7 (sin control) a las 7:00 y 7:30 h. Los dos días mencionados registran los valores máximos más elevados (84,7 y 84,2%, respectivamente), circunstancia que demuestra, una vez más, la efectividad de las tecnologías de control. El régimen de mínimas absolutas presenta una media del 42,2% y un rango que fluctúa entre 19,3% del día 8 (sin control) y 54,2%. Nuevamente, la amplitud de las mínimas es la más vasta, en este caso de 34,9 puntos.

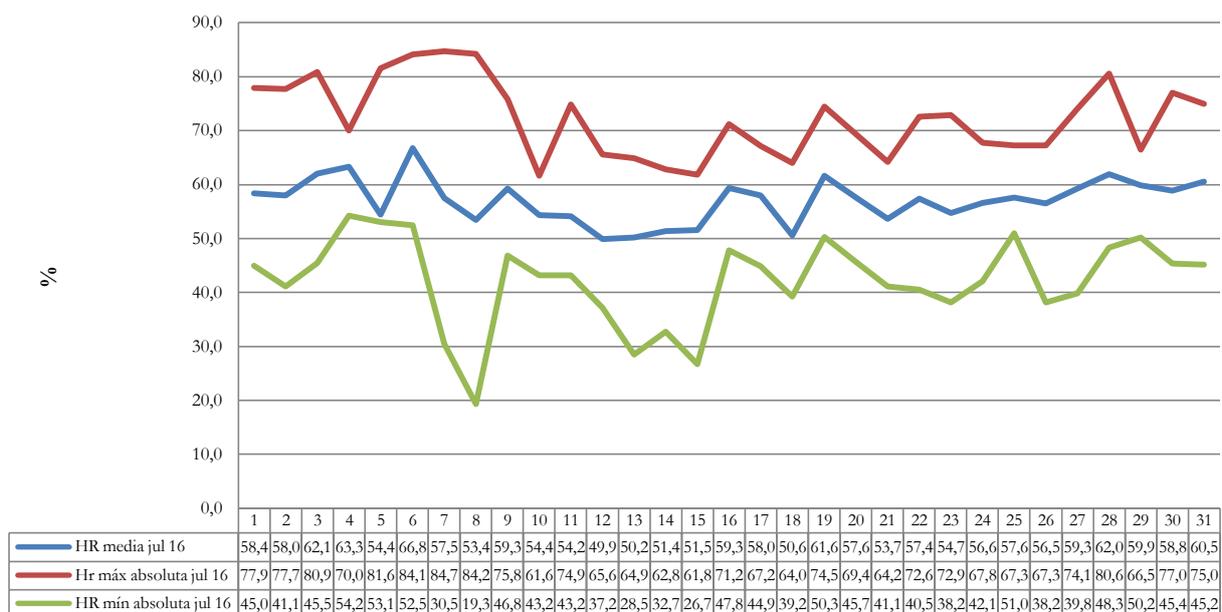


Figura 87. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de julio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Durante el mes de agosto de 2016, como en el mismo mes del año anterior, el control automático del clima funcionó sin interrupciones; de manera que las líneas de HR se aproximan y mantienen idéntica disposición. La media mensual de las HR media diarias es de 58,0%, con valores que fluctúan sólo 14,3 puntos (es la menor amplitud para las medias diarias de todo el período seleccionado), en un intervalo entre 51,2 y 65,5%. Con respecto a las máximas absolutas, su media mensual es de 71,5%, con una amplitud de 18,4 puntos, entre 61,0 y 79,4%, registrada esta última el día 20 a las 6:00 h. Por último, la media mensual de las mínimas absolutas es 42,6%, con una reducida amplitud mensual de 19,8 puntos (la menor de todo el período, 14,3 puntos inferior a la siguiente, que corresponde a junio de 2016), en un rango que oscila entre 32,4% del día 20 a las 20:00 h y 52,2%. Nótese que el día 20, con una diferencia de 16 horas, se alcanzan los valores máximos y mínimos absolutos del mes (Figura 88).

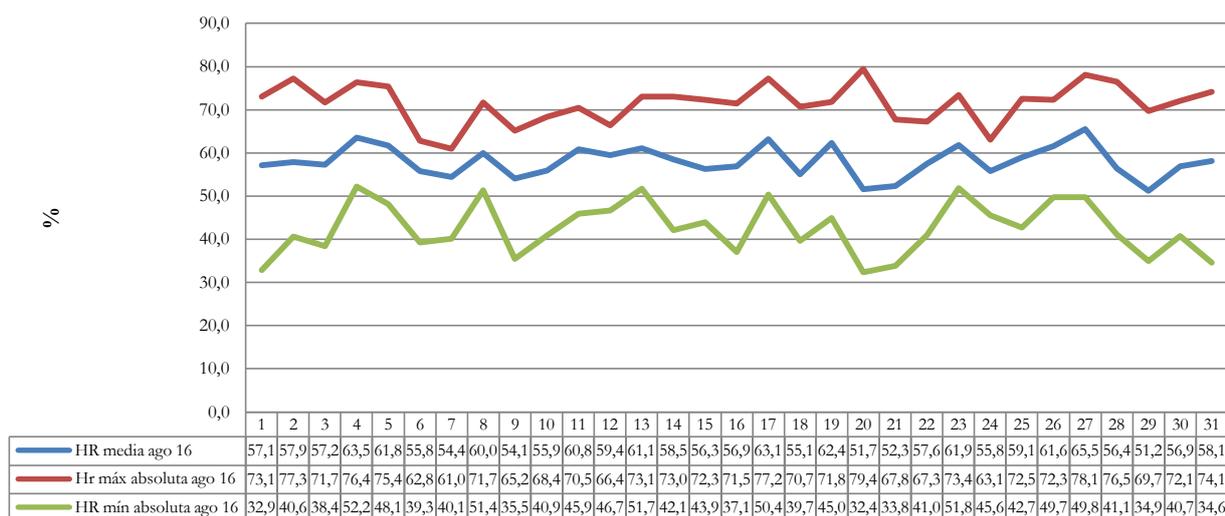


Figura 88. Régimen de humedad relativa en el interior del invernadero durante el mes de agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

Para estudiar la evolución de la HR en función de las medias horarias (a lo largo de la jornada laboral) se han seleccionado los mismos meses que en el caso de la Ta que, por otra parte, son los que muestran mayores diferencias entre sí, también para la HR. Por tanto, los meses de junio y agosto de 2016 pueden ser considerados, con ciertas reservas el primero, como ejemplos habituales de instalaciones sin y con control climático, respectivamente. El mes de junio de 2015 es un caso intermedio entre los dos anteriores, ya que aunque el control del clima sólo estuvo interrumpido cuatro días, fue tiempo suficiente para alterar los valores globales de HR.

La Figura 89 refleja puntualmente esta situación; de hecho, la tendencia es análoga, pero inversa, a la recogida en la Figura 71 dedicada a la Ta en idéntico período. Nuevamente, el mes de agosto (trazo verde) muestra mayor regularidad y menor dispersión horaria en el régimen de HR, ya que el control del clima funcionó de forma ininterrumpida. Un estudio más detallado de la línea de HR de dicho mes revela que a las 8:00 h se alcanza la HR media horaria más elevada (69,7%) y que, a partir de las 9:00 h entra en funcionamiento el sistema de control, ya que la HR desciende 11,4 puntos en una hora. La HR media se mantiene en valores muy contenidos, con una fluctuación de 20,1 puntos en el transcurso de la jornada laboral. La HR media más baja tiene lugar a las 21:00 h, con 49,7%, debido al cese del funcionamiento del sistema de control y, desde las 10:00 hasta las 20:00 h la línea de HR media se mantiene prácticamente constante, pues la fluctuación en ese período es sólo de 9,6 puntos. A medida que la Ta exterior sube, el control automático se dispara con mayor frecuencia y en intervalos de tiempo cada vez más cortos. Esto explica que a las 15:00 h la HR media sea casi 10 puntos mayor que a las 10:00 h.

El mes de junio de 2015 (trazo azul) representa un contexto temporal híbrido, como se mencionó anteriormente. La interrupción durante cuatro días del sistema automático de control climático altera la línea de las HR medias horarias, así como los valores en las horas de mayor calor. La media mensual es de 50,2%, 8,0 puntos menor a la de agosto. Las oscilaciones medias horarias tienen una amplitud de 26,2 puntos, diferencia entre el 43,1% de las 16:00 h y el 69,2% de las 7:00 h. Al contrario que en agosto, las HR medias horarias son menores a mediodía y por la tarde; de hecho la HR media mensual no se supera en ningún momento entre las 10:00 y las 21:00 h.

Finalmente, el mes de junio de 2016 (trazo rojo) representa un escenario más confuso, menos controlado en definitiva. Durante buena parte del mes el sistema de control no funcionó, de ahí que su línea de HR descienda considerablemente durante las horas de calor intenso. La media mensual es de 45,5%, inferior a las de los dos meses anteriores en 12,7 y 4,7 puntos respectivamente. Las oscilaciones horarias presentan una amplitud de 39,8 puntos, en un intervalo que fluctúa entre 32,9% a las 15:00 h y 72,7% a las 7:00 h. Desde las 11:00 a las 21:00 h no se supera la HR media horaria mensual.

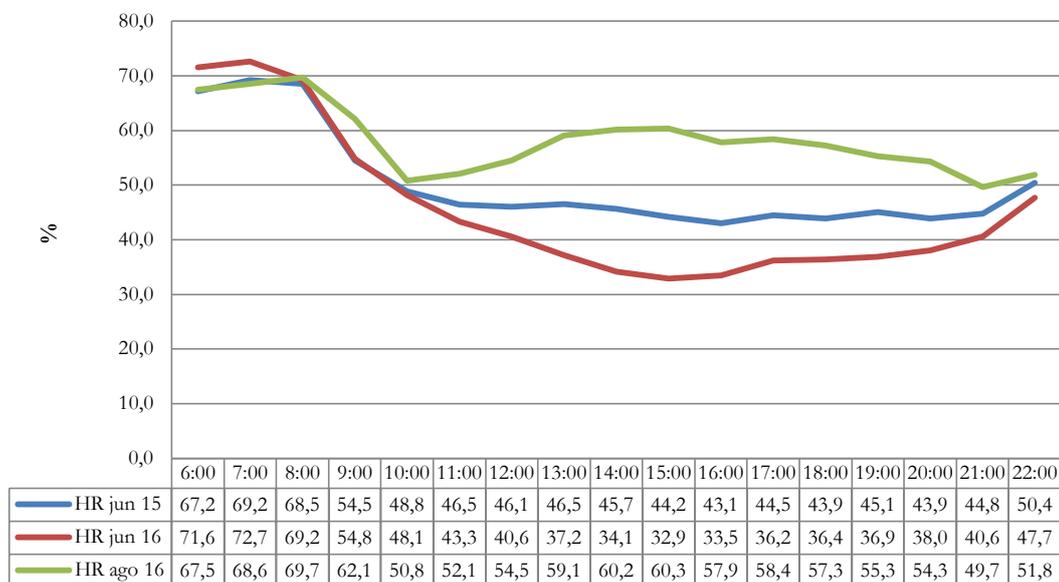


Figura 89. Comparación del régimen de humedad relativa media horaria en el interior del invernadero en los meses de junio de 2015 y junio y agosto de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Por último, para confirmar la influencia que el sistema de control ejerce en la HR del invernadero, se ha analizado el comportamiento de este parámetro durante dos días consecutivos, en concreto los días 8 y 9 de junio de 2016, como se hizo con la T_a . En el primero de ellos el sistema de control estuvo desactivado, no así en el segundo. El control climático empieza a ejercer su influencia a partir de las 11:30 h (día 9), ya que entre esa hora y las 12:00, la HR se incrementa en 29,5 puntos, para mantener una línea muy serrada durante el resto de la jornada (hasta las 21:00 h). Por el contrario, la ausencia de control en el día 8 configura una línea netamente descendente a medida que el calor aumenta, recuperándose leve y lentamente desde las 17:30 h hasta el final de la jornada. Así, a las 17:00 h hay una diferencia de 42,7 puntos, entre el 15,0% del día 8 y el 57,7% del día 9. Hasta las 11:00 h, la HR es más elevada el día 8 (hasta 9,8 puntos a las 8:00 h), pero a partir de ese momento comienza un rápido descenso mantenido durante el resto de la jornada. Si se comparan los valores más importantes, se observa que la media del día 8 es 33,2%, 19,0 puntos menor que la del 9 (52,2%). La máxima y mínima del día 8 son, respectivamente, 71,4 y 10,6%, que generan una amplitud de intervalo de 60,8 puntos; en el día 9, por el contrario, la máxima es 67,5% y la mínima 28,8%, con una amplitud, por tanto, de 38,7 puntos (22,1 puntos inferior) (Figura 90).

En definitiva, los registros de HR se encuentran muy condicionados, lógicamente, por la influencia climática exterior, pero también por el influjo de la actividad del sistema de control, que suaviza las oscilaciones diarias y horarias (cuyo ejemplo se materializa en los valores del día 9 de junio de 2016, Figura 90) que pueden observarse en instalaciones no tecnificadas, al amparo tan sólo del ejercicio del mecanismo de ventilación natural y de los protocolos de riesgo y sombreo.



Figura 90. Influencia del control climático en el comportamiento de la humedad relativa en el invernadero durante dos días consecutivos, el 8 (control desactivado) y 9 (control activado) de junio de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.4. Humedad relativa interior durante el período frío

El comportamiento de la HR durante la estación fría (Figura 91) ha sido abordado mediante el análisis del mismo período seleccionado para la T_a , debido a la mayor probabilidad de encontrar situaciones de discomfort por frío. El régimen de HR presenta escasas oscilaciones en las medias de las máximas y mínimas absolutas en dicho período, y fluctuaciones algo más acusadas en las medias mensuales. La HR media de los tres meses es de 63,1%, con valores que fluctúan entre 69,4% de diciembre y 53,5% de febrero (amplitud intermensual de 16,0 puntos).

Con respecto a las máximas absolutas registradas en este período, su media es de 96,6%, con un valor máximo de 97,8% el día 30 de enero a las 22:00 h y un mínimo de 95,2% en febrero, resultando una reducida amplitud de 2,6 puntos. Las mínimas absolutas presentan una media de 13,5%, con una amplitud de 1,9 puntos; la menor HR mínima absoluta es de 12,9% en diciembre y febrero, registradas, respectivamente, el sábado día 20 a las 15:30 h y el domingo día 8 a las 14:00 h. La mayor de ellas es 14,8%, correspondiente a enero.

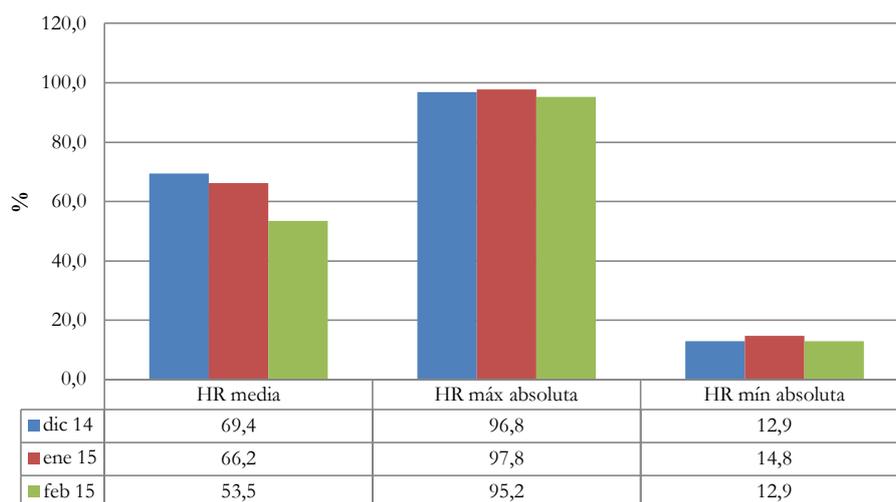


Figura 91. Régimen de la humedad relativa en el invernadero durante el período frío, comprendido entre diciembre de 2014 y febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Las líneas de HR correspondientes al mes de diciembre de 2014 (Figura 92), revelan una media diaria mensual de 69,4% (la más elevada del período frío), con oscilaciones diarias de hasta 38,8 puntos (intervalo 47,4-86,2%). La línea de la HR media muestra una tendencia creciente hasta el día 28; de hecho, la media de los diez primeros días es de 59,4%, mientras la del resto del mes se sitúa en 71,6%. La media de las máximas absolutas alcanza un 86,5%, en un rango que oscila entre 75,0 y 96,8%, registrado este último el domingo día 14 a las 9:30 h; con una amplitud, por tanto, de 21,8 puntos. Por lo que respecta a la media mensual de las mínimas absolutas, es de 36,4%, la mayor del período frío; su intervalo fluctúa entre 12,9% (la menor cifra de HR de todo el período) del lunes 29 a las 15:30 h y 77,9%, con una considerable amplitud de 65,0 puntos. La diferencia entre las medias de las máximas y mínimas mensuales es de 50,1 puntos.

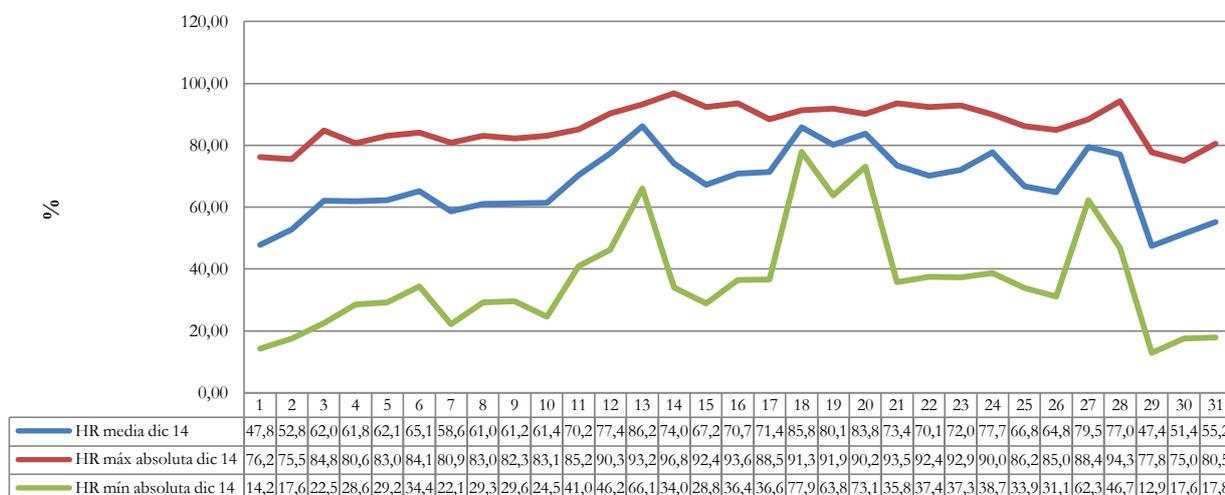


Figura 92. Régimen de humedad relativa media diaria registrada en el invernadero durante el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 93 muestra el comportamiento de la HR durante el mes de enero de 2015. La media mensual de las HR medias diarias es 66,2%, con una fluctuación de dichas medias de 39,7 puntos, entre un valor mínimo de 48,4% y un máximo de 88,1% (la mayor de las medias diarias de los tres meses). La media mensual de las máximas absolutas alcanza un 87,6% (la más elevada del período frío), con un pico máximo (representa la mayor HR alcanzada en todo el período) de 97,8%, registrado el viernes día 30 a las 22:00 h y un mínimo de 74,7%, con una amplitud, por tanto, de 23,1 puntos. El régimen de mínimas absolutas presenta una media mensual de 35,4%, con oscilaciones diarias de hasta 63,8 puntos, que fluctúan entre el 14,8% del lunes día 26 a las 14:00 h y el 78,6% (la mínima absoluta más elevada de todo el período frío). Obsérvese la inestabilidad de la línea de mínimas absolutas, con cuatro elevadas crestas y dos profundas vaguadas. La diferencia entre las medias de las máximas y mínimas mensuales es de 52,2 puntos.

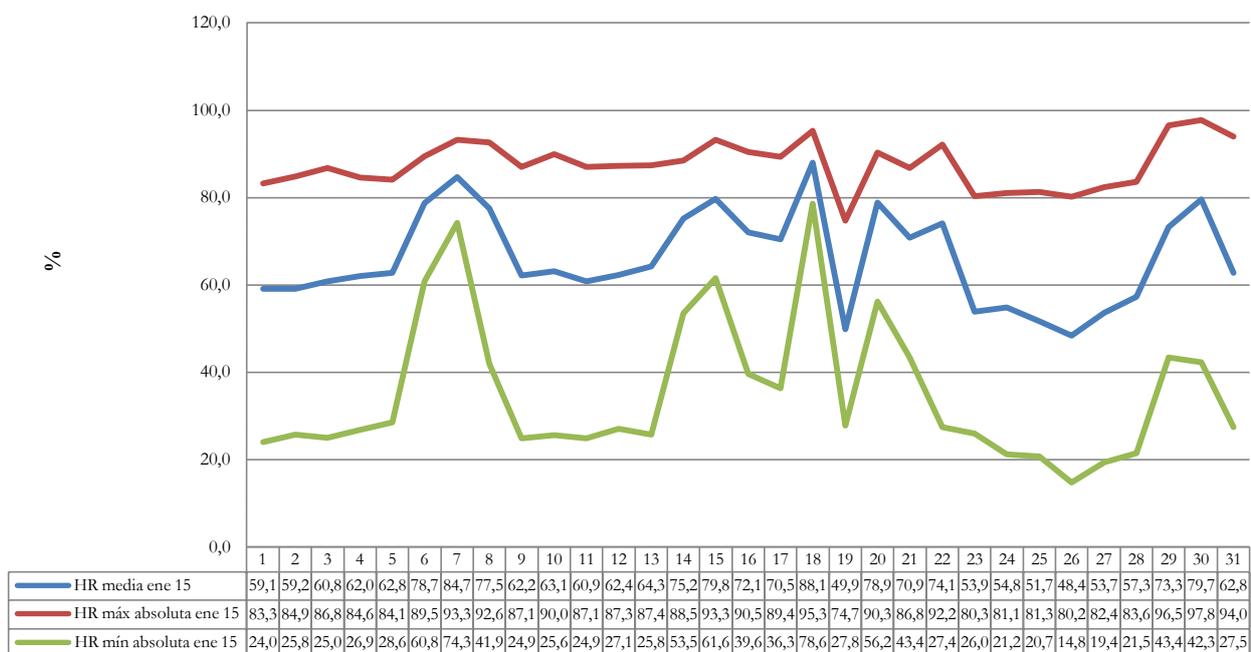


Figura 93. Régimen de humedad relativa registrada en el invernadero durante el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

El comportamiento de la HR durante el mes de febrero (Figura 94) muestra un valor para la media diaria mensual de 53,5%, la menor del período frío, con una fluctuación de 39,8 puntos, en un intervalo comprendido entre 78,7 y 38,9% (el menor de los tres meses). La línea de medias presenta una tendencia inestable, con marcadas elevaciones y depresiones. Las máximas absolutas proporcionan una media mensual de 82,9%, la menor de la estación fría, con un valor máximo de 95,2% alcanzado el domingo día 15 a las 7:00 h y un mínimo de 63,8%, con una amplitud, por tanto, de 31,4 puntos. En relación a la media mensual de las mínimas absolutas, se sitúa en 23,2% (el valor más bajo del período), con oscilaciones diarias de 45,5 puntos, que fluctúan entre el 12,9% (la menor de las cifras de HR, registrada el domingo día 8 a las 14:00 h) y el 58,4%. La diferencia entre las medias de las máximas y mínimas mensuales es de 59,7 puntos, la más elevada de los tres meses.

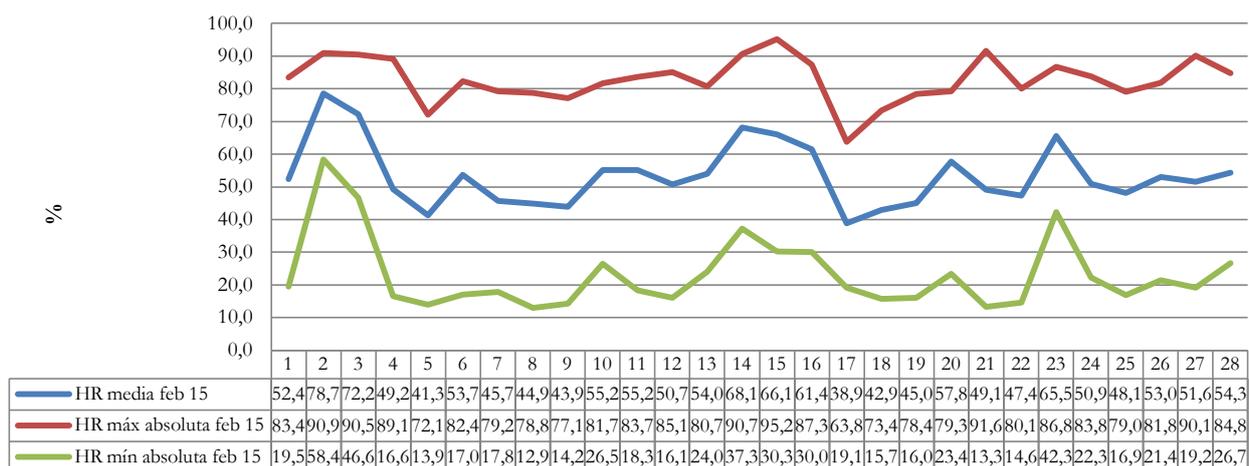


Figura 94. Régimen de humedad relativa registrada en el invernadero durante el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 95 muestra el resultado de la comparación de la HR media diaria de los meses que constituyen el período frío. El comportamiento de la HR media es similar en diciembre y enero cuya diferencia, mínima, se sitúa en 1,7 puntos, siendo por tanto diciembre el mes más húmedo de los tres en el interior del invernadero. Por el contrario, los valores de febrero son menores casi todos los días.

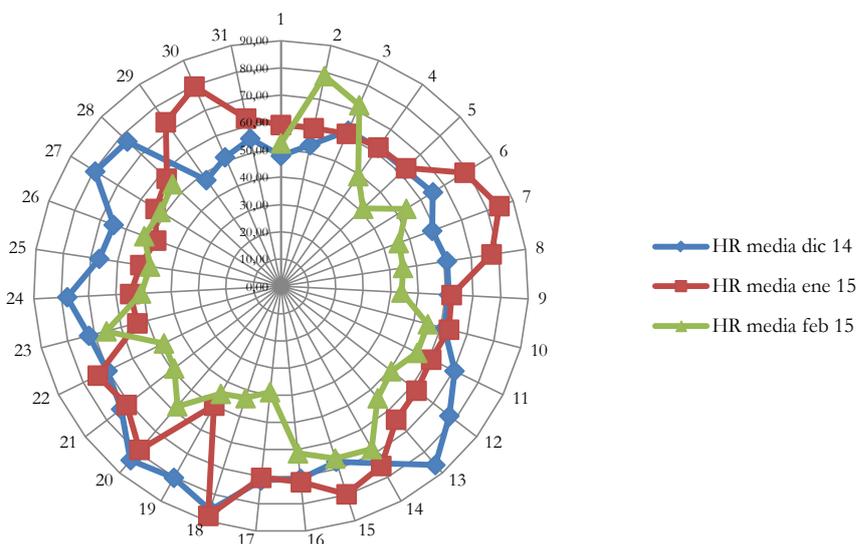


Figura 95. Comparación de la humedad relativa media diaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La comparación de la HR máxima absoluta diaria de los tres meses fríos (Figura 96) revela un comportamiento similar en diciembre y enero, cuyas medias sólo difieren en 1,2 puntos (más elevada en enero). A la mayor regularidad de diciembre se oponen las pequeñas fluctuaciones de enero y febrero, mes este último cuya media es la menor de las tres, 4,7 puntos por debajo de la de enero.

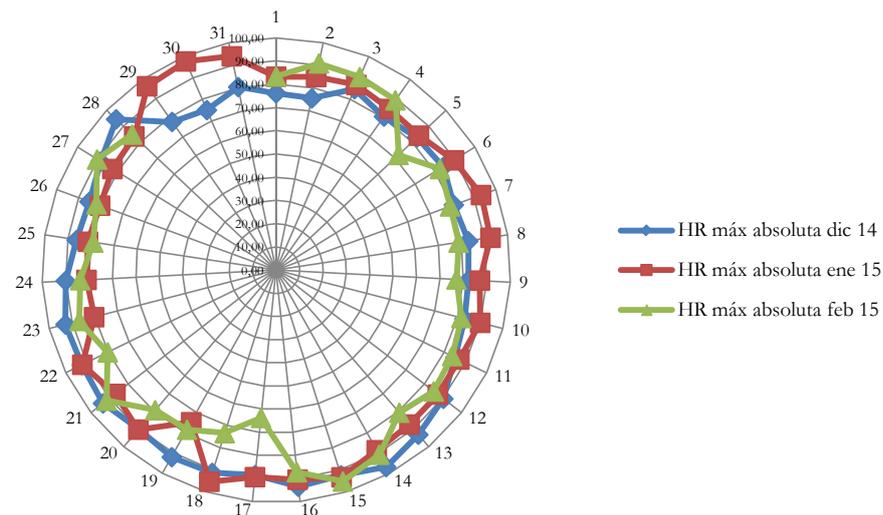


Figura 96. Comparación de la humedad relativa máxima absoluta diaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El comportamiento de la HR mínima absoluta (Figura 97) sigue un patrón muy irregular en todo el período, con considerables fluctuaciones diarias. Los meses de diciembre y enero presentan mínimas absolutas similares en su valor medio: 36,4 y 35,4%, respectivamente. La menor de las medias corresponde, por tanto, a febrero, 13,1 puntos inferior a la de diciembre.

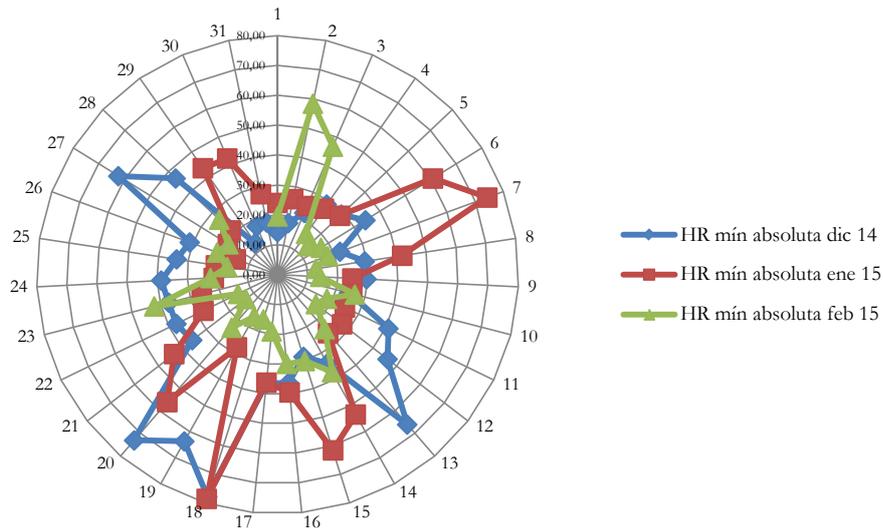


Figura 97. Comparación de la humedad relativa mínima absoluta diaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El estudio de la HR media horaria de los meses que constituyen el período frío (Figura 98) revela idéntico patrón en todas sus líneas. La media horaria más elevada es la de diciembre, con 70,0%, seguida de enero con 67,0% y febrero con 54,2%. La mayor HR media horaria de diciembre es 86,5% a las 9:00 h; la más elevada de enero es 85,8%, registrada a las 8:00 h y, con respecto a febrero, es 81,5% a las 6:00 h.

Por lo que se refiere a las mínimas son, respectivamente, 41,6% a las 15:00 h, 42,0% a las 16:00 h y 26,4% a las 13:00 h. Al comparar esta figura con la correspondiente a la Ta media horaria del mismo período (Figura 80), se observa una tendencia opuesta en sus respectivas líneas, circunstancia que confirma, una vez más, la relación inversa que mantienen ambos parámetros. En diciembre, desde las 13:00 hasta las 18:00 h se mantienen HR horarias inferiores a la media; en enero este hecho tiene lugar entre las 12:00 y las 18:00 h y, finalmente, en febrero entre las 11:00 y las 18:00 h; es decir, en el transcurso de cada mes adelanta una hora la aparición de este fenómeno. Si los cambios más bruscos de HR de diciembre (+14,9) y enero (+13,8) tienen lugar en el intervalo entre las 18:00 y las 19:00 h, en febrero (-16,8) esta circunstancia acontece entre las 9:00 y 10:00 h.

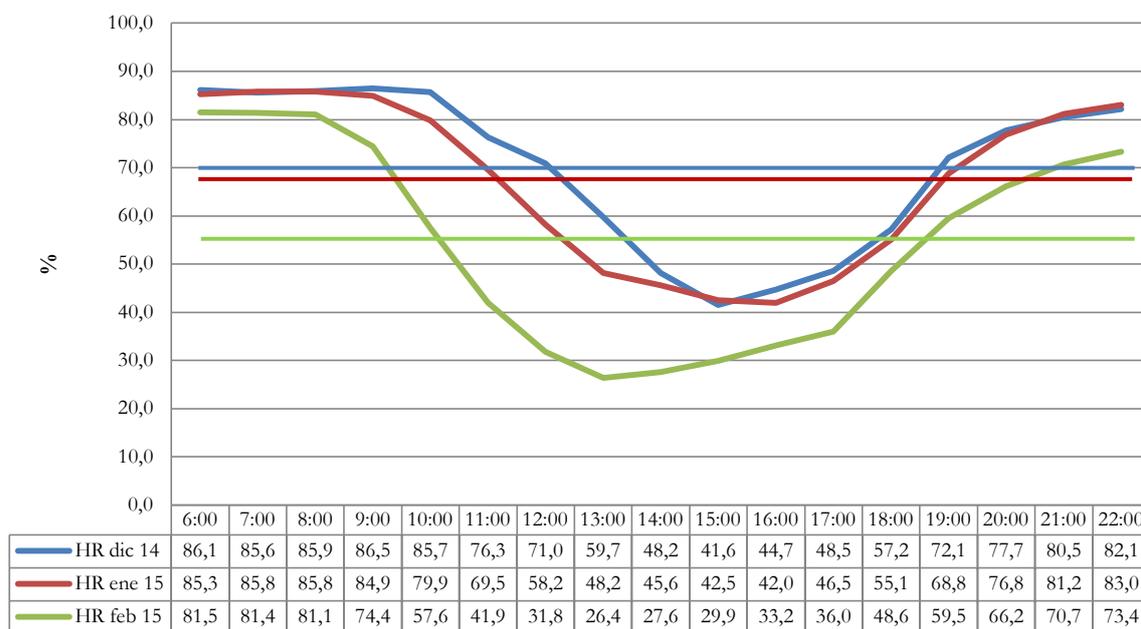


Figura 98. Comparación de la humedad relativa media horaria registrada en el invernadero durante el período frío entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Por último, y con el fin de acentuar la importancia que ejerce la meteorología (precipitaciones, Ta y velocidad del aire, principalmente) en la humedad del invernadero, se han seleccionado dos días consecutivos con cifras bastante dispares: 20 y 21 de diciembre de 2014. La Figura 99 muestra la existencia de substanciales diferencias diarias. El día 20 presenta una HR media de 83,9%, 10,4 puntos superior a la del día siguiente (73,5%). Pero, mientras la fluctuación de la HR del día 20 es 17,1 puntos (intervalo 73,1-90,2%), la correspondiente al día 21 alcanza 59,5 puntos (35,8-95,3%). Si a las 7:30 h la HR del día 21 superaba a la del 20 en 6,9 puntos, a las 14:30 h se produce la situación inversa, con una fluctuación a favor del día 20 de 39,2 puntos. Las Ta medias interiores respectivas de ambos días fueron 7,6 y 12,2 °C. El día 20 se caracterizó por un régimen de Ta exterior con fluctuaciones entre 4,0 y 15,0 °C, presencia de brumas y nieblas y vientos suaves (fuerza 1: 2-5 km·h⁻¹) del este y noreste; sin embargo, el 21 registró menor Ta exterior (1 a 10 °C), ausencia de viento y brumas y presencia de sol durante toda la jornada. Todos estos datos proporcionan una justificación plausible sobre la diferencia de HR entre ambos días.

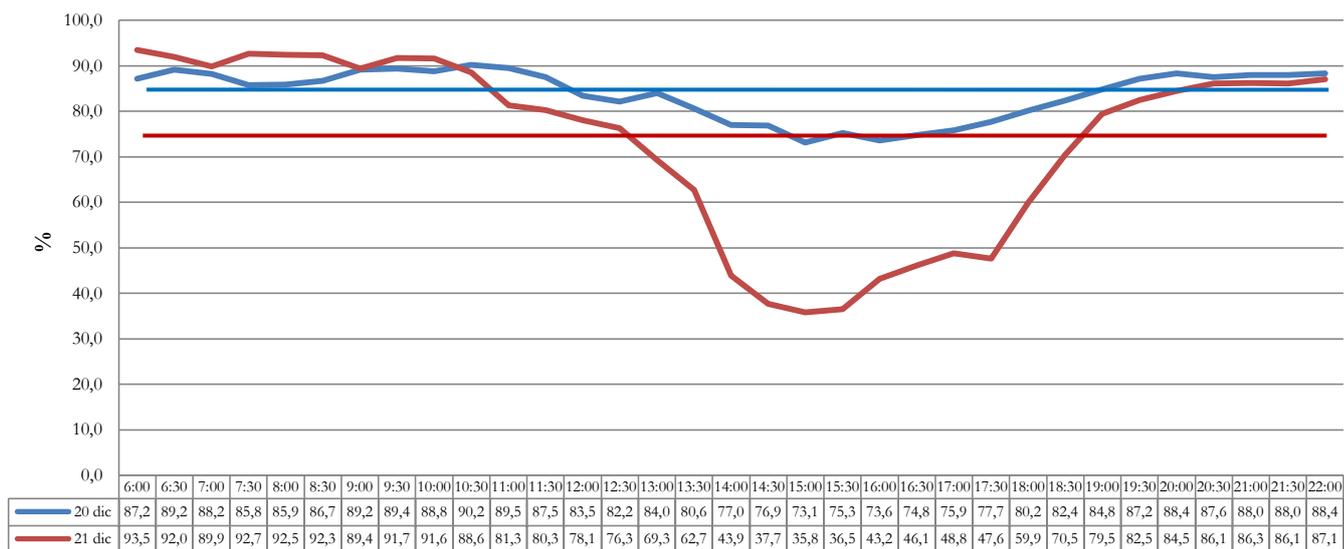


Figura 99. Comparación de las oscilaciones de la humedad relativa media registrada en el invernadero los días 20 y 21 de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.5. Velocidad del aire

La velocidad del aire (v_a) ejerce cierta influencia en el ambiente interior del invernadero. Tanto si existe control del clima, como si sólo se dispone de ventilación natural para airear y, por tanto, renovar el aire de la instalación, la v_a puede ayudar a mantener o bien a modificar los valores interiores de T_a y HR. Así, si el invernadero está tecnificado, la v_a se incrementa al activarse los dispositivos de ventilación forzada (pantalla húmeda y extracción forzada). Si la instalación es sencilla, al impulsar la ventilación natural, aumenta la v_a interior al entrar aire exterior a través de las aberturas laterales y/o cenitales. Como ya se ha mencionado, en el invernadero utilizado para el presente estudio, sí existe control del clima, por lo que los cambios de v_a tienen su origen en la activación de los dispositivos de control en los momentos de más calor (T_a interior de consigna ≥ 30 °C para el automatismo de ventilación forzada y ≥ 25 °C para el de ventilación natural mediante la apertura de las ventanas laterales, siempre que los requerimientos del cultivo lo permitan, en ambos casos). Cuando interviene la ventilación natural, la v_a interior es consecuencia de la velocidad del viento, de manera que mantienen una relación cuantitativa directa. El cálculo del Riesgo de Corriente de Aire (Índice DR), que indica el porcentaje de personas insatisfechas por la conjunción de los valores de T_a y v_a , sólo puede ser calculado cuando la v_a es menor a $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

El Anexo III del R.D. 486/1997 [1056] establece un valor límite de v_a , para trabajos ligeros en lugares cerrados, de $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, aunque no debe aplicarse a aquellas corrientes de aire utilizadas expresamente para evitar el estrés térmico por calor; por tanto, el valor límite sólo puede tenerse en cuenta en períodos templados y, sobre todo, fríos. En definitiva, la v_a carece de importancia, como factor de disconfort, durante la estación cálida; aun así, se incluye un breve comentario sobre sus principales características en dicho período.

El mes de julio de 2016 fue el más caluroso del año en el interior del invernadero, con una T_a media, en jornada laboral, de $25,5$ °C y una HR media de $57,3\%$. En dicho mes, la v_a media fue $0,54 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con oscilaciones que fluctúan entre $0,02$ y $1,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Este registro tan elevado se capturó a las 15:00 h del día

7 en el que, como ya se mencionó en el estudio de las T_a del período cálido, el sistema de control no funcionó correctamente, por lo que ese dígito se debe a la entrada de aire exterior. Por lo que respecta a los valores diarios extremos de v_a , la media de las máximas absolutas es $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en un intervalo que oscila entre $0,87$ y $1,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y la de las mínimas absolutas es $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, entre $0,02$ y $0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Para estudiar la v_a durante el período frío se seleccionan los mismos meses de epígrafes anteriores: diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015. Además, se incluye el mes de marzo de 2015, representante del período templado, mes en el que hay T_a inferiores a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ y superiores a $37 \text{ }^\circ\text{C}$, sin la actuación perturbadora del sistema de control climático del invernadero.

No existen diferencias significativas ni en los valores medios ($0,19$ - $0,21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ni entre las mínimas absolutas ($0,01$ - $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). En cambio, las máximas absolutas sí registran importantes oscilaciones, desde $0,61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en diciembre a $1,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en enero (Figura 100). Como se mencionó anteriormente, durante estos meses la renovación del aire interior y, por tanto, su velocidad, depende exclusivamente del régimen de vientos exteriores (dirección, velocidad y tiempo de actuación de la ventilación natural).

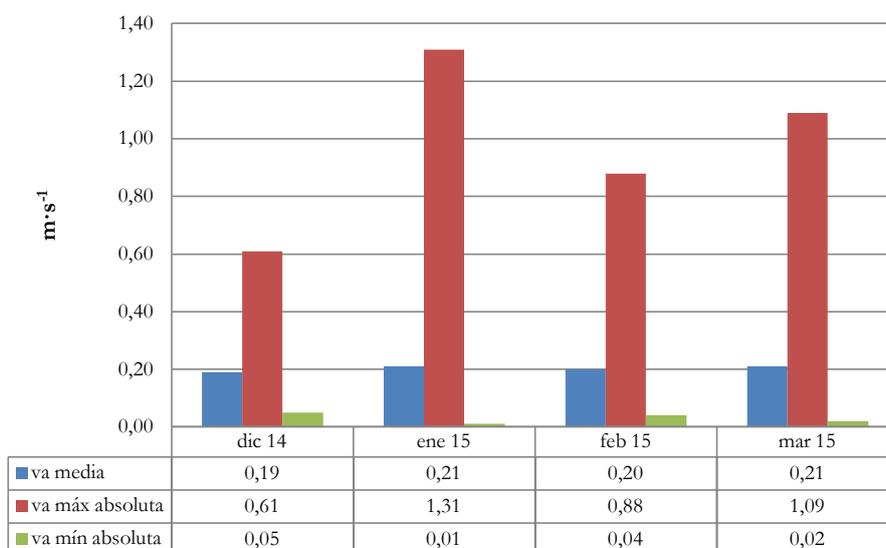


Figura 100. Principales valores de la velocidad del aire en el invernadero en el período comprendido entre diciembre de 2014 y marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

Las líneas de v_a correspondientes al mes de diciembre de 2014 (Figura 101), muestran una tendencia regular en sus medias y mínimas diarias y profundas oscilaciones en el régimen de máximas. La media mensual es $0,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con oscilaciones diarias de $0,13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (la menor de todo el período estudiado), en un intervalo de $0,15$ a $0,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La media de las máximas absolutas alcanza un valor de $0,42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en un rango que fluctúa entre $0,26$ y $0,61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, este último registrado el día 29 a las 6:30 h, con una amplitud, por tanto, de $0,35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, la más reducida de los cuatro meses. La media mensual de las mínimas absolutas es $0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con una pequeña oscilación media diaria de $0,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($0,05$ - $0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). La diferencia entre las medias de las v_a máximas y mínimas mensuales se sitúa en $0,35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El día 29, entre las 6:00 y las 7:00 h se registraron elevados valores de v_a ($0,44$, $0,61$ y $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), procedentes, teniendo en cuenta la hora, de la acción del viento exterior que penetró por los intersticios de la estructura; a partir de las 7:00 h la situación comenzó a normalizarse.

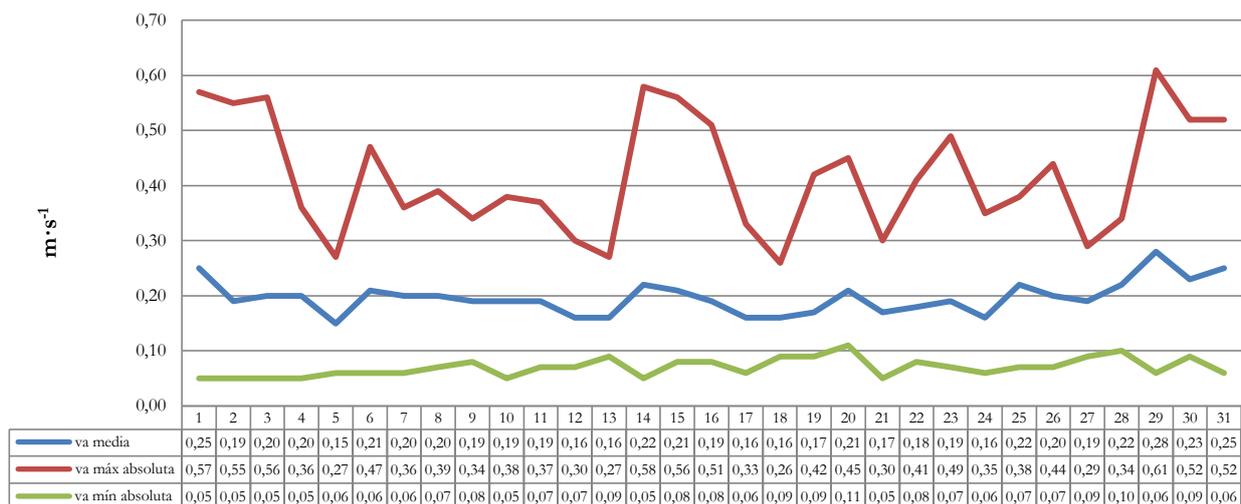


Figura 101. Régimen de velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El comportamiento de la va durante el mes de enero de 2015 se contempla en la Figura 102. Se observa en ella una tendencia bastante regular en general, a excepción de los valores medios y máximos del día 19, que rompen la monotonía del gráfico. La media mensual es $0,21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con oscilaciones diarias de $0,47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (la más elevada de todo el período), en un intervalo de $0,14$ a $0,61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La media de las va máximas absolutas se sitúa en $0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en un rango que fluctúa entre $0,22$ y $1,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, registrado este último el día 19 a las 8:30 h, con una amplitud de $1,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, la más alta de los meses estudiados. Por lo que respecta a las mínimas absolutas, su media mensual es $0,08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con una oscilación diaria de $0,08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($0,06$ - $0,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). La diferencia entre las medias de las máximas y mínimas mensuales es $0,35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (idéntica a la del mes de diciembre). El día 19, entre las 6:00 y las 18:00 h se registraron elevados valores de va procedentes, teniendo en cuenta la hora de comienzo y su acción mantenida durante 12 horas, de la acción de fuertes vientos exteriores.

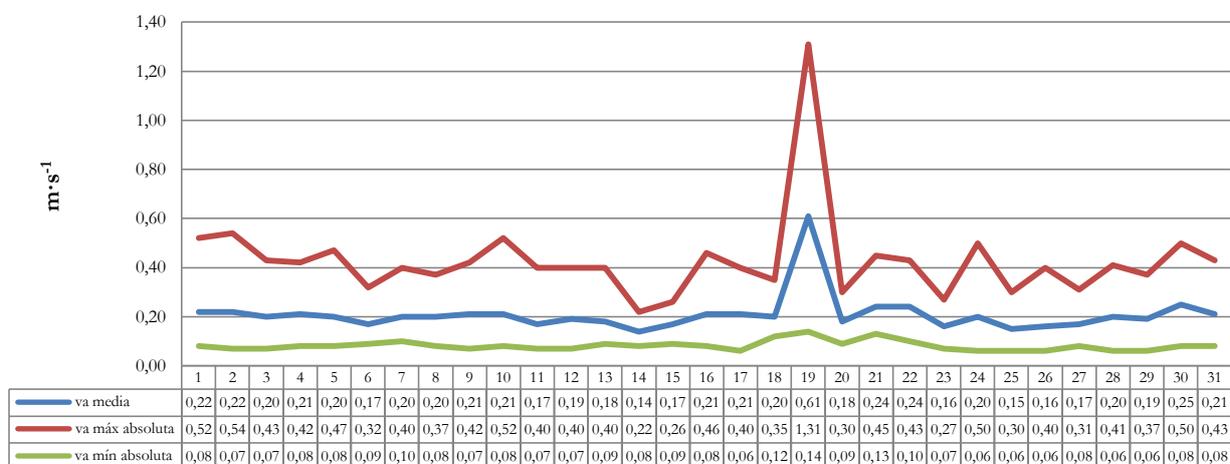


Figura 102. Régimen de velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 103 muestra el régimen de va correspondiente al mes de febrero de 2015. En ella se aprecia una disposición abrupta en sus medias y máximas y muy regular en sus valores mínimos. La media mensual es $0,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con oscilaciones diarias de $0,29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en un rango comprendido entre $0,14$ y $0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La media de las máximas absolutas es $0,42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con fluctuaciones entre $0,27$ y $0,77 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, registrado este último valor el día 17 a las 7:30 h, con una amplitud, por tanto, de $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En relación a las mínimas absolutas, su media mensual es $0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con una reducida oscilación diaria de $0,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($0,04$ - $0,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). La diferencia entre las medias de las máximas y mínimas mensuales se sitúa, como en los meses anteriores, en $0,35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El día 17, a lo largo de la jornada laboral y de forma recurrente se registraron valores altos, cuyo origen responde, una vez más, a la acción del viento exterior.

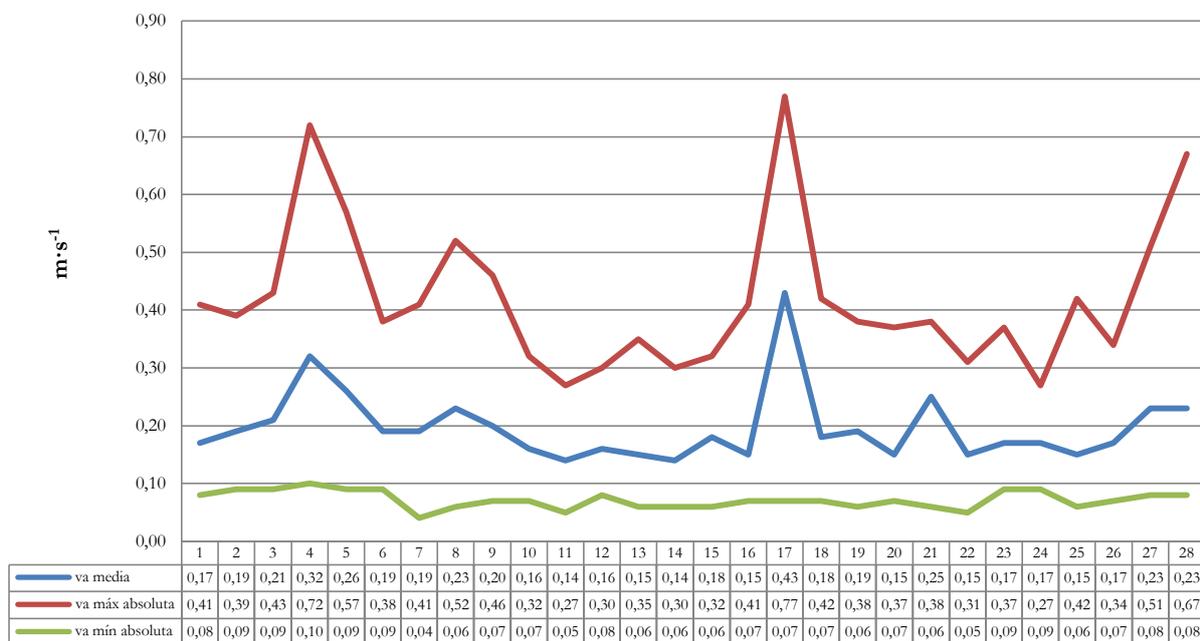


Figura 103. Régimen de velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 104 muestra cómo se comporta la va durante el mes de marzo de 2015. Se observa una tendencia en dientes de sierra en el régimen de máximas y de menor entidad en las medias diarias y valores mínimos absolutos. La media mensual es $0,19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con oscilaciones diarias de $0,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en un rango de $0,12$ a $0,39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La media de las máximas absolutas es $0,49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, la más elevada del período estudiado, con fluctuaciones diarias de $0,20$ a $1,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, registro este captado el día 28 a las 17:00 h, con una amplitud, por tanto, de $0,89 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Finalmente, la media mensual de las va mínimas absolutas es $0,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, con una oscilación diaria de $0,13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($0,02$ - $0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), la mayor de todo el período. La diferencia entre las medias de las máximas y mínimas es $0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, la más elevada de los cuatro meses. El día 28 a las 17:00 h se registró, como se ha mencionado, un pico de va de $1,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, siendo sus respectivos valores inmediatos anterior (16:30 h) y posterior (17:30 h) de $0,32$ y $0,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La media de la fracción de la jornada anterior a ese dígito máximo fue $0,21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $0,22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ la media de la posterior. Por tanto, cabe pensar que entre las 16:30 y las 17:30 h se activó la apertura de las ventanas laterales para ventilar el invernadero.

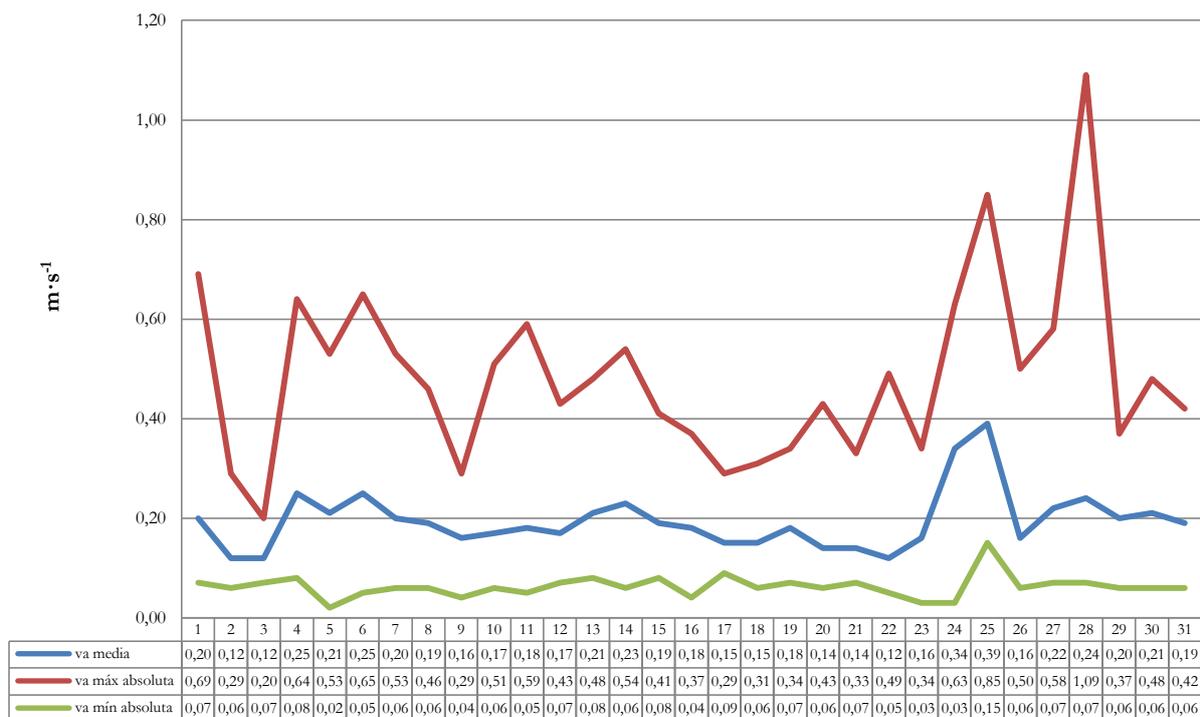


Figura 104. Régimen de la velocidad del aire media diaria registrada en el invernadero durante el mes de marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

El análisis de la va media horaria de los tres meses que constituyen el período frío y del mes que representa a la estación templada (Figura 105) muestra un patrón irregular y sin correlación aparente en el trayecto de sus líneas. Si anteriormente se comprobó que apenas existe diferencia entre las va medias mensuales, sí las hay, aunque no muy acusadas, entre las correspondientes a cada hora en los cuatro meses considerados. En la franja horaria de 6:00 a 11:00 h, las va más elevadas pertenecen al mes de enero, con una media de $0,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, aunque desde las 12:00 hasta las 18:00 h los valores más altos se encuentran en marzo, con una media de $0,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Por lo que respecta a las cifras más bajas, se localizan en el mes de marzo entre las 6:00 y las 10:00 h, con una media de $0,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, aunque desde las 13:00 hasta las 19:00 h los valores más reducidos se sitúan en diciembre, con una media de $0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, y en marzo de nuevo hasta el final de la jornada, con una va media de $0,18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Así pues, el mes de marzo recoge las va mínimas hasta las 10:00 h, las máximas entre las 12:00 y las 18:00 h y nuevamente las cifras más bajas desde las 19:00 h hasta el final de la jornada laboral. La mayor va media horaria, $0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, se registró a las 15:00 h de marzo y la menor, de $0,13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, entre las 9:00 y las 10:00 h de marzo y a las 15:00 h de diciembre. En el conjunto del período seleccionado, la mayor va media horaria se produce a las 7:00 h, con $0,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que a las 16:00 h se localiza la de menor cuantía, con una media de $0,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

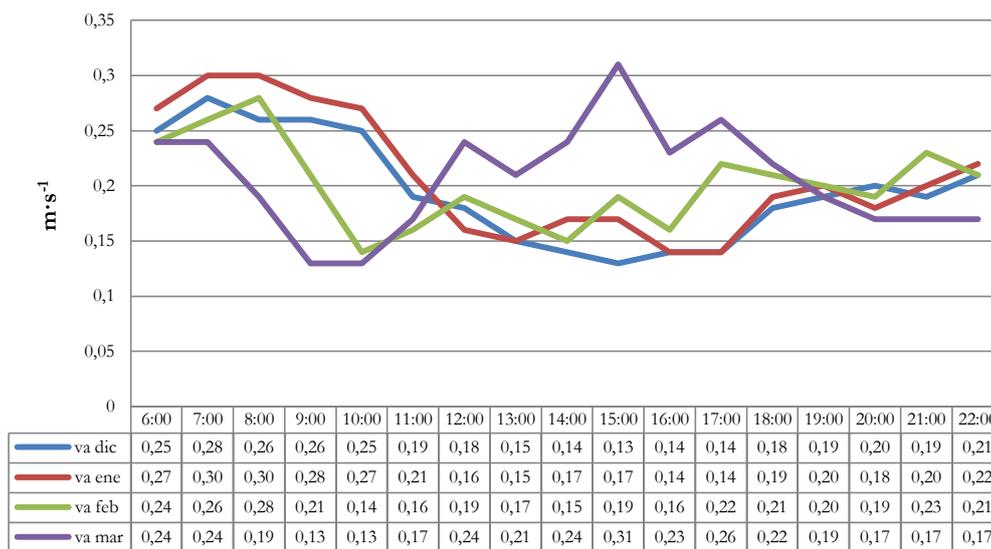


Figura 105. Régimen de velocidad del aire media horaria registrada en el invernadero desde el mes de diciembre de 2014 hasta marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.6. Presión atmosférica

La presión atmosférica (Pa), o fuerza que ejerce el aire de la atmósfera sobre la superficie terrestre tiene, a nivel del mar, un valor de 1.013 hPa. Aunque este depende de diferentes variables (latitud, humedad, viento, etc.), las dos de mayor entidad son la altitud y la influencia de los cambios meteorológicos. A medida que aumenta la altitud, disminuye la Pa. Como el invernadero está ubicado a 175 m de altitud, los valores de Pa no suelen ser, en la zona, demasiado bajos. Por otra parte, la influencia del tiempo climático en el valor de la Pa es fundamental; así, cuando hace frío el aire que está sobre la superficie terrestre es más denso y ejerce mayor presión; por el contrario, cuando está caliente, al ser menos denso, la presión ejercida sobre el suelo disminuye. Por tanto, teniendo en cuenta la importancia de este último fenómeno, para abordar el estudio de la Pa en el invernadero, se ha seleccionado el mes de julio de 2015 como representante del período cálido, con bajos valores de Pa que ocasionan una situación de inestabilidad barométrica, y el mes de enero del mismo año, ejemplificando el modelo de la estación fría, con altas presiones que informan sobre un tiempo barométricamente estable o anticiclónico, con cielos despejados y tiempo en calma, de manera que si la humedad es escasa y no hay viento se producen heladas nocturnas y si existe humedad (como sucede en Badajoz a causa del río Guadiana) se forman densas nieblas matutinas.

La Figura 106 muestra el régimen de Pa durante los dos meses seleccionados. La media del mes de enero es 1.003 hPa, siendo la diferencia entre sus valores máximo y mínimo absolutos de 40,6 hPa (intervalo 979-1.020 hPa). El valor más elevado del mes se registró el día 9 entre las 11:00 y las 12:00 h, y el más bajo el día 31 a las 6:00-6:30 h. Con respecto a julio, su media se sitúa en 993 hPa, con fluctuaciones entre 986 y 998, con una amplitud de intervalo, por tanto, de 12,1 hPa, muy inferior a la de enero. El valor máximo absoluto se alcanzó el día 11 entre las 9:00 y 9:30 h y el mínimo el día 30 a las 19:30-20:00 h.

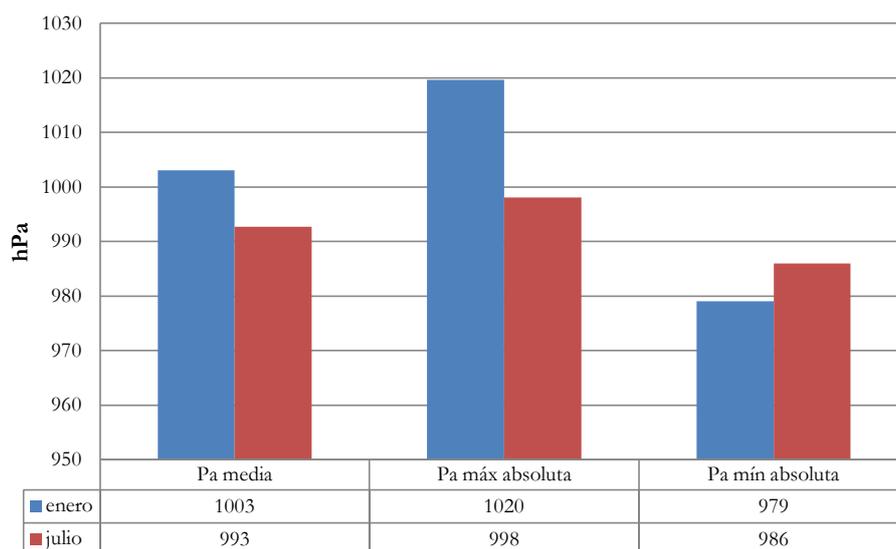


Figura 106. Régimen de presión atmosférica registrado en el invernadero en los meses de enero y julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El régimen de Pa correspondiente al mes de enero (Figura 107) muestra, en general, la presencia de un tiempo estable, con líneas poco alejadas entre sí, aunque se aprecia una pequeña vaguada de bajas presiones durante una semana a mediados de mes en la que la separación de las líneas aumenta ligeramente. La Pa media diaria es 1.003 hPa, con oscilaciones entre 986 y 1.018 hPa, con una amplitud de intervalo de 32,6 hPa. La media diaria de las máximas absolutas es 1.005 hPa, con fluctuaciones entre 991 y 1.020 hPa, con una amplitud de intervalo de 28,8 hPa, algo menor a la de las medias diarias. Con respecto a las mínimas absolutas, su media es 1.001 hPa, con valores que oscilan entre 979 y 1.017 hPa, que conforman una amplitud de intervalo de 37,9 hPa, la mayor del período considerado. La diferencia entre las medias de los valores máximos y mínimos es 4,5 hPa.

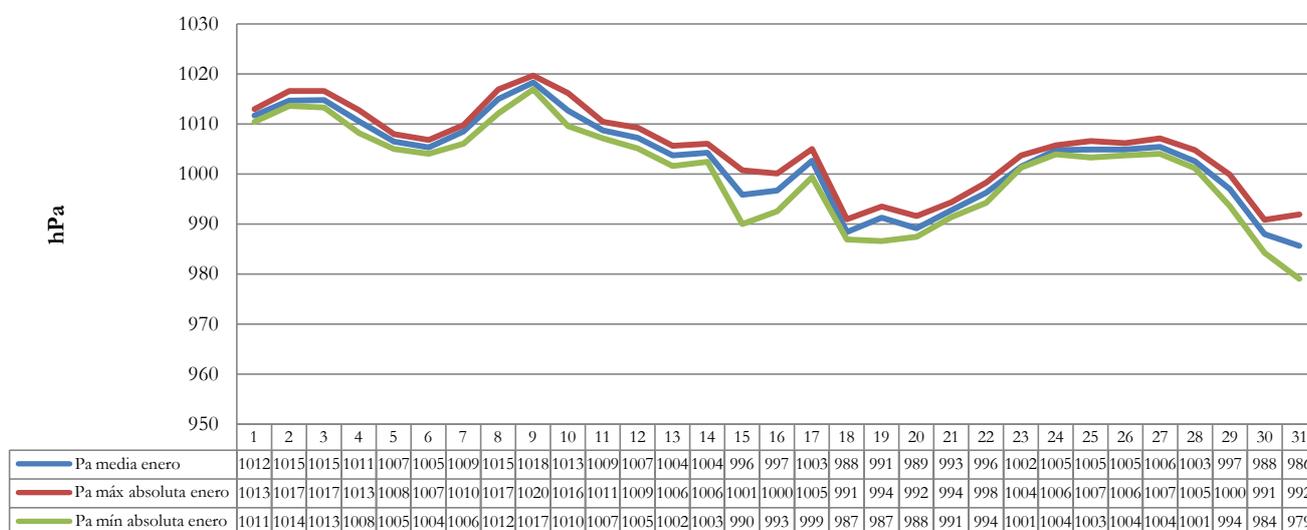


Figura 107. Presión atmosférica diaria registrada en enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El régimen del mes de julio (Figura 108) muestra unas líneas de Pa menos alejadas entre sí que en el caso anterior. Se observa una lenta tendencia decreciente a medida que avanza el mes, hasta llegar a su valor mínimo el día 31, en el que la separación entre líneas es, tan sólo, de 0,3 hPa. La Pa media diaria es 992 hPa, con valores que oscilan entre 987 y 996 hPa, con una amplitud de intervalo de 9,1 hPa. La media de las máximas absolutas es 994 hPa, con fluctuaciones entre 987 y 998 hPa, con una amplitud de intervalo de 10,8 hPa, algo mayor a la de las medias diarias. Con respecto a las mínimas absolutas, su media es 991 hPa, con valores que oscilan entre 986 y 994 hPa, que conforman una amplitud de intervalo de 8,3 hPa. La diferencia entre las medias de los valores máximos y mínimos es de 3,4 hPa (1,1 hPa inferior a la del mes anterior).

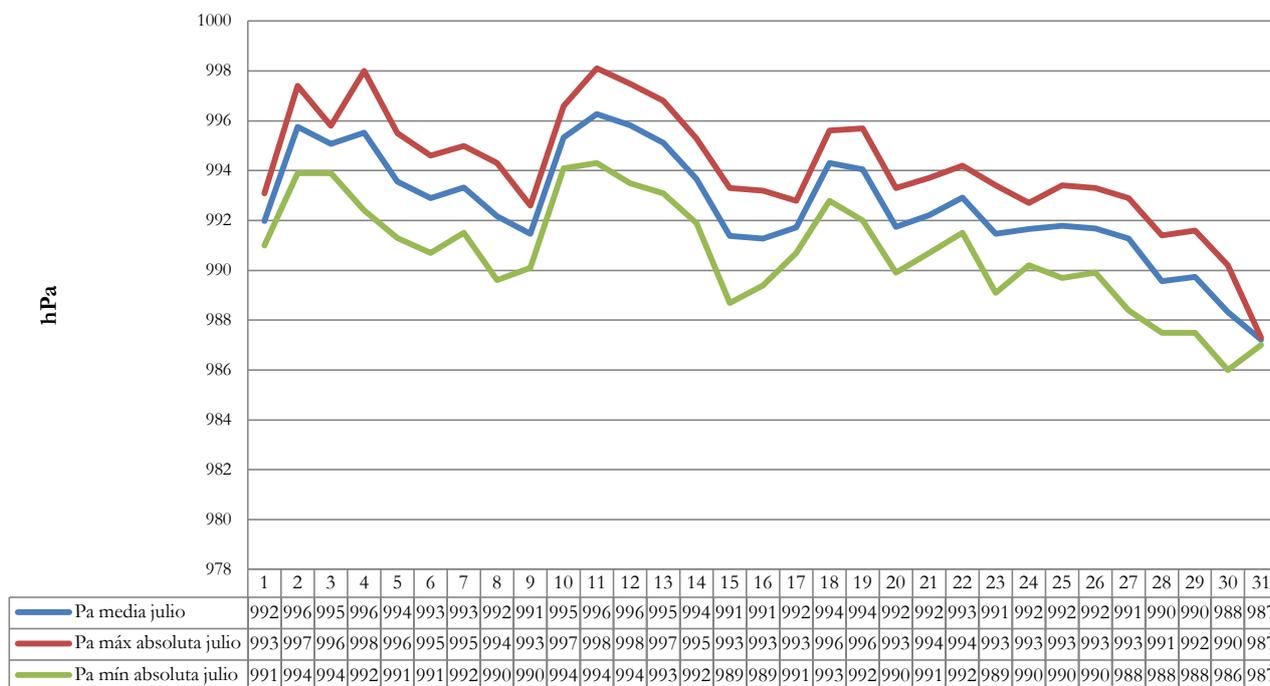


Figura 108. Presión atmosférica diaria registrada en el invernadero en el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El análisis de la Pa media horaria de los dos meses seleccionados como representantes de sendos modelos, de invierno y verano (Figura 109), genera un patrón regular, con escasas oscilaciones en sus respectivas líneas. Se constatan de nuevo las diferencias estacionales; sin embargo, apenas hay cambios de Pa medios a lo largo de la jornada. En ambos casos la tendencia general es similar. En enero, la Pa asciende lenta y suavemente a lo largo de la mañana, alcanzando su mayor valor (1.004 hPa) a mediodía, momento a partir del cual desciende hasta su cifra más baja (1.002 hPa), registrada a las 17:00 h. La diferencia entre el valor medio máximo y mínimo es de 2,4 hPa. En julio sucede algo similar; la Pa sube por la mañana hasta las 10:00 h (994 hPa) para descender de manera gradual y constante hasta las 19:00 h (991 hPa). En este caso, la diferencia entre las medias máximas y mínimas es de 3,0 hPa.

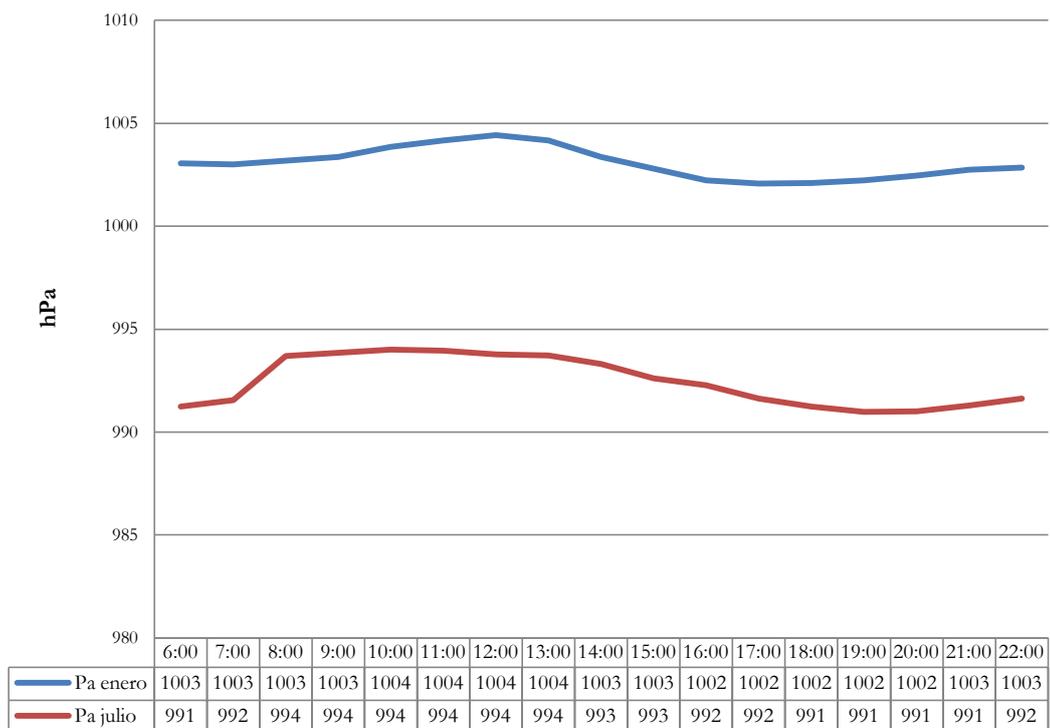


Figura 109. Presión atmosférica media horaria registrada en el invernadero en los meses de enero y julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Por último, en los dos meses seleccionados se han escogido a su vez sendos días, dos por mes, en los que las alteraciones de los valores de Pa vienen determinadas por importantes cambios meteorológicos.

En enero, el día 9 (línea azul de la Figura 110) muestra una situación anticiclónica o de altas presiones, de estabilidad barométrica por tanto, definida por cielos despejados y ambiente húmedo, que provocó la aparición de niebla a lo largo de la mañana; la Pa media es 1.018 hPa, con un intervalo de 1.017-1.020 hPa (amplitud de 2,7 hPa). Sin embargo, el día 31 (línea roja) se caracterizó por temperaturas de 2-15 °C, presencia de bajas presiones, tiempo nuboso y con posibilidad de lluvia; su Pa media es de 986 hPa, en un rango de 979-992 hPa (amplitud de 12,9 hPa, que informa sobre la exacerbada inestabilidad del día).

En julio, el tiempo del día 11 (línea verde) registró temperaturas máximas de 35-37 °C, estabilidad barométrica y, por tanto, situación anticiclónica; su Pa media es de 996 hPa, con valores que oscilan entre 994 y 998 hPa (amplitud de 3,8 hPa). Por el contrario, en el día 30 (línea violeta) las temperaturas cayeron a máximas de 32 °C, dando un respiro al calor de los días anteriores y con un considerable descenso de la Pa, cuya media desciende a 988 hPa, con fluctuaciones de 986 a 990 hPa (amplitud de 4,2 hPa).

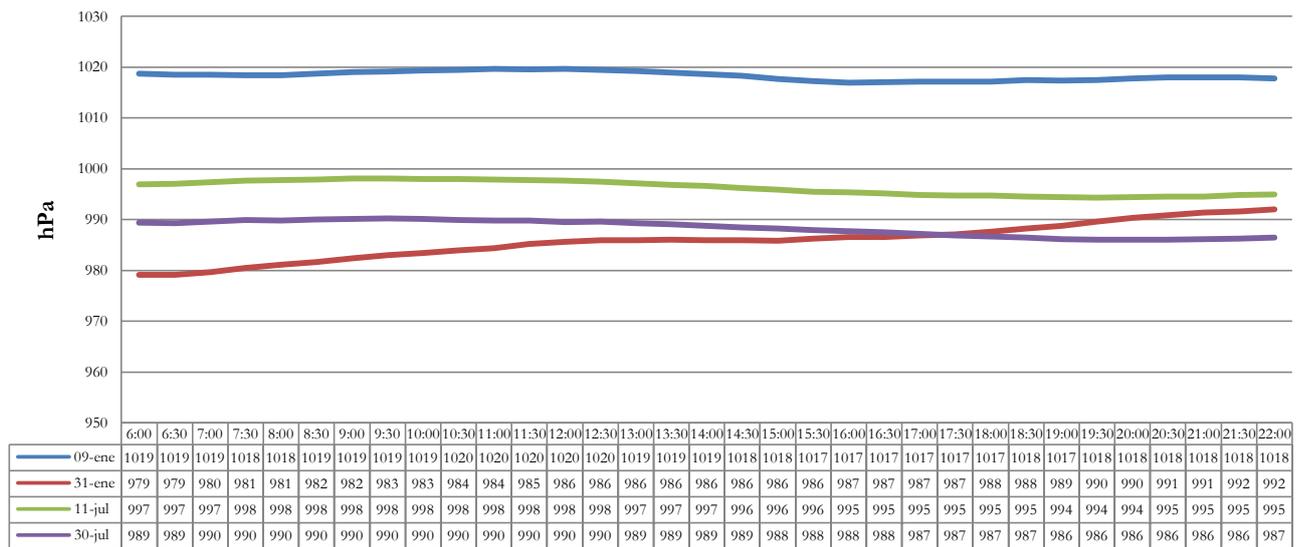


Figura 110. Comportamiento de la presión atmosférica en días de altas y bajas presiones en los meses de enero y julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.7. Índice de Voto Medio Estimado o PMV (*Predicted Mean Vote*)

El Índice de Voto Medio Estimado (PMV) predice la sensación térmica corporal percibida. Expresa el valor medio de los votos emitidos por un nutrido grupo de personas respecto a una escala de siete niveles (Escala de Fanger), basado en el equilibrio térmico del organismo del trabajador, que a su vez se consigue cuando la generación interna de calor coincide con la que se pierde hacia el ambiente. Su cálculo se efectúa a partir de los valores de T_a , HR, T_{rm} , v_a , gasto metabólico dependiente del tipo de actividad y del aislamiento debido a la vestimenta. Otros parámetros, como el factor de superficie de la ropa, el coeficiente de transmisión de calor por convección y la temperatura de la superficie de la ropa son despreciados por su escasa influencia en el valor final del PMV.

Este índice se ha ideado para valorar ambientes moderados que, junto con el Índice PPD, definen el bienestar térmico [305]. En el caso de que el valor del Índice PMV sea cero, las condiciones ambientales serán óptimas. Debe mantenerse, por tanto, en un rango entre -0,5 y +0,5. Al aplicar la Escala de Fanger, se obtienen calificaciones agrupadas en nueve clases, que fluctúan entre la Clase 1, caracterizada por un valor de PMV de +4 y sensación de mucho calor, pasando por la Clase 5, con $PMV = 0$ y sensación de algo de calor-neutra-algo de frío, hasta la Clase 9, con $PMV = -4$ y sensación de mucho frío (ver Tabla 52). Este índice sólo debería ser empleado bajo determinadas condiciones, propias de ambientes moderados, que proporcionarían valores comprendidos entre -2 y +2. Son estos requerimientos:

- Tasa metabólica de la actividad: entre 46 y 232 $W \cdot m^{-2}$. Como ya se mencionó en el epígrafe 5.1.3 (Selección de parámetros climáticos), el metabolismo energético medio de un trabajador de invernadero oscila entre 165 y 230 $W \cdot m^{-2}$.
- Aislamiento de la vestimenta de trabajo: 0-2 clo; su valor normal en verano es 0,6 clo (Tabla 57).
- T_a : 10-30 °C.

- T_{rm} : 10-40 °C.
- v_a : 0-1 m·s⁻¹.
- Presión parcial de vapor: 0-2.700 Pa.
- HR: cifra cercana al 50%. No obstante, la influencia de la humedad en la sensación térmica, a una T_a moderada, es pequeña y, normalmente, puede ser despreciada en el cálculo del Índice PMV.

Tabla 57. Origen del valor de 0,60 clo como cifra habitual para cuantificar el aislamiento debido a la vestimenta de trabajo en ambientes calurosos.

Vestimenta de trabajo	Valor de clo
Calcetines finos	0,02
Ropa interior ligera	0,03
Camisa de manga corta	0,15
Pantalón normal	0,25
Botas	0,10
Guantes	0,05
	0,60

(Fuente: elaboración propia).

Las variables que ejercen mayor influencia en el valor final del Índice PMV son el aislamiento debido a la vestimenta de trabajo, la v_a , la tasa metabólica y la temperatura operativa (T_o), nuevo parámetro calculado a partir de los valores de T_a , T_{rm} y HR. Por tanto, antes de iniciar el estudio del Índice PMV en el invernadero es necesario introducir brevemente cuál es la función y el significado de la temperatura radiante media (T_{rm}). Esta variable considera el calor emitido por radiación por los elementos que constituyen el espacio de trabajo del sujeto, que en el caso del invernadero son las paredes y cubiertas, equipos instalados, suelo, plantas, elementos metálicos estructurales, etc. Todos ellos ejercen cierta influencia en la pérdida o ganancia de calor por parte del organismo del trabajador debido a los intercambios radiantes entre los objetos circundantes y su propio cuerpo. En el caso de que no se disponga de un sensor específico para la T_{rm} , se puede calcular con los valores de T_g , T_a y v_a .

Para abordar el análisis del Índice PMV se han seleccionado tres meses del considerado período frío, diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015; tres del templado, marzo, abril y mayo, ya que en estos meses se registran elevadas temperaturas y se pueden encontrar situaciones de incomodidad térmica por calor y, por último, tres meses representativos del verano, julio, agosto y septiembre; todos ellos de 2015. La elección de septiembre en lugar de junio se debe a que en el primero no se activó nunca el control climático y sí en buena parte del segundo, quedando ya ese modelo (intervenido tecnológicamente) suficientemente representado por el mes de agosto.

Los resultados de un análisis previo (Figura 111) muestran valores mensuales del Índice PMV que oscilan entre -0,79 de diciembre, con una sensación térmica global entre neutra y algo de frío, y 2,02 de septiembre (calor y ausencia de control climático), que corresponde a una sensación global entre bastante y mucho calor. La media de los tres meses fríos es -0,48, entre neutra y algo de frío; la de los meses templados es 1,41, entre algo y bastante calor y, finalmente, la del período cálido es 1,65, con idéntica

sensación térmica global a la anterior, cifra sin duda determinada por el control climático instalado en el invernadero. La media de las máximas absolutas para todo el período es 5,04, con valores que fluctúan entre 3,11 de agosto y 6,44 de septiembre. A causa del control automático instalado, la media de las máximas absolutas del período templado (5,80) resulta mayor que la del cálido (5,19). Con respecto a las mínimas absolutas, su PMV medio global es -2,25, con un intervalo que oscila entre -0,11 de julio y -4,45 de diciembre. Las mínimas, no sujetas a la acción del control ambiental, siguen un orden natural, con valores medios de -4,22 (estación fría), -2,05 (meses templados) y -0,48 (período cálido).

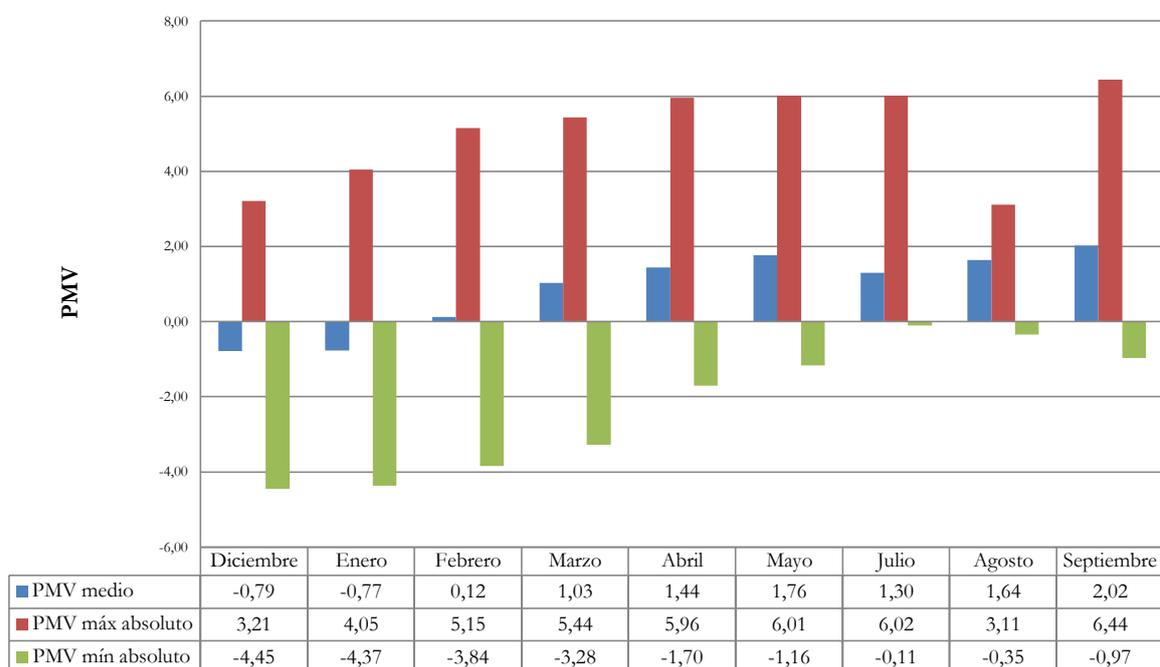


Figura 111. Comportamiento del Índice PMV entre los meses de diciembre de 2014 a mayo de 2015 y de julio a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

La Figura 112 muestra el comportamiento del Índice PMV diario durante los tres meses invernales. Las medias de diciembre y enero apenas registran diferencias significativas (-0,80 y -0,77, respectivamente), mientras la de febrero asciende a 0,12. Así, las dos primeras informan sobre una sensación térmica global entre neutra y algo de frío, mientras que la de febrero representa un valor neutro; es decir, de confort térmico. En diciembre hay siete días cuya media oscila entre -0,45 y 0,09, con sensación térmica neutra (Clase 5), en otros nueve la media fluctúa entre -1,04 y -1,74, informando de una sensación entre algo y bastante frío (Clase 7) y en el resto del mes la sensación diaria predominante es de algo de frío-neutra, con valores situados en un rango de -0,87 a -0,52 (Clase 6). Todos los valores medios diarios del mes se sitúan en el intervalo -2 a +2, propio de ambientes moderados.

En enero, durante diez días, entre ellos los últimos ocho, la sensación térmica es neutra, ya que sus valores fluctúan entre -0,41 y 0,14 (Clase 5); en otros nueve la sensación percibida se sitúa entre neutra y algo de frío (Clase 6), con registros que oscilan entre -0,54 y -0,90; durante diez días los valores de PMV se movieron entre -1,04 y -1,60, con una sensación entre algo y bastante frío (Clase 7); finalmente, el día 7 muestra una media de -2,03, fuera del rango propio de los ambientes moderados y que confirma la existencia de una sensación térmica global para dicho día de bastante a mucho frío (Clase 8).

En febrero la situación es más heterogénea, aunque todos sus registros se sitúan en el intervalo mencionado para ambientes moderados; así, durante trece días la sensación térmica es determinada por valores neutros, entre -0,48 y 0,25 (Clase 5); en cinco la sensación percibida oscila entre neutra y algo de frío, con un intervalo de -0,54 a -0,99 (Clase 6); en ocho la sensación térmica es entre neutra y algo de calor (Clase 4) ya que sus registros fluctúan entre 0,50 y 0,98; por último, existen dos días en los que la sensación percibida es de bastante a algo de calor (Clase 3), ya que estos dos valores son 1,17 y 1,04.

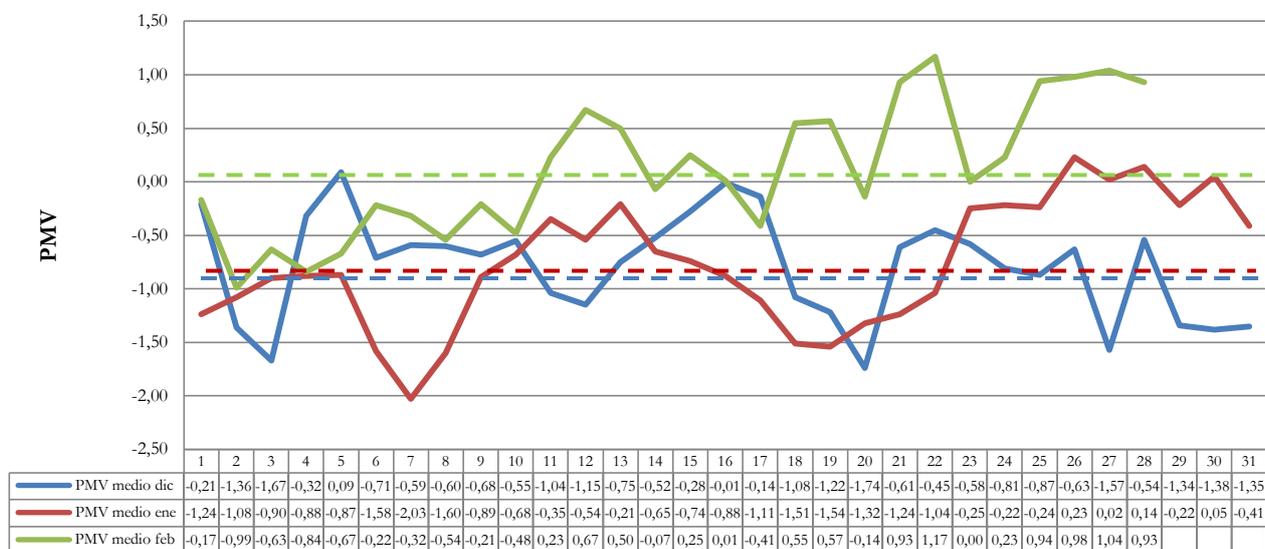


Figura 112. Comportamiento del Índice PMV medio diario durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 113 muestra los registros medios de las máximas y mínimas absolutas de los meses de invierno para el Índice PMV. Con respecto a las máximas, la situación predominante en diciembre es la correspondiente a ambientes no moderados, con una sensación térmica promedio de entre bastante y mucho calor, cuya media es 2,25, con valores que se sitúan en un intervalo entre -1,00 y 3,21 (amplitud de 4,21). En enero, la media es 2,39, con registros en un rango de -1,28 a 4,05 (amplitud de 5,33, la más elevada del período frío) que, como en el mes anterior, corresponde a ambientes no moderados, con bastante-mucho calor. En febrero tampoco se puede hablar de un ambiente térmicamente confortable atendiendo al registro de sus máximas, ya que fluctúan entre 0,42 y 5,15 (amplitud de 4,73), con una media muy elevada, de 3,52.

En relación a las mínimas absolutas, el mes de diciembre se caracteriza por presentar una media de -2,77, con valores mínimos ubicados en un intervalo de -4,45 a -1,30 (amplitud de 3,15), que conforman un ambiente inconfortable por frío, circunstancia que se repite en los dos meses siguientes, ya que la media de enero es -3,11 (la menor de todas), con oscilaciones que varían entre -4,37 y -1,24 (amplitud de 3,13, similar a la de diciembre), mientras que, en el caso de febrero, la media de las mínimas es -2,51, con registros situados en un rango entre -3,84 y -1,42 (amplitud de 2,42).

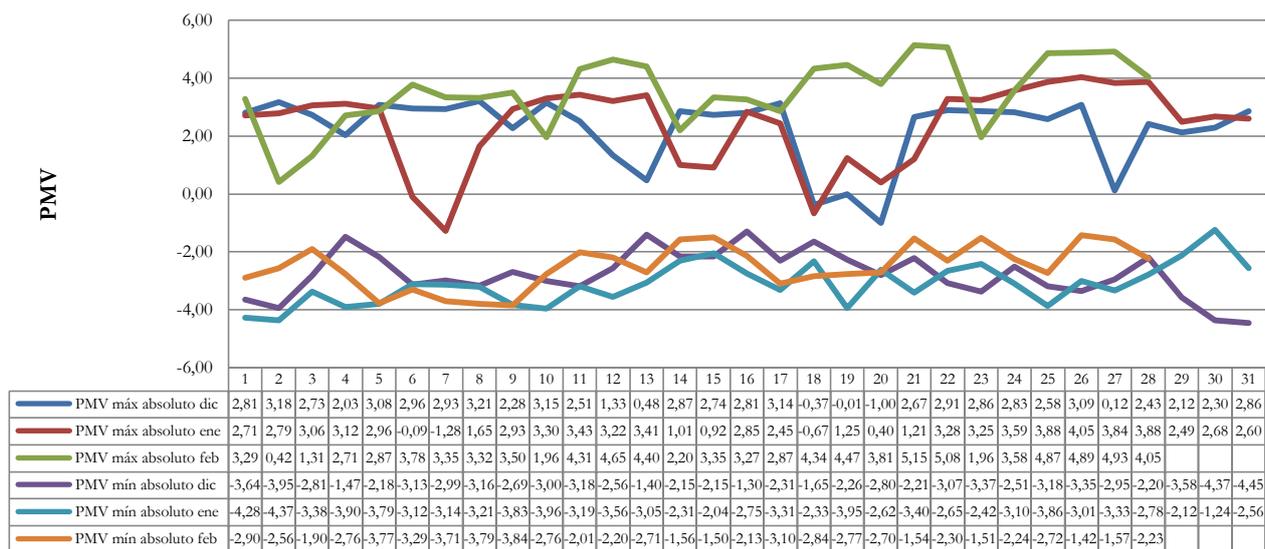


Figura 113. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PMV durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Con el fin de categorizar por clases los registros invernales para profundizar en situaciones que se producen diariamente en el trabajo, se ha configurado un resumen de los principales datos (Tabla 58).

Tabla 58. Agrupación de los registros diarios invernales categorizados en función de las clases en las que pueden encuadrarse aplicando la Escala de Fanger.

Mes	Valores PMV	Clase	Nº días	Intervalo	Sensación térmica	Ambiente moderado
Diciembre	Medios	5	7	-0,45/+0,09	Neutra	Sí
		6	13	-0,52/-0,87	Neutra-Algo de frío	Sí
		7	11	-1,04/-1,74	Algo-Bastante frío	Sí
	Máximos	1	6	+3,08/+3,21	Mucho calor	No
		2	19	+2,96/+2,03	Mucho-Bastante calor	No
		3	1	+1,33	Bastante-Algo de calor	Sí
		5	4	-0,37/+0,46	Neutra	Sí
	Mínimos	7	1	-1,00	Algo-Bastante frío	Sí
		7	4	-1,30/-1,65	Algo-Bastante frío	Sí
		8	14	-2,15/-2,99	Bastante-Mucho frío	No
		9	13	-3,00/-4,45	Mucho frío	No
		5	11	-0,41/+0,23	Neutra	Sí
		6	9	-0,54/-0,90	Neutra-Algo de frío	Sí

Mes	Valores PMV	Clase	Nº días	Intervalo	Sensación térmica	Ambiente moderado
Enero	Medios	7	10	-1,04/-1,60	Algo-Bastante frío	Sí
		8	1	-2,03	Bastante-Mucho frío	No
	Máximos	1	13	+3,06/+4,05	Mucho calor	No
		2	9	+2,96/+2,45	Mucho-Bastante calor	No
		3	4	+1,65/+1,01	Bastante-Algo de calor	Sí
		4	1	+0,92	Algo de calor-Neutra	Sí
		5	2	-0,09/+0,40	Neutra	Sí
		6	1	-0,67	Neutra-Algo de frío	Sí
		7	1	-1,28	Algo-Bastante frío	Sí
	Mínimos	7	1	-1,24	Algo-Bastante frío	Sí
		8	10	-2,04/-2,78	Bastante-Mucho frío	No
		9	20	-3,01/-4,37	Mucho frío	No
	Febrero	Medios	3	2	+1,17/+1,04	Bastante-Algo de calor
4			8	+0,98/+0,50	Algo de calor-Neutra	Sí
5			13	-0,48/+0,25	Neutra	Sí
6			5	-0,54/-0,99	Neutra-Algo de frío	Sí
Máximos		1	20	+3,29/+5,15	Mucho calor	No
		2	4	+2,87/+2,20	Mucho-Bastante calor	No
		3	3	+1,96/+1,31	Bastante-Algo de calor	Sí
		5	1	+0,42	Neutra	Sí
Mínimos		7	7	-1,42/-1,90	Algo-Bastante frío	Sí
		8	15	-2,01/-2,90	Bastante-Mucho frío	No
		9	6	-3,85/-3,10	Mucho frío	No

(Fuente: elaboración propia).

La Figura 114 muestra el comportamiento del Índice PMV diario durante los tres meses del período templado. Las medias se incrementan lentamente en el transcurso de cada mes; así, la de marzo es 1,05, con valores que se sitúan en un intervalo entre -0,13 y 2,09 (amplitud de 2,22); la de abril sube a 1,44, con registros que oscilan entre -1,17 y 2,14 (amplitud de 3,31, la más elevada del período), y en mayo, la media es 1,76, con valores que fluctúan entre 1,06 y 2,63 (amplitud de 1,57). Por tanto, teniendo en cuenta las medias mensuales, la sensación térmica global es de bastante-algo de calor, propia de ambientes moderados. En marzo hay un día en el que la sensación térmica percibida es de mucho-bastante calor, con

un valor de 2,03 (Clase 2); catorce días en los que la sensación térmica es de bastante-algo de calor, con cifras que oscilan entre 1,93 y 1,05 (Clase 3); trece días con registros que fluctúan entre 0,92 y 0,53, propios de un ambiente entre algo de calor y neutro (Clase 4), y, por último, tres días con sensación neutra, con valores que varían entre -0,13 y 0,34 (Clase 5). A excepción de un único día, el resto de valores medios diarios del mes se sitúa en el intervalo comprendido entre -2 y +2, propio de ambientes moderados.

En abril se registran cuatro días en los que la sensación térmica es de mucho-bastante calor, con cifras que se mueven en un intervalo de 2,14 a 2,03; durante 22 días, la sensación percibida es de bastante-algo de calor, con valores que fluctúan entre 1,98 y 1,00 (Clase 3); dos días muestran registros entre 0,97 y 0,87, propios de una sensación entre algo de calor y neutra (Clase 4) y, finalmente, durante otros dos días el ambiente es confortable, con sensación neutra y valores de -0,17 a 0,28 (Clase 5).

La situación en mayo es mucho más homogénea, ya que sólo se registran valores de dos clases diferentes; por tanto, durante nueve días la sensación térmica se sitúa entre mucho y bastante calor, con cifras que oscilan entre 2,14 y 2,03 (Clase 2) y en el resto, 22 días, la sensación es de bastante-algo de calor, con dígitos que fluctúan entre 1,96 y 1,06 (Clase 3).

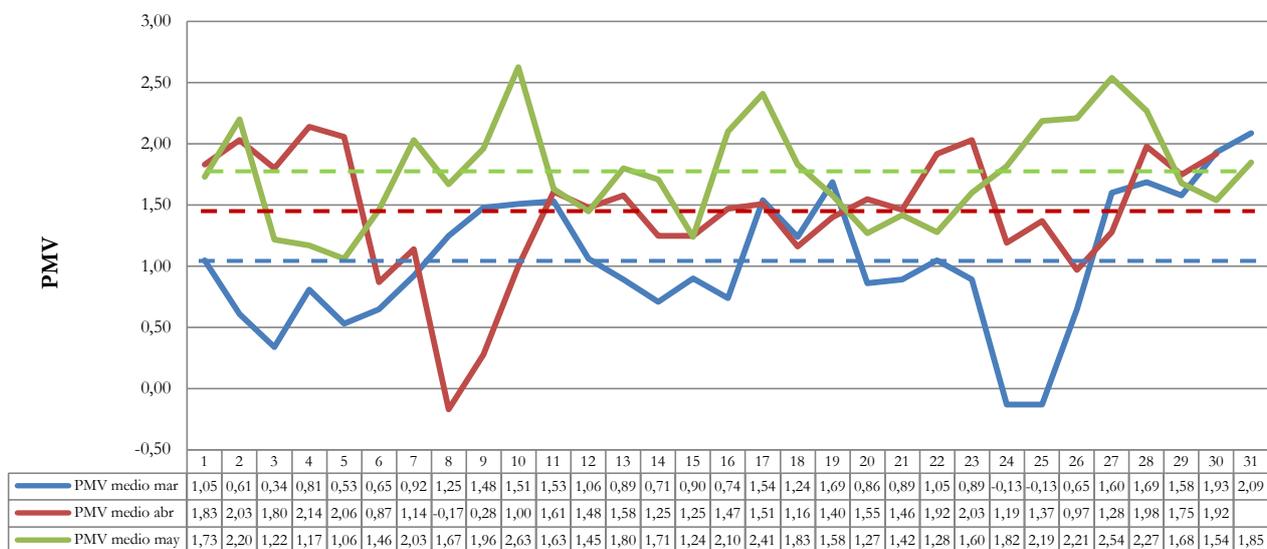


Figura 114. Comportamiento del Índice PMV medio diario durante los meses correspondientes al período templado (marzo, abril y mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

La Figura 115 recoge los registros medios de las máximas y mínimas absolutas de los tres meses templados. Con respecto a las máximas, la situación durante todo el período corresponde a una sensación térmica de mucho calor, de manera que la media de las máximas se incrementa gradualmente a medida que transcurren los meses. En marzo, la media es 3,99, con valores que fluctúan entre 1,27 y 5,44 (amplitud de 4,17); la media de abril llega a 4,01, con registros extremos de 0,96 a 5,96 (amplitud de 5,00, la más elevada de los tres meses) y, por último, la de mayo alcanza un PMV medio de 4,09, con valores polarizados entre 2,62 y 6,01 (amplitud de 3,39). En relación a las mínimas absolutas, todas sus medias son propias de ambientes moderados; así, la del mes de marzo es -1,90, que corresponde a una sensación de entre algo y bastante frío, con cifras que oscilan entre -0,54 y -3,28 (amplitud de 2,74, la más alta de las mínimas de este período); la media de abril es -0,87, correspondiente a una sensación entre neutra y algo de frío, con

valores que fluctúan entre -1,70 y 0,00 (amplitud de 1,70) y, finalmente, las cifras del mes de mayo varían entre -1,16 y 0,54 (amplitud de 1,70, idéntica a la de abril), con un valor medio de -0,30, que informa de una situación confortable térmicamente, con una sensación percibida de neutralidad.

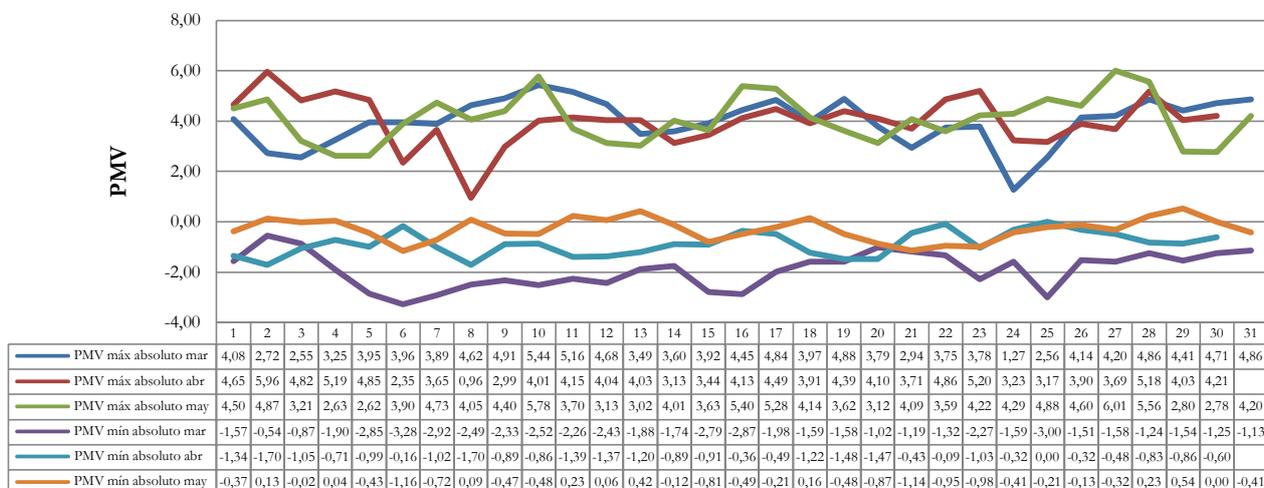


Figura 115. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PMV durante los meses correspondientes al período templado (marzo, abril y mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Como en la estación fría, también en los meses templados se categorizan los registros por clases, a fin de progresar en el conocimiento de las situaciones que tienen lugar a diario durante la jornada laboral, y para ello se ha confeccionado un cuadro (Tabla 59) en el que se recogen los principales resultados.

Tabla 59. Agrupación de los registros diarios del período templado categorizados en función de las clases en las que pueden encuadrarse aplicando la Escala de Fanger.

Mes	Valores PMV	Clase	Nº días	Intervalo	Sensación térmica	Ambiente moderado
Marzo	Medios	2	1	+2,03	Mucho-Bastante calor	No
		3	14	+1,93/+1,05	Bastante-Algo de calor	Sí
		4	13	+0,92/+0,53	Algo de calor-Neutra	Sí
		5	3	-0,13/+0,34	Neutra	Sí
	Máximos	1	26	+3,05/+5,44	Mucho calor	No
		2	4	+2,94/+2,55	Mucho-Bastante calor	No
		3	1	+1,27	Bastante-Algo de calor	Sí
	Mínimos	6	2	-0,54/-0,87	Neutra-Algo de frío	Sí
		7	17	-1,02/-1,98	Algo-Bastante frío	Sí
8		10	-2,26/-2,92	Bastante-Mucho frío	No	

Mes	Valores PMV	Clase	Nº días	Intervalo	Sensación térmica	Ambiente moderado
		9	2	-3,28/-3,00	Mucho frío	No
Abril	Medios	2	4	+2,14/+2,03	Mucho-Bastante calor	No
		3	22	+1,98/+1,00	Bastante-Algo de calor	Sí
		4	2	+0,97/+0,87	Algo de calor-Neutra	Sí
		5	2	-0,17/+0,28	Neutra	Sí
	Máximos	1	27	+3,13/+5,96	Mucho calor	No
		2	2	+2,99/+2,35	Mucho-Bastante calor	No
		4	1	+0,96	Algo de calor-Neutra	Sí
	Mínimos	5	9	-0,49/0,00	Neutra	Sí
		6	9	-0,60/-0,91	Neutra-Algo de frío	Sí
		7	12	-1,02/-1,70	Algo-Bastante frío	Sí
Mayo	Medios	2	9	+2,63/+2,03	Mucho-Bastante calor	No
		3	22	+1,96/+1,06	Bastante-Algo de calor	Sí
	Máximos	1	27	+3,02/+6,01	Mucho calor	No
		2	4	+2,80/+2,62	Mucho-Bastante calor	No
	Mínimos	4	1	+0,54	Algo de calor-Neutra	Sí
		5	23	-0,49/+0,42	Neutra	Sí
		6	5	-0,72/-0,98	Neutra-Algo de frío	Sí
		7	2	-1,14/-1,16	Algo-Bastante frío	Sí

(Fuente: elaboración propia).

La evolución mensual del Índice PMV diario durante los tres meses del período cálido se muestra en la Figura 116. Debido al sistema de control climático del invernadero, las medias no acompañan el recorrido acostumbrado del calor, de manera que, debido a esta circunstancia, el valor más elevado y las situaciones térmicas más incómodas corresponden al mes de septiembre, cuya línea sigue un patrón anárquico, con grandes altibajos, contrariamente a la de agosto, muy aplanada gracias a la acción del control automático. La media de julio es 1,34, con cifras que oscilan entre 0,87 y 2,04 (amplitud de 1,17); la de agosto alcanza 1,64, con valores extremos que fluctúan entre 1,41 y 1,95 (amplitud de 0,54, la menor de todas debido, una vez más, al sistema de control, que suaviza los valores extremos); por último, la media de septiembre asciende hasta 2,02, con un intervalo entre 1,01 y 3,05 (amplitud de 2,04, la mayor de los tres meses, a causa del cese de actividad del sistema de control). Por tanto, teniendo en cuenta las medias mensuales, la sensación térmica global es de bastante-algo de calor y propia de ambientes moderados en julio y agosto; sin embargo, la media de septiembre se corresponde a un ambiente no moderado con sensación térmica entre bastante y mucho calor.

En julio hay dos días en los que la sensación térmica percibida es de mucho-bastante calor, con cifras que oscilan entre 2,04 y 2,02 (Clase 2); 26 días en los que la sensación térmica es de bastante-algo de calor, con cifras polarizadas entre 1,85 y 1,03 (Clase 3); y, por último, tres días con registros que fluctúan entre 0,94 y 0,87, propios de un ambiente entre algo de calor y neutro (Clase 4). A excepción de dos días, el resto de valores medios diarios del mes se sitúa en el intervalo comprendido entre -2 y +2, propio de ambientes moderados. Todos los días de agosto registran valores que se corresponden con una sensación térmica de bastante-algo de calor (Clase 3), con cifras que se mueven en un intervalo de 1,95 y 1,41; por tanto, todas las medias del mes se encuadran en un ambiente moderado. La situación en septiembre es algo más heterogénea, ya que se registran valores de tres clases diferentes; así, durante un día la sensación térmica es de mucho calor, representada por una cifra que alcanza 3,05 (Clase 1); catorce días con valores entre 2,89 y 2,04 (Clase 2), con sensación de mucho-bastante calor y en el resto, quince días, la sensación es de bastante-algo de calor, con dígitos que fluctúan entre 1,99 y 1,01 (Clase 3).

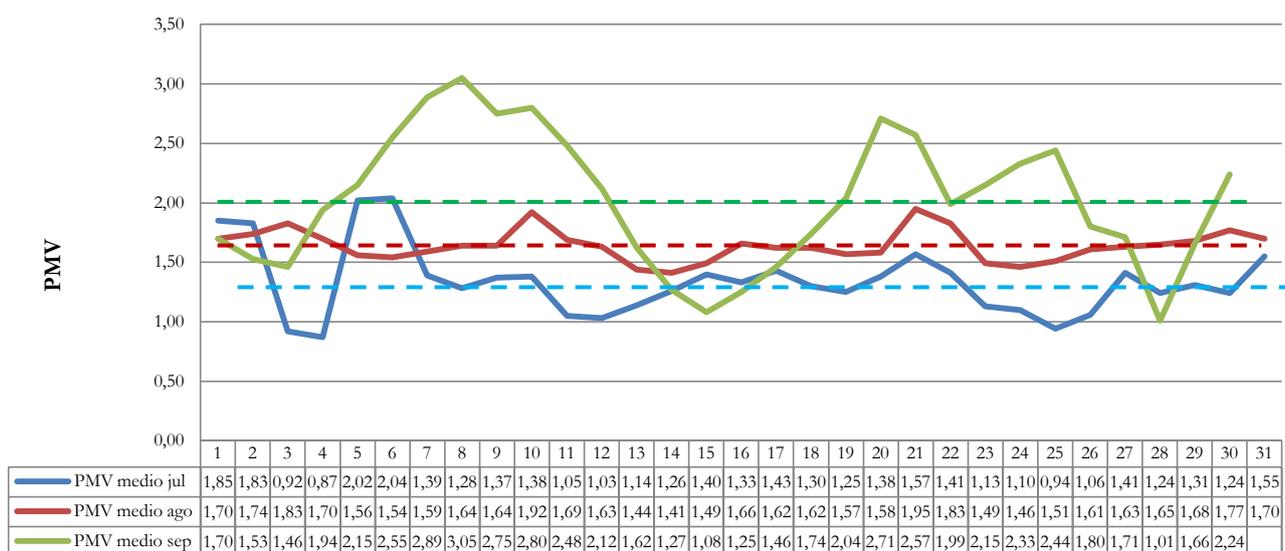


Figura 116. Comportamiento del Índice PMV medio diario durante los meses correspondientes al período cálido (julio, agosto y septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

La Figura 117 recoge los registros medios de las máximas y mínimas absolutas de los tres meses cálidos. Con respecto a las primeras, la situación en julio y septiembre corresponde a una sensación térmica de mucho calor, mientras la de agosto (controlado) es de mucho-bastante calor, de manera que todas ellas se encuentran fuera del intervalo propio de los ambientes moderados. La línea de máximas de septiembre es anárquica, influida por vaivenes climáticos no regulados, mientras la de agosto se muestra totalmente aplanada y la de julio tiene un aspecto intermedio, con el control del clima desactivado durante un breve período, suficiente para quebrar la monotonía que generan estos sistemas.

En julio, la media es 2,92, con valores que fluctúan entre 2,16 y 6,02 (amplitud de 3,86); la media de agosto se sitúa en 2,51, con registros extremos de 2,23 a 3,11 (amplitud de 0,80, la más baja de los tres meses) y, por último, la de septiembre alcanza un Índice PMV de 4,59, con valores polarizados entre 2,14 y 6,44 (amplitud de 4,30, la mayor del período). En relación a las mínimas absolutas, todas sus medias son muy regulares y propias de ambientes moderados; así, la del mes de julio es 0,31, que corresponde a una sensación neutra, con cifras que oscilan entre -0,11 y 0,77 (amplitud de 0,88, la más reducida de las mínimas de este período); la media de agosto es 0,32 (tan sólo 0,01 mayor que la de julio),

correspondiente, asimismo, a una sensación neutra, con valores que fluctúan entre -0,35 y 0,88 (amplitud de 1,23) y, finalmente, las cifras de septiembre varían entre -0,97 y 0,51 (amplitud de 1,48, la más elevada de los tres meses), con un valor medio de -0,13, que informa de una situación confortable térmicamente, con una sensación percibida de neutralidad.

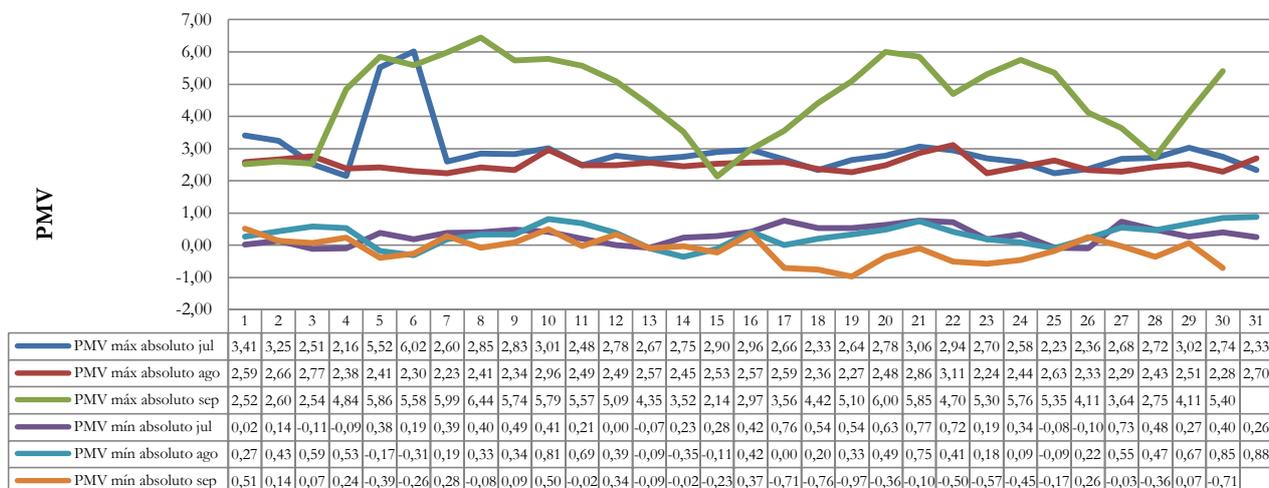


Figura 117. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PMV durante los meses correspondientes al período cálido (julio, agosto y septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Como en los dos períodos anteriores, también en los meses cálidos se categorizan los registros por clases, a fin de profundizar en el conocimiento de las situaciones diarias en las que se desarrolla el trabajo propio de los invernaderos. Para ello se ha confeccionado un nuevo cuadro (Tabla 60) que agrupa y resume los principales resultados.

Tabla 60. Agrupación de los registros diarios del Índice PMV del período cálido categorizados en función de las clases en las que pueden encuadrarse aplicando la Escala de Fanger.

Mes	Valores PMV	Clase	Nº días	Intervalo	Sensación térmica	Ambiente moderado
Julio	Medios	2	2	+2,04/+2,02	Mucho-Bastante calor	No
		3	26	+1,85/+1,03	Bastante-Algo de calor	Sí
		4	3	+0,94/+0,87	Algo de calor-Neutra	Sí
	Máximos	1	7	+3,01/+6,42	Mucho calor	No
		2	24	+2,96/+2,16	Mucho-Bastante calor	No
	Mínimos	4	7	+0,77/+0,54	Algo de calor-Neutra	Sí
5		24	-0,11/+0,49	Neutra	Sí	
Agosto	Medios	3	31	+1,95/+1,41	Bastante-Algo de calor	Sí
	Máximos	1	1	+3,11	Mucho calor	No
		2	30	+2,96/+2,23	Mucho-Bastante calor	No

Mes	Valores PMV	Clase	Nº días	Intervalo	Sensación térmica	Ambiente moderado
	Mínimos	4	9	+0,88/+0,53	Algo de calor-Neutra	Sí
		5	22	-0,35/+0,49	Neutra	Sí
Septiembre	Medios	1	1	+3,05	Mucho calor	No
		2	14	+2,89/+2,04	Mucho-Bastante calor	No
		3	15	+1,99/+1,01	Bastante-Algo de calor	Sí
	Máximos	1	24	+3,52/+6,44	Mucho calor	No
		2	6	+2,97/+2,14	Mucho-Bastante calor	No
	Mínimos	4	2	+0,51/+0,50	Algo de calor-Neutra	Sí
		5	22	-0,45/+0,37	Neutra	Sí
		6	6	-0,50/-0,97	Neutra-Algo de frío	Sí

(Fuente: elaboración propia).

El análisis del Índice PMV medio horario de los tres meses seleccionados como representantes del período frío se muestra en la Figura 118. En ella se aprecia la escasez de registros fuera del espacio conformado por las dos líneas horizontales de la figura, que simbolizan los valores que limitan los ambientes moderados de los que no lo son. Así, tanto en diciembre como en enero, desde las 6:00 hasta las 10:00 h, el Índice PMV muestra valores que informan de una sensación térmica de entre bastante y mucho frío (Clase 8); en febrero sucede el mismo fenómeno entre las 6:00 y las 8:00 h pero, a partir de las 12:00 y hasta las 16:00 h, surge un ambiente no moderado, en este caso, con una sensación percibida de mucho-bastante calor (Clase 2); por lo tanto, este mes presenta ambientes inconfortables por frío y calor en la misma jornada, separados tan sólo por cuatro horas; únicamente a las 18:00 h se aprecia una sensación térmica neutra (-0,28), mientras que esa sensación de óptimo confort térmico se produce en diciembre a las 13:00 h (0,18) y las 18:00 h (-0,07) y en enero a las 12:00 (0,06) y a las 18:00 h (-0,14).

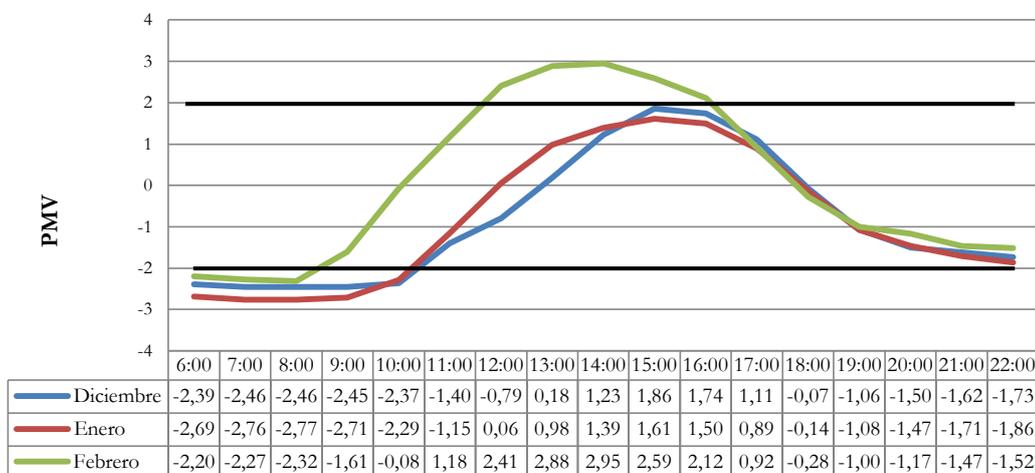


Figura 118. Índice PMV medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El estudio del Índice PMV medio horario de los tres meses del período templado (Figura 119), muestra gran número de registros, todos ellos por exceso de calor, fuera del espacio conformado por las dos líneas horizontales que simbolizan los valores que limitan los ambientes moderados. Así, en marzo, desde las 11:00 hasta las 16:00 h, el Índice PMV muestra valores que informan de una sensación térmica de entre mucho y bastante calor (Clase 2); en abril, esa sensación se repite entre las 11:00 y las 17:00 h, y en mayo desde las 12:00 hasta las 18:00 h. La sensación térmica neutra o de óptimo confort tiene lugar, en marzo, a las 9:00 h (-0,22) y a las 19:00-20:00 h (0,25 y -0,28, respectivamente); en abril se produce a las 8:00 (-0,09) y entre las 20:00 y las 22:00 h (intervalo -0,06 a 0,38); por último, en mayo, los valores neutros aparecen solamente entre las 6:00 y las 8:00 h (intervalo -0,17 a 0,08), circunstancia que revela la importancia de adelantar la hora de entrada a los invernaderos cuando llega el calor, como medida preventiva muy sencilla en su aplicación.

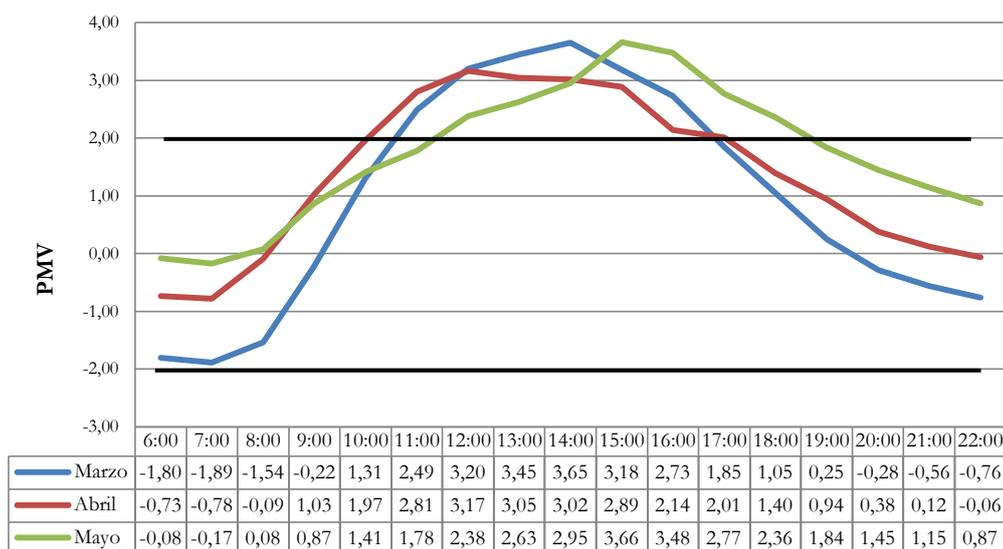


Figura 119. Índice PMV medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período templado entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El análisis del Índice PMV medio horario de los meses del período cálido (Figura 120), muestra la existencia de un cierto grado de heterogeneidad entre los diferentes registros mensuales. Como no se producen fenómenos relacionados con el frío, la línea horizontal inferior de los ambientes moderados (-2) no aparece representada en la figura. Es necesario recordar que las condiciones ambientales de los meses de julio (casi en su totalidad) y agosto (de forma ininterrumpida) fueron reguladas mediante el sistema de control del invernadero; no así septiembre, cuya línea (trazo verde) crece sin freno durante las horas centrales del día.

En julio, hay una sensación térmica de entre mucho y bastante calor (Clase 2) entre las 10:00 y las 13:00 h y entre las 17:00 y 18:00 h, y de mucho calor (Clase 1) entre las 14:00 y las 16:00 h (intervalo entre 3,41 y 3,63). En agosto, y a pesar del control ambiental, se registran valores propios de ambientes no moderados desde las 12:00 a las 17:00 h, si bien se sitúan en un rango muy próximo al valor +2 (2,04 a 2,42). La situación en septiembre es totalmente distinta, ya que a las 11:00, 19:00 y 20:00 h la sensación térmica es de mucho-bastante calor (Clase 2), pero entre las 12:00 y las 17:00 h es de mucho calor, con valores que oscilan en un intervalo entre 3,05 y 4,07 (Clase 1). La sensación térmica neutra o de óptimo confort tiene lugar, en julio, a las 7:00 h (0,43); en agosto se produce entre las 6:00 y las 8:00 h (0,42 a 0,49) y en

septiembre, los valores neutros aparecen entre las 6:00 y las 9:00 h (-0,01 a 0,32). Todos los registros del período cálido que informan de una sensación térmica óptima se producen en la franja horaria comprendida entre las 6:00 y las 9:00 h, circunstancia que confirma la importancia de adelantar la hora de entrada a los invernaderos cuando llega el calor, como medida preventiva muy efectiva y de fácil aplicación.

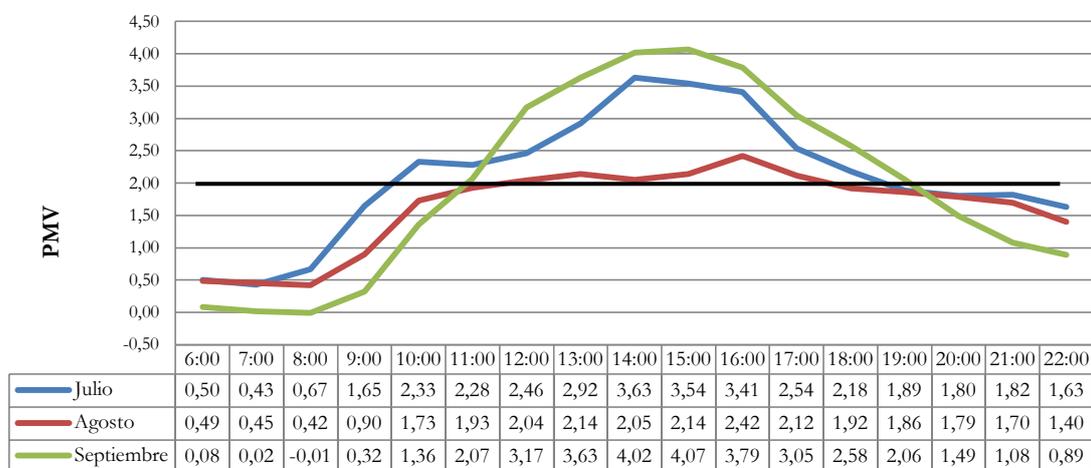


Figura 120. Índice PMV medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período cálido entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Con el fin de establecer una mayor nitidez entre las desigualdades intermensuales de los diferentes períodos anuales, se ha confeccionado un gráfico (Figura 121) que muestra las importantes diferencias mensuales en los registros medios horarios del Índice PMV. Si en enero no se alcanza el valor del límite superior propio de los ambientes moderados y en agosto sólo se supera levemente (hasta 2,42), en abril y, sobre todo, en septiembre, los valores máximos (3,17 y 4,07, respectivamente) se disparan hasta generar frecuentes situaciones inconfortables con sensación térmica de mucho calor.

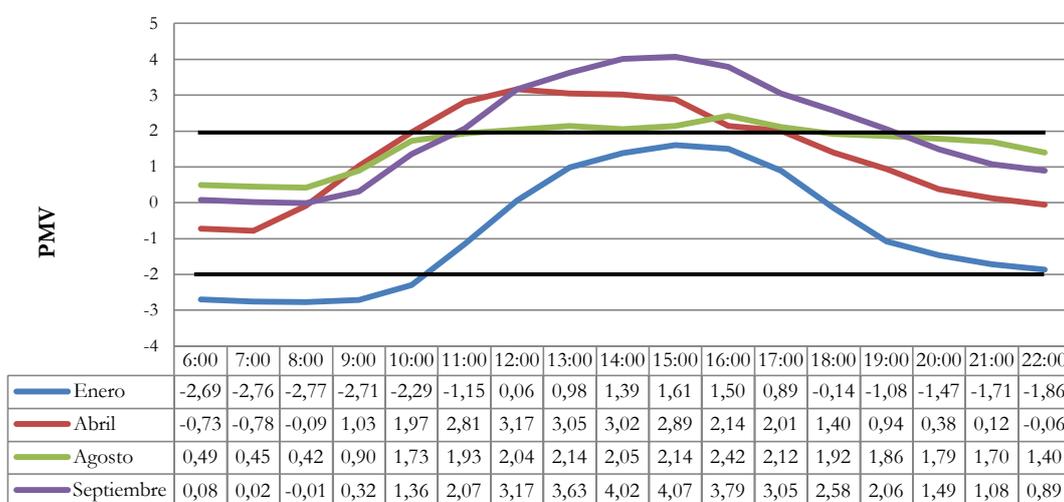


Figura 121. Comparación del Índice PMV medio horario registrado en el invernadero durante los meses más representativos de cada período (enero, abril, agosto y septiembre) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Finalmente, y con un objetivo claro de practicidad y de resumir la información anterior, se ha confeccionado un cuadro (Tabla 61) que muestra el número de horas, de la jornada establecida como laboral (16 horas y 17 registros en total), que corresponden a cada una de las nueve clases térmicas existentes. Por tanto, se pueden generar porcentajes de tiempo con situaciones confortables o incómodas, y dentro de ambientes moderados o no. Como se puede observar en la tabla, la Clase 1 y, sobre todo, la Clase 2, contienen un elevado número de horas y porcentajes de la jornada laboral en los que el trabajador se encuentra sometido a ambientes no moderados por exceso de calor. Situaciones de ambiente neutro (Clase 5) aparecen en todos los meses estudiados, aunque los escenarios más favorables se producen en abril y septiembre. Por último, el ambiente no moderado por frío (Clase 8) se limita a los tres meses invernales, especialmente a diciembre y enero, sin que se hayan detectado en ningún momento situaciones de frío intenso o Clase 9.

Tabla 61. Número de horas diarias y porcentaje de la jornada laboral mensual de todo el período seleccionado que se corresponde con las diferentes clases en las que se clasifica el Índice PMV aplicando la Escala de Fanger.

Nº de clase y sensación térmica Escala Fanger y PMV	Nº horas y % dic	Nº horas y % ene	Nº horas y % feb	Nº horas y % mar	Nº horas y % abr	Nº horas y % may	Nº horas y % jul	Nº horas y % ago	Nº horas y % sep
Clase 1: > Mucho calor (PMV > +3)				4/25,0	3/18,8	2/12,5	3/18,8		6/37,5
Clase 2: Entre Mucho calor-Bastante calor (+3 > PMV > +2)			5/31,3	2/12,5	4/25,0	5/31,3	6/37,5	6/37,5	3/18,8
Clase 3: Entre Bastante calor-Algo de calor (+2 > PMV > +1)	4/25,0	3/18,8	1/6,3	3/18,8	3/18,8	5/31,3	5/31,3	7/43,8	3/18,8
Clase 4: Entre Algo de calor-Neutra (+1 > PMV > +0,5)		2/12,5	1/6,3		1/6,3	2/12,5	2/12,5	1/6,3	1/6,3
Clase 5: Entre Algo de calor-Neutra-Algo de frío (+0,5 > PMV > -0,5)	2/12,5	2/12,5	2/12,5	3/18,8	4/25,0	3/18,8	1/6,3	3/18,8	4/25,0
Clase 6: Entre Neutra-Algo de frío (-0,5 > PMV > -1)	1/6,3			2/12,5	2/12,5				
Clase 7: Entre Algo de frío-Bastante frío (-1 > PMV > -2)	5/31,3	5/31,3	5/31,3	3/18,8					
Clase 8: Entre Bastante frío-Mucho frío (-2 > PMV > -3)	5/31,3	5/31,3	3/18,8						
Clase 9: > Mucho frío (PMV < -3)									

Color naranja: ambiente no moderado por calor.

Color azul: ambiente no moderado por frío.

Color verde: sensación óptima de confort.

(Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.8. Porcentaje de Personas Insatisfechas o PPD

El Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD) con el ambiente térmico laboral permite, como en el caso del Índice PMV, definir el grado de bienestar térmico y averiguar y predecir, cuantitativamente, en qué medida este tipo de incomodidad puede generar insatisfacción en los trabajadores. Para calcular el Índice PPD se tiene en cuenta el valor del PMV (Ecuación 36), que debería fluctuar entre aquellos que configuran a los ambientes moderados (entre -2 y +2, Figura 122). Una situación de bienestar térmico supone un $PPD \leq 10\%$, valor que se considera límite, a partir del cual será necesario implementar acciones correctivas. Por tanto, el objetivo final radica en que el ambiente térmico sea satisfactorio, al menos, para el 90% de los trabajadores.

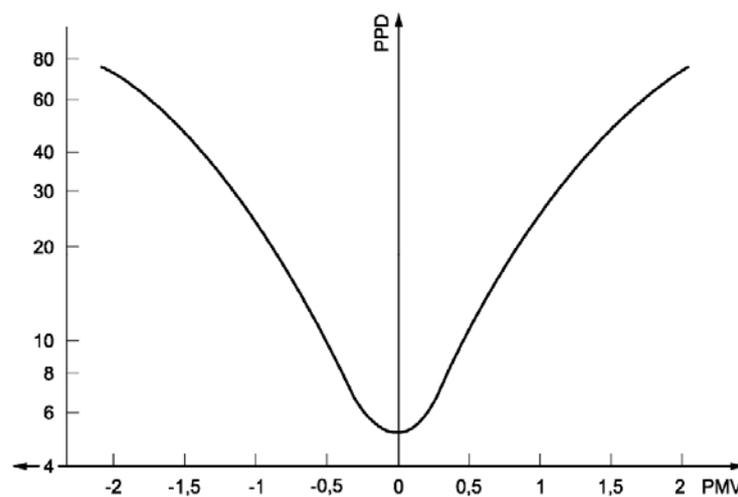


Figura 122. Representación gráfica de la relación existente entre los índices PMV y PPD [305].

La predicción de los resultados está basada en estimaciones realizadas sobre 1.300 individuos. Por tanto, es factible establecer una relación numérica entre ambos valores (Tabla 62).

Tabla 62. Distribución de los porcentajes de personas insatisfechas en función de los valores del PMV [305].

PMV	PPD (%)
+2	75
+1	25
+0,5	10
0	5
-0,5	10
-1	25
-2	75

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la Norma UNE-EN ISO 7730:2006 [305]).

Para abordar el estudio del Índice PPD aplicado al invernadero de referencia, se ha seleccionado el mismo período temporal que el empleado para el PMV. La Figura 123 muestra los resultados de un análisis inicial, en el que se aprecia, a excepción de julio, cierta similitud en los valores mensuales, situados en un intervalo entre el 50,8% de abril y el 59,9% de agosto. En julio, el PPD medio es de 69,7% siendo, por tanto, y con carácter general, el mes menos satisfactorio térmicamente con la aplicación de este índice. La estación templada resulta la más favorable, con una media del 55,8%, seguida del 56,8% de la estación fría y del 62,7% de la más calurosa. Como sucedía con el Índice PMV, en un mismo mes aparecen situaciones incómodas por frío y por calor; incluso en el transcurso de la misma jornada laboral el Índice PPD puede cambiar drásticamente. La media de las máximas absolutas para todo el período, como se esperaba, es del 100%, con la excepción de la de agosto, que es 99,5%; la media de las mínimas es del 5% que, como se mencionó anteriormente, constituye el límite inferior del Índice PPD.

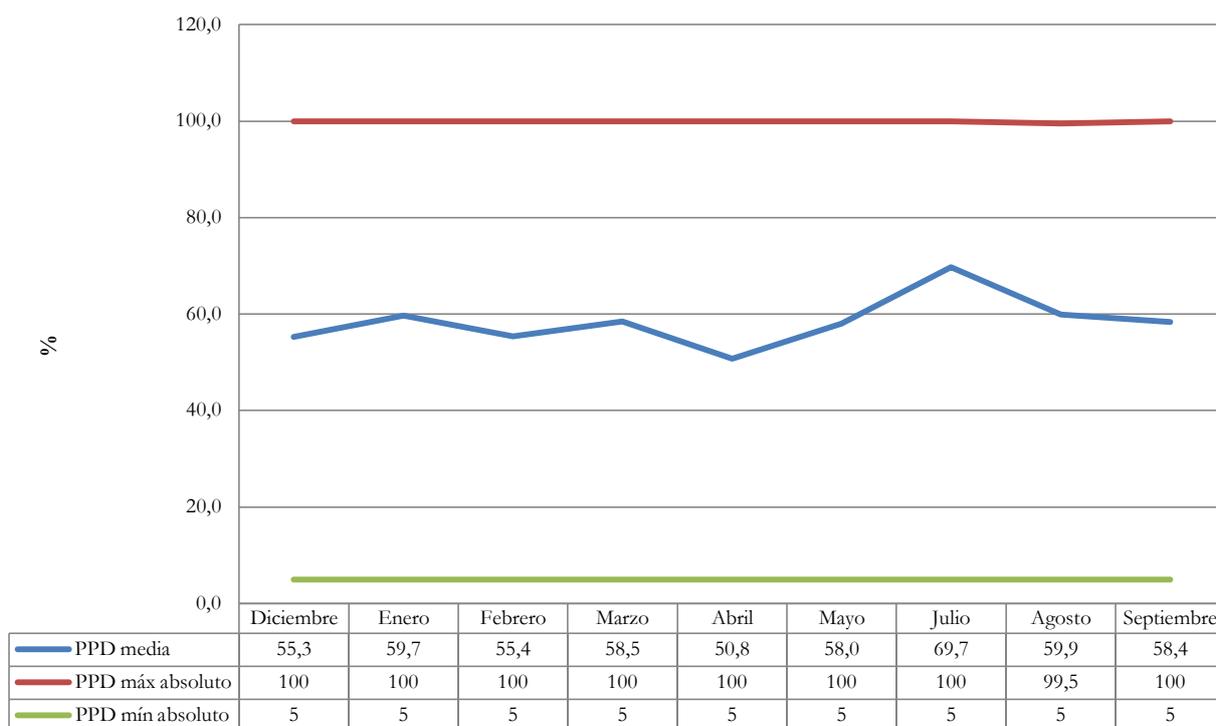


Figura 123. Comportamiento del Índice PPD en el período comprendido entre el mes de diciembre de 2014 y mayo de 2015 y de julio a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

La Figura 124 muestra el comportamiento del Índice PPD medio diario durante los tres meses invernales. Como sucedía con el Índice PMV, las líneas siguen un trayecto tortuoso, con generosas fluctuaciones en sus valores medios diarios. Las medias de los tres meses son similares: 57,8% en diciembre, 59,7% en enero y 55,4% en febrero, siendo este último el menos incómodo térmicamente para los trabajadores. En diciembre, los valores medios diarios oscilan entre 20,9 y 98,1%, conformando una amplitud de 77,2 puntos (la más elevada del período); en enero, este intervalo fluctúa entre 25,0 y 74,3%, con una amplitud, por tanto, de 49,4 puntos (la menor de los tres meses); finalmente, en febrero, los valores se encuentran en un rango de 22,0 a 75,8%, con una amplitud de intervalo de 53,8 puntos. Cuando el valor del Índice PPD supera el 75%, la situación térmica sobrepasa los límites de los ambientes moderados, circunstancia que se produce durante tres días en diciembre y uno en febrero (Tabla 62).

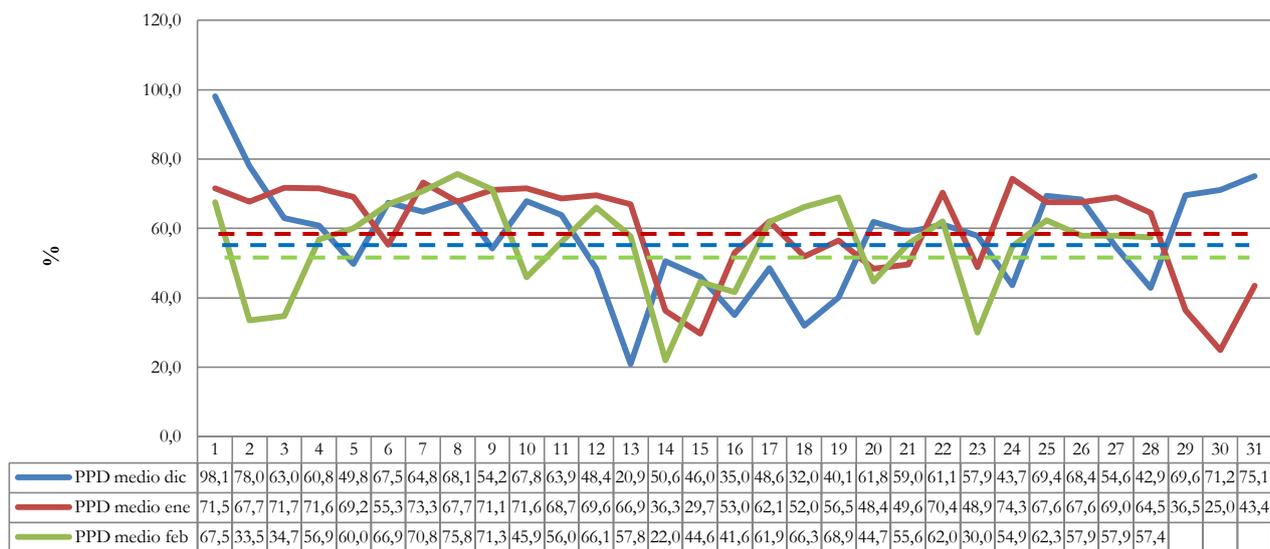


Figura 124. Comportamiento del Índice PPD medio diario durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 125 muestra los registros medios de las máximas y mínimas absolutas de los meses de invierno. Con respecto a las máximas, la regularidad en el trayecto de sus líneas queda interrumpida por varios valles, los dos de mayor entidad en diciembre (45,5 y 59,0%), dos algo menores en febrero (72,3 y 75,0%) y uno en enero (78,6%). En diciembre, la media de las máximas absolutas se sitúa en 95,3%, en enero es 97,9% y en febrero 97,2%. En relación a las mínimas absolutas, la regularidad imperante se quiebra únicamente por dos crestas en enero (37,6 y 14,4%) y una en diciembre (26,3%), mostrando febrero una gran disciplina en su régimen de mínimas. Así, la media de las mínimas absolutas de diciembre es 6,2%, la media de enero es 7,1% y, por último, la de febrero es 5,3%.

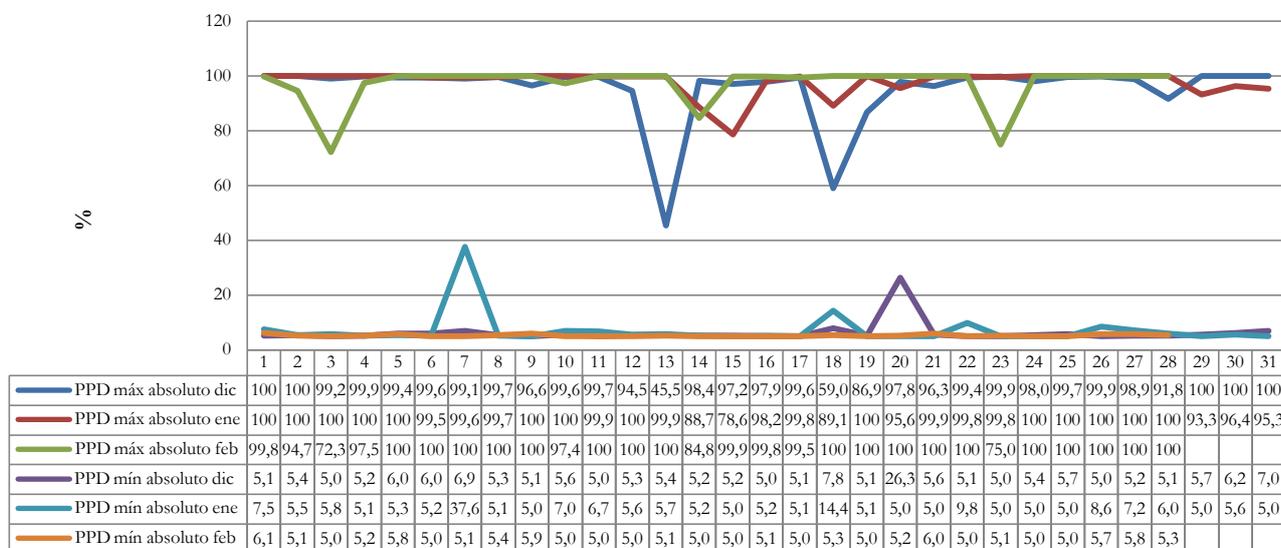


Figura 125. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PPD durante los meses de invierno (diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En aras de una mayor practicidad en la exposición de los resultados, se muestra (Tabla 63) el número de días de cada uno de los meses del período frío en función del Índice PPD medio obtenido en dicho intervalo temporal.

Tabla 63. Relación del número de días de cada mes del período frío con el valor del Índice PPD medio registrado en el invernadero durante la jornada laboral.

Valor absoluto PMV	Intervalo PPD (%)	Diciembre (n° días)	Enero (n° días)	Febrero (n° días)
> 2,00	> 75	3	0	1
≥ 1,50/2,00	≥ 50/75	18	23	19
≥ 1,00/< 1,50	≥ 25/< 50	9	7	7
≥ 0,50/< 1,00	≥ 10/< 25	1	1	1
≥ 0,00/< 0,50	5/< 10	0	0	0

(Fuente: elaboración propia).

La Figura 126 muestra el comportamiento del Índice PPD medio diario durante los tres meses correspondientes a la estación templada. Nuevamente las líneas muestran un patrón accidentado, con importantes oscilaciones en sus valores medios diarios. Las medias de los tres meses resultan similares: 55,7% en marzo, 50,8% en abril y 58,0% en mayo, siendo el segundo de ellos el menos incómodo térmicamente para los trabajadores. En marzo, los valores medios diarios oscilan entre 30,7 y 65,9%, conformando una amplitud de 35,2 puntos; en abril, este intervalo fluctúa entre 19,3 y 64,2%, con una amplitud, por tanto, de 45,0 puntos (la mayor de los tres meses); finalmente, en mayo, los valores se encuentran en un rango de 38,9 a 71,8%, con una amplitud de intervalo de 32,8 puntos (la menor del período). A tenor de estos datos, ningún día de los meses templados alcanza el porcentaje necesario para calificar el ambiente laboral como no moderado aplicando el Índice PPD.

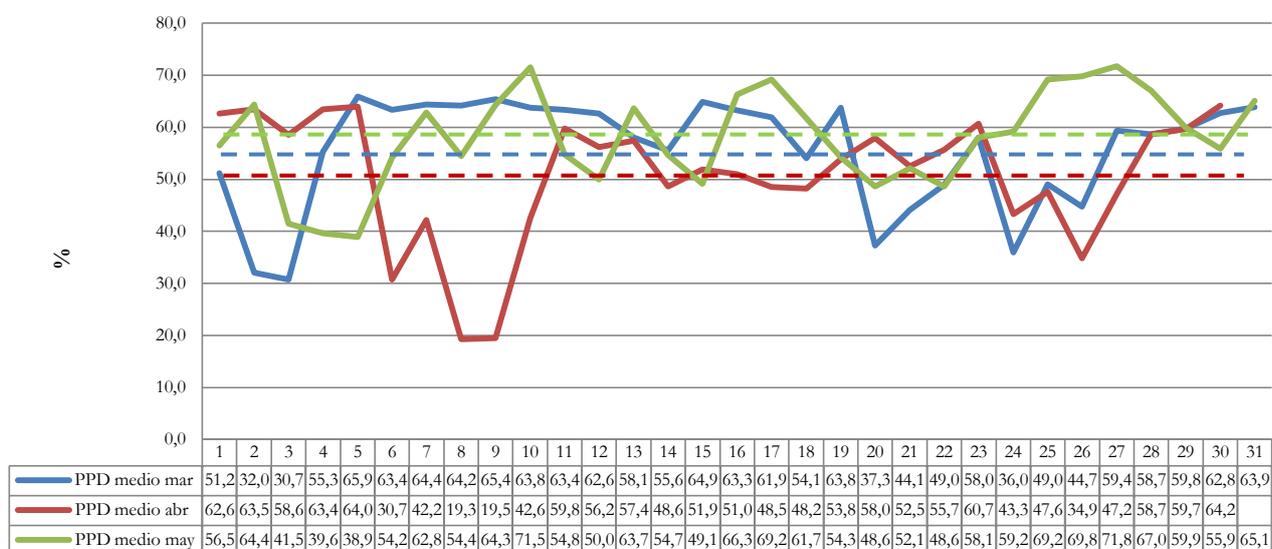


Figura 126. Comportamiento del Índice PPD medio diario durante los meses de la estación templada (desde marzo a mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

Los registros medios de las máximas y mínimas absolutas de los meses templados se representan en la Figura 127. Con respecto a las máximas, la monotonía en el trayecto de sus líneas sólo se ve quebrada por un acusado valle en abril, con un valor de 61,8%. En marzo y mayo, la media de las máximas absolutas se sitúa en 99,5%, mientras que la de abril es de 98,3%. En relación a las mínimas absolutas, la regularidad reinante sólo se rompe por un pequeño pico en mayo, del 11,1%, mostrando este período, en general, un gran control en su régimen de mínimas. Así, la media de las mínimas absolutas de marzo es 5,2%, la de abril es 5,3% y, por último, la de mayo se sitúa en 5,6%.

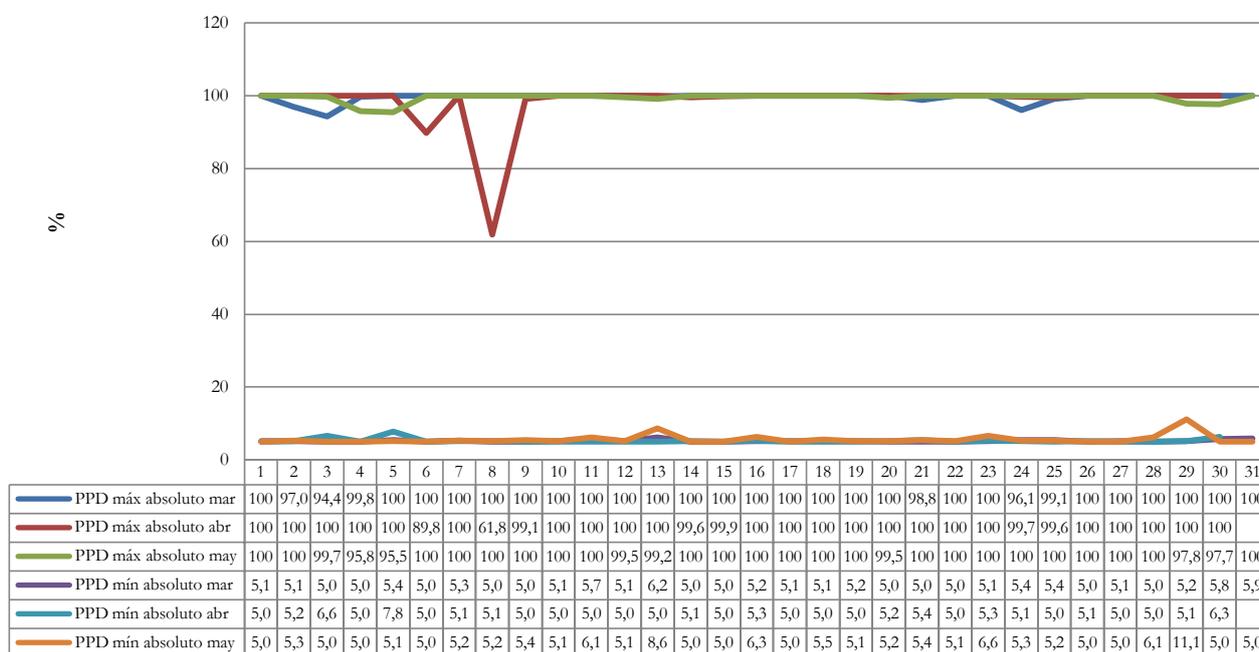


Figura 127. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PPD durante los meses del período templado (desde marzo a mayo de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Como se hizo para el período invernal y a fin de profundizar en el conocimiento práctico del significado de los resultados conseguidos, se muestra (Tabla 64) el número de días de cada uno de los meses de la estación templada en función del valor de su Índice PPD medio.

Tabla 64. Relación del número de días de cada mes del período templado con el valor del PPD medio registrado en el invernadero durante la jornada laboral.

Valor absoluto PMV	Intervalo PPD (%)	Marzo (n° días)	Abril (n° días)	Mayo (n° días)
> 2,00	> 75	0	0	0
≥ 1,50/2,00	≥ 50/75	23	19	24
≥ 1,00/< 1,50	≥ 25/< 50	8	9	7
≥ 0,50/< 1,00	≥ 10/< 25	0	2	0
≥ 0,00/< 0,50	5/< 10	0	0	0

(Fuente: elaboración propia).

La Figura 128 muestra el comportamiento del Índice PPD medio diario durante los tres meses correspondientes al período cálido. La línea de septiembre sigue un trayecto más sinuoso que las de los otros dos meses. El porcentaje medio de insatisfechos lo lidera julio, con una media de 69,3%, con valores que oscilan entre 60,6 y 82,2% (amplitud de 21,6 puntos), seguido de agosto con 59,9%, con cifras que fluctúan entre 53,0 y 70,6% (amplitud de 17,6 puntos) y, finalmente septiembre, cuya media se sitúa en 58,3%, con valores medios extremos de 37,9 y 71,8%, que arrojan una amplitud de intervalo de 34,0 puntos, la más elevada del período, circunstancia que confirma la irregularidad anteriormente mencionada de este mes. A tenor de los datos registrados, sólo dos días, en el mes de julio, alcanzan el porcentaje necesario para calificar el ambiente laboral como no moderado aplicando el Índice PPD (> 75%).

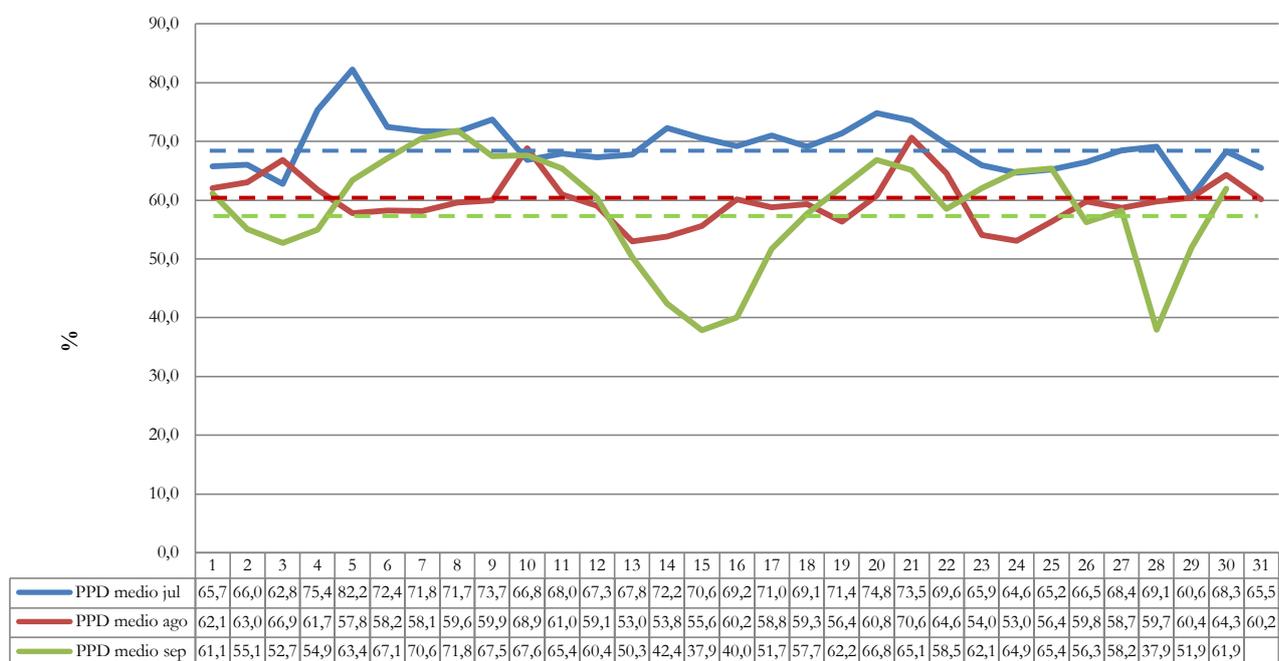


Figura 128. Comportamiento del Índice PPD medio diario durante los meses del período cálido (desde julio a septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 129 muestra los valores medios de las máximas y mínimas absolutas del Índice PPD correspondientes a los meses más calurosos. El régimen de máximas de julio revela una gran regularidad en sus registros, con una media de 99,9%, mientras los otros dos meses poseen cifras algo menores; así, la media de agosto es de 92,6% y la de septiembre se sitúa en 98,7%, que podría haberse acercado aún más a la de julio si no fuera por el valle del día 15, que registró un valor de 82,7%.

En cuanto al régimen de mínimas, agosto presenta la media más elevada, con un 9,3% y valores polarizados entre 5,0 y 21,2%; tras él se sitúa julio, con una media de 8,7% y valores extremos en un intervalo entre 5,0 y 17,6%; por último, septiembre muestra un valor medio de 5,9% y registros que configuran un rango que oscila entre 5,0 y 10,5%, resultando ser este último el mes más regular en el comportamiento de las mínimas absolutas del Índice PPD.

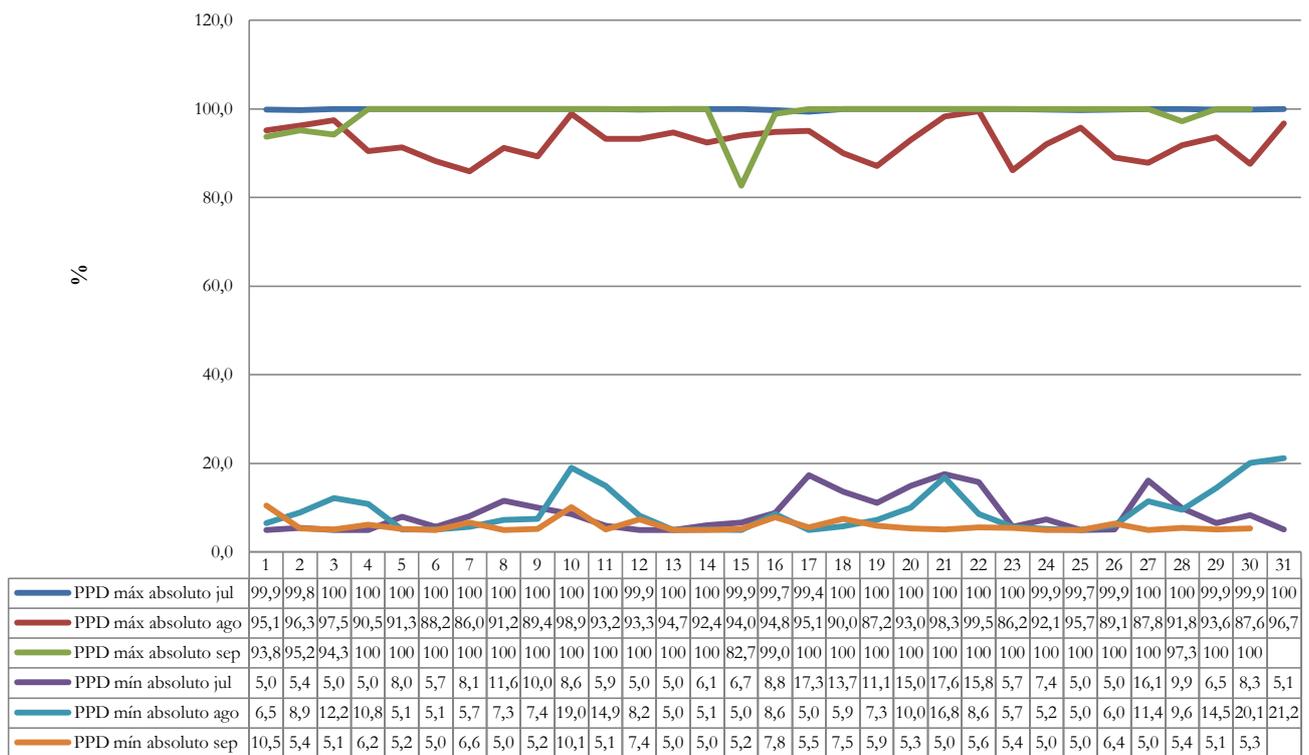


Figura 129. Comportamiento de las máximas y mínimas diarias del Índice PPD durante los meses del período cálido (desde julio a septiembre de 2015) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

La Tabla 65 agrupa el número de días de cada uno de los meses del período cálido en función del valor de su Índice PPD medio.

Tabla 65. Relación del número de días de cada mes del período cálido con el valor del Índice PPD medio registrado en el invernadero durante la jornada laboral.

Valor absoluto PMV	Intervalo PPD (%)	Julio (n° días)	Agosto (n° días)	Septiembre (n° días)
> 2,00	> 75	2	0	0
≥ 1,50/2,00	≥ 50/75	29	31	26
≥ 1,00/< 1,50	≥ 25/< 50	0	0	4
≥ 0,50/< 1,00	≥ 10/< 25	0	0	0
≥ 0,00/< 0,50	5/< 10	0	0	0

(Fuente: elaboración propia).

El análisis del Índice PPD medio horario de los tres meses seleccionados como representantes del período frío, está representado en la Figura 130. En ella se aprecian cuatro trazos horizontales que representan los porcentajes de los intervalos del Índice PPD configurados a partir de los valores absolutos del Índice PMV. La franja horaria entre las 6:00 y las 8:00 h causa extrema insatisfacción por frío a los trabajadores, es propia de ambientes no moderados y, por tanto, con porcentajes del Índice PPD que superan el 75%, cuyo valor máximo se sitúa en 89,5% a las 6:00 h en enero. Este intervalo horario se

prolonga una hora más en este mes y dos en diciembre. Por el contrario, en febrero, desde las 13:00 hasta las 15:00 h aparecen ambientes no moderados por calor que causan insatisfacción y cuyo valor máximo, 82,2%, tiene lugar a las 13:00 h. La hora más favorable para el trabajo en todo este período es a las 18:00 h, a la que se suman las 10:00 h de febrero y el intervalo de 12:00-13:00 h de diciembre, que se corresponden con el rango de porcentajes comprendido entre 10 y 25%. El menor PPD del período se registró en diciembre a las 18:00 h, con un valor de 10,4%. Nótese el profundo descenso en el porcentaje de insatisfechos producido en diciembre entre las 10:00 (80,7%) y las 12:00 h (23,6%) y en febrero entre las 8:00 (78,6%) y las 10:00 h (16,3%).

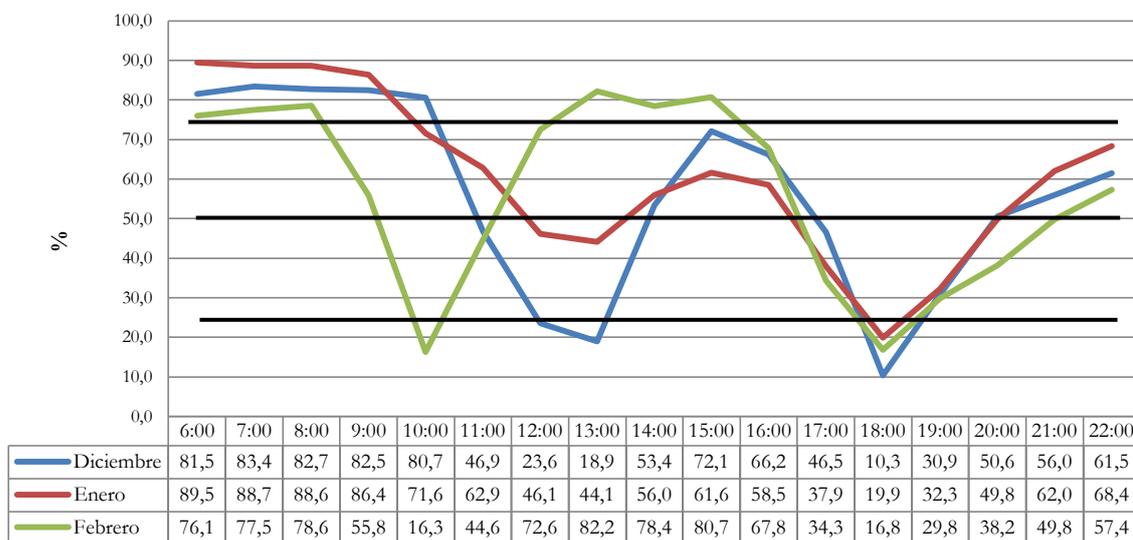


Figura 130. Índice PPD medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período frío entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El estudio del Índice PPD medio horario de los meses que representan al período templado se encuentra representado en la Figura 131, en la que se aprecia un incremento en el número de escenarios con severa insatisfacción por calor. Así, en marzo y abril, entre las 11:00 y las 16:00 h los valores del Índice PPD superan el límite del 75%, y en mayo la situación se reproduce entre las 12:00 y las 18:00 h, llegando a una cota máxima del 96,0% a las 15:00 h, la más elevada de la estación templada.

Por el contrario, los mejores momentos para trabajar con un grado de insatisfacción mínimo, que se corresponde con una sensación térmica de neutralidad, tienen lugar en abril, a las 8:00 h y entre las 21:00 y 22:00 h y en mayo entre las 6:00 y las 7:00 h; el menor PPD, de sólo 7,1% (el mejor de los nueve meses estudiados), se registró en abril a las 22:00 h. Los cambios más bruscos en los valores del Índice PPD, separados por un intervalo de dos horas, se registran en marzo entre las 9:00 (16,7%) y las 11:00 h (80,8%) y en abril entre las 8:00 (8,3%) y las 10:00 h (71,2%).

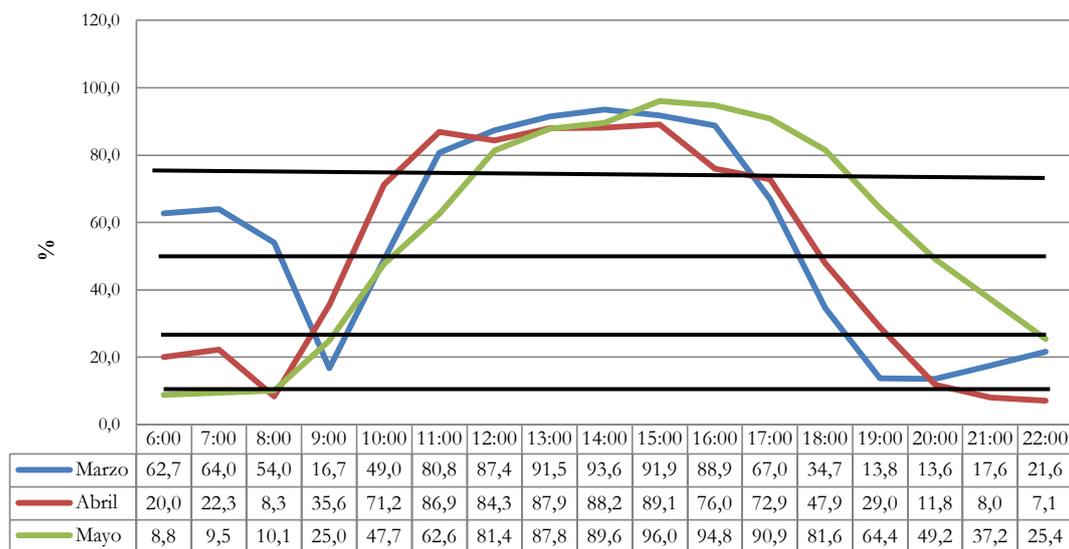


Figura 131. Índice PPD medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período templado entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 132 representa los resultados del estudio del Índice PPD medio horario de los meses que representan al período cálido. Se observa un notable aumento del número de situaciones de elevada insatisfacción por calor. Así, en julio, desde las 10:00 hasta las 18:00 h existe severa insatisfacción, con cifras superiores al 75%, con un registro máximo de 99,8% a las 14:00 h (y cuatro valores que superan el 90%); en agosto, por efecto del sistema de control climático, estos porcentajes extremos aparecen entre las 12:00 y las 17:00 h, con un PPD máximo de 90,3%; en septiembre, esta situación se extiende una hora más, aunque cinco de sus seis valores superan el 90%, siendo el mayor de ellos de 95,5%, registrado a las 16:00 h.

Con respecto a los menores porcentajes de insatisfacción, los únicos en todo el período que representan una sensación térmica de neutralidad, con un Índice PPD, por consiguiente, inferior al 10%, aparecen en septiembre entre las 6:00 y las 9:00 h, con un registro mínimo de 7,8% a las 7:00 h. Los porcentajes más bajos de julio y agosto se sitúan en el intervalo 10-25%.

Los saltos más acusados en los valores del Índice PPD, separados por un intervalo de dos horas, se registran en julio, entre las 8:00 (15,3%) y las 10:00 h (85,1%), en septiembre entre las 9:00 h (9,4%) y las 11:00 h (72,8%) y en agosto entre las 8:00 (10,7%) y las 10:00 h (62,7%).

Una vez más, se patentiza el beneficio, para el bienestar térmico del trabajador, de adelantar dos horas el inicio de la jornada laboral, ya que se permutan valores superiores al 75% de insatisfechos correspondientes a las últimas horas de la jornada matutina, por otros que se sitúan en un intervalo entre 7,8 y 15,3%.

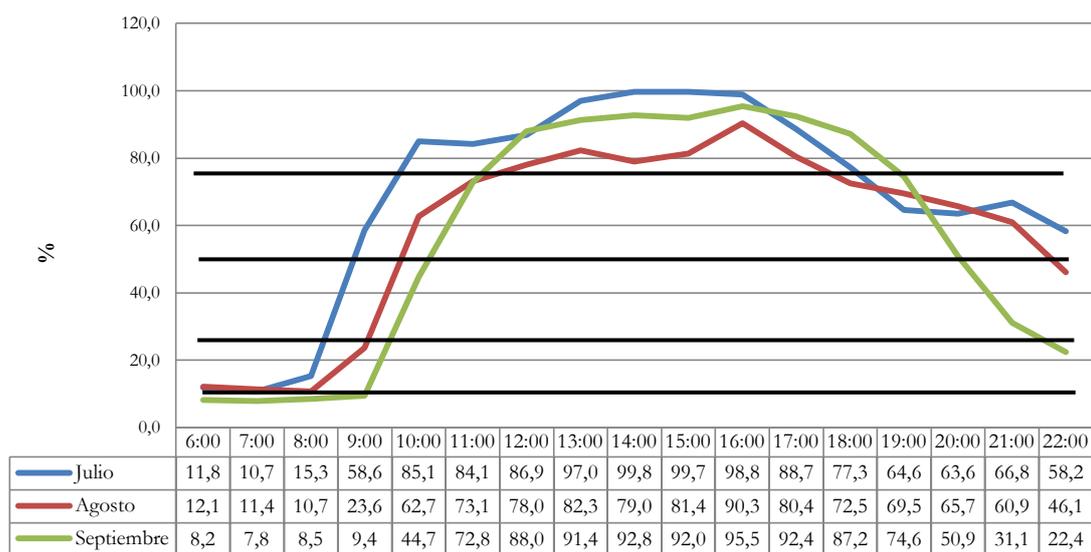


Figura 132. Índice PPD medio horario registrado en el invernadero en los meses correspondientes al período cálido entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Con el objetivo de representar con mayor claridad las diferencias intermensuales que se producen entre los tres períodos seleccionados, se ha confeccionado un gráfico (Figura 133) que muestra los importantes cambios mensuales en los registros medios horarios del Índice PPD. Si en enero la insatisfacción producida es debida al frío, en el resto de los meses representados se debe a un exceso de calor, superándose en todos ellos, en algún momento, la barrera del 75%, que separa los ambientes moderados de los que no lo son.

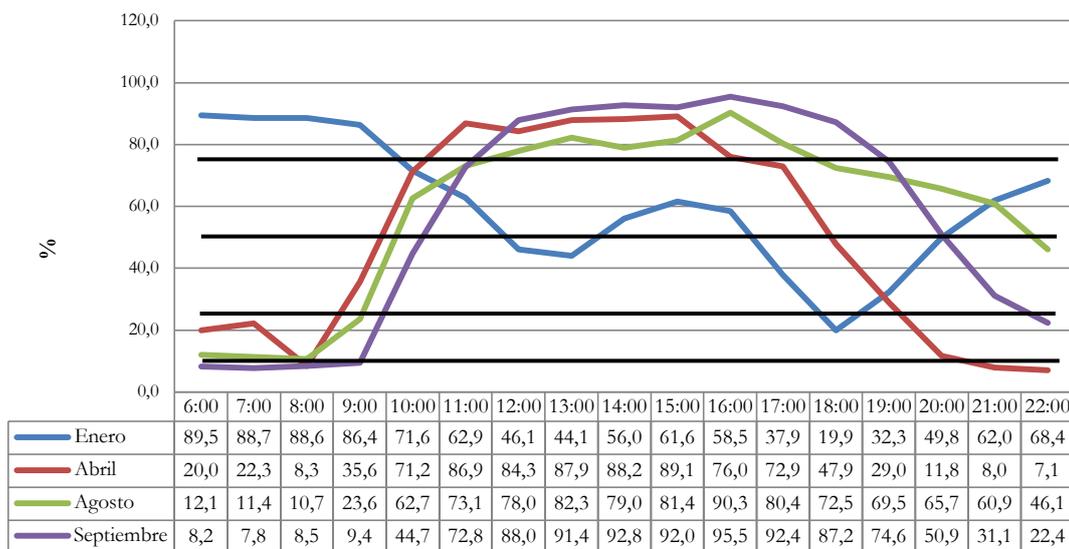


Figura 133. Comparación del Índice PPD medio horario registrado en el invernadero durante los meses más representativos de cada período (enero, abril, agosto y septiembre) entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Cada valor medio horario del Índice PPD de los nueve meses seleccionados ha sido representado (Tabla 66) con un color distinto en función de la importancia de sus registros. El cuadro presenta la utilidad de facilitar de un simple golpe de vista la incidencia que este índice ejerce en el bienestar térmico de los trabajadores. Si bien las diferencias de los valores medios mensuales no son demasiado acusadas, sí lo son en el transcurso de la misma jornada de trabajo; de ahí la utilidad de esta tabla, pues localiza y diagnostica las diferentes situaciones de insatisfacción para facilitar la implementación de las medidas correctivas necesarias. De esta forma, se puede observar que entre los meses diciembre-febrero existen situaciones de personas insatisfechas, con un valor medio de 83,0% entre las 6:00 y las 8:00 h y de 76,0% entre las 6:00 y las 10:00 h. Asimismo, en el período marzo-septiembre, entre las 11:00 y las 15:00 h, el porcentaje medio de insatisfechos es de 86,6%.

Tabla 66. Relación entre las franjas horarias laborales de los meses seleccionados y sus respectivas medias del Índice PPD.

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jul	Ago	Sep
6:00	81,5	89,5	76,1	62,7	20,0	8,8	11,8	12,1	8,2
7:00	83,4	88,7	77,5	64,0	22,3	9,5	10,7	11,4	7,8
8:00	82,7	88,6	78,6	54,0	8,3	10,1	15,3	10,7	8,5
9:00	82,5	86,4	55,8	16,7	35,6	25,0	58,6	23,6	9,4
10:00	80,7	71,6	16,3	49,0	71,2	47,7	85,1	62,7	44,7
11:00	46,9	62,9	44,6	80,8	86,9	62,6	84,1	73,1	72,8
12:00	23,6	46,1	72,6	87,4	84,3	81,4	86,9	78,0	88,0
13:00	18,9	44,1	82,2	91,5	87,9	87,8	97,0	82,3	91,4
14:00	53,4	56,0	78,4	93,6	88,2	89,6	99,8	79,0	92,8
15:00	72,1	61,6	80,7	91,9	89,1	96,0	99,7	81,4	92,0
16:00	66,2	58,5	67,8	88,9	76,0	94,8	98,8	90,3	95,5
17:00	46,5	37,9	34,3	67,0	72,9	90,9	88,7	80,4	92,4
18:00	10,3	19,9	16,8	34,7	47,9	81,6	77,3	72,5	87,2
19:00	30,9	32,3	29,8	13,8	29,0	64,4	64,6	69,5	74,6
20:00	50,6	49,8	38,2	13,6	11,8	49,2	63,6	65,7	50,9
21:00	56,0	62,0	49,8	17,6	8,0	37,2	66,8	60,9	31,1
22:00	61,5	68,4	57,4	21,6	7,1	25,4	58,2	46,1	22,4

(Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.9. Índice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*)

El Índice WBGT, Índice por Estrés Térmico o de Temperatura Húmeda Natural-Temperatura de Globo, es el índice empírico más utilizado para caracterizar ambientes térmicos calurosos debido a que es el que presenta mayor fiabilidad en condiciones de elevada HR y reducida va (escenario habitual en el invernadero). Es un método de estimación de estrés térmico por calor y simboliza la carga neta de calor a la que están expuestos los trabajadores. Se calcula a partir de los valores de T_a , v_a , HR, T_g , T_{bh} (temperatura de bulbo húmedo natural), grado de aislamiento de la vestimenta de trabajo, gasto metabólico del individuo, que depende de la dificultad y penosidad de la tarea y, por último, del estado de aclimatación del trabajador. La medida de este índice se efectúa a 1,7 m sobre el suelo (a la altura media de la cabeza). Si se dispone de sensores específicos para la T_g y T_{bh} y considerando que el invernadero es un

recinto cerrado con ausencia de luz solar directa, la Ecuación 34 es la más adecuada para calcular de forma sencilla el valor del Índice WBGT. En condiciones de verano no es necesario aplicar el factor de corrección relacionado con el grado de aislamiento de la vestimenta, siempre que su valor sea de 0,6 clo (Tabla 57).

Si se considera que el trabajo habitual en el invernadero se corresponde con un tipo de metabolismo Clase 2, de grado moderado ($300 \text{ W} = 167 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, teniendo en cuenta una superficie media de la piel de $1,8 \text{ m}^2$), y partiendo de las premisas de que todos los trabajadores están aclimatados, que el aislamiento es de 0,6 clo y que en esta clase metabólica se ignora la v_a , el valor límite del Índice WBGT en estas condiciones es de $28 \text{ }^\circ\text{C}$. Sin embargo, si se opta por estimar que la actividad desarrollada es propia de un metabolismo Clase 3, con una tasa metabólica alta ($415 \text{ W} = 231 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) y, dependiendo de si hay movimiento sensible de aire, el valor límite del Índice WBGT se reduciría a $26 \text{ }^\circ\text{C}$ (presencia de movimiento sensible de aire) o $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (ausencia del mismo). Con el fin de homogeneizar el criterio a seguir, en el presente estudio se toman como referencia los $28 \text{ }^\circ\text{C}$ de los trabajos moderados, debido a que en los invernaderos existe gran heterogeneidad de tareas y algunas de ellas no conllevan un gasto metabólico elevado, como las de atención al público, administración, supervisión, dirección, empaquetado, etc. La Figura 134 representa gráficamente el Índice WBGT si se conoce el valor de la tasa metabólica asociada a la actividad y el estado de aclimatación del sujeto [302].

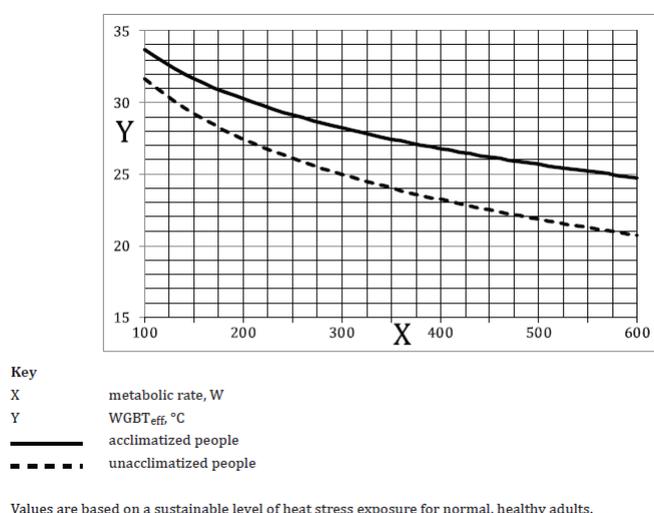


Figura 134. Valor de referencia del Índice WBGT en función de la tasa metabólica asociada a la actividad y del estado de aclimatación del individuo [302].

El régimen de descansos debe ser modificado en función del valor del Índice WBGT [1058]; así, si alcanza $31,1 \text{ }^\circ\text{C}$ en trabajos moderados, el rango adecuado sobre el tiempo de trabajo diario, es de 25% de actividad y 75% de descanso y si el WBGT es de $29,4 \text{ }^\circ\text{C}$ deben igualarse los tiempos de trabajo y descanso (Figura 135).

En estudios llevados a cabo en invernaderos almerienses [288], y sobre un valor límite de WBGT de $28 \text{ }^\circ\text{C}$, se ha podido constatar que, considerando sus valores medios, no existen problemas de estrés térmico en junio, sí en julio entre las 8:37 y 16:27 h y en agosto entre las 9:03 y las 15:49; asimismo, se producen situaciones de estrés térmico en los cuatro meses de verano (junio a septiembre) si se toman como referencia las medias de los valores máximos.

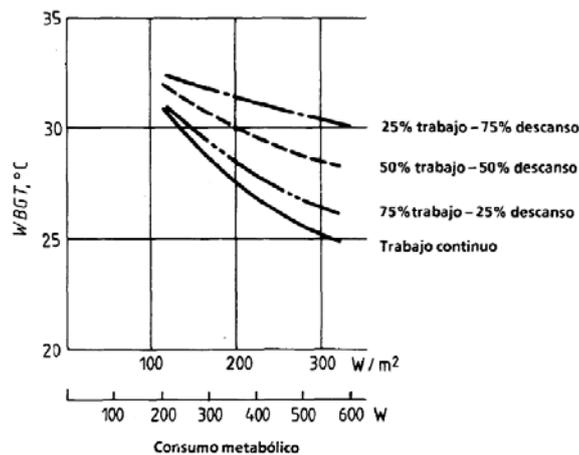


Figura 135. Relación entre el consumo metabólico, Índice WBGT y régimen de trabajo-descanso [1058].

Estos datos se confirman parcialmente con los obtenidos en el invernadero de referencia del presente estudio, en el que se analiza la situación del Índice WBGT en los meses más calurosos, es decir, desde mayo a septiembre de 2015. Ninguno de los valores medios alcanza los 28 °C establecidos como límite a partir del cual hay que implementar medidas correctivas. Hay que tener en cuenta que en los dos meses considerados tradicionalmente como los más calurosos (julio y agosto), el ambiente interior del invernadero ha sido suavizado por la acción del sistema de control. Así pues (Figura 136), la media más elevada corresponde al mes de septiembre con 26,8 °C, seguido por junio con 26,5 °C, aunque la diferencia entre los valores medios mensuales (25,6 °C en agosto) es, tan sólo, de 1,3 °C. Con respecto a las máximas absolutas, las cifras oscilan entre los 32,7 °C de agosto y los 47,7 °C de junio. Finalmente, las mínimas absolutas fluctúan entre 11,8 °C de mayo y 16,9 °C de julio.

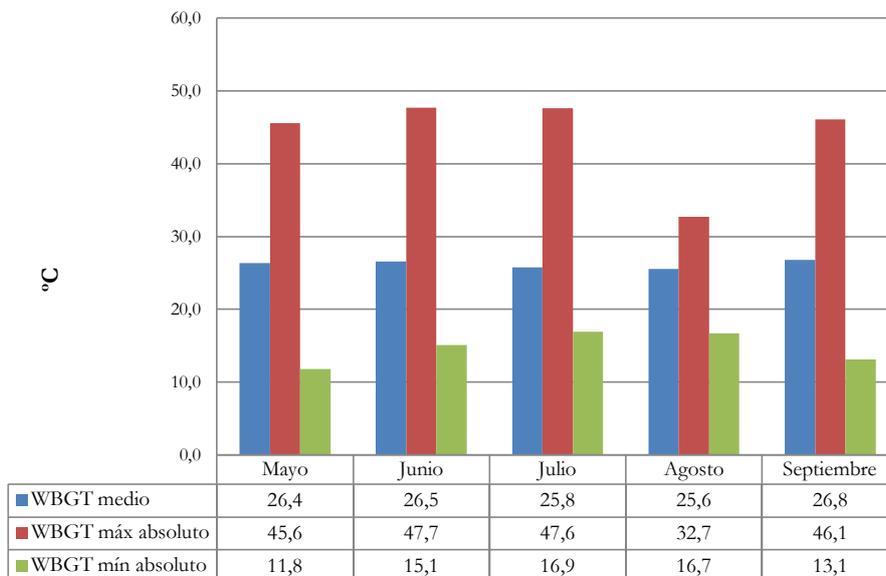


Figura 136. Régimen del Índice WBGT registrado en el invernadero en los meses de mayo a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

El comportamiento del Índice WBGT diario durante el mes de mayo (Figura 137) muestra unos valores medios que, en general, se mantienen por debajo de los 28 °C (trazo horizontal oscuro) establecidos como límite por encima del cual el trabajador padece episodios de estrés térmico; ocho días sobrepasan este valor, con una media máxima de 30,8 °C y, aunque ningún día alcanza, por tanto, 31,1 °C, hay tres cuyo valor medio supera los 29,4 °C, cifra considerada límite para establecer un régimen de trabajo-descanso del 50% en la Clase 2 del tipo de metabolismo. Los registros extremos de mayo fluctúan entre 22,1 y 30,8 °C (amplitud de intervalo de 8,6 °C).

El régimen de máximas absolutas diarias confirma los datos procedentes del estudio sobre los invernaderos de Almería [288] y todos los valores, salvo uno, se encuentran por encima de 28 °C; su media es 36,1 °C, con valores extremos de 27,8 a 45,6 °C (amplitud del intervalo de 17,8 °C), superándose durante 27 días la cifra límite de 31,1 °C. Por lo que respecta a las mínimas absolutas, su media diaria es 15,9 °C, con valores situados en un rango de 11,8 a 20,4 °C (amplitud de 8,6 °C).

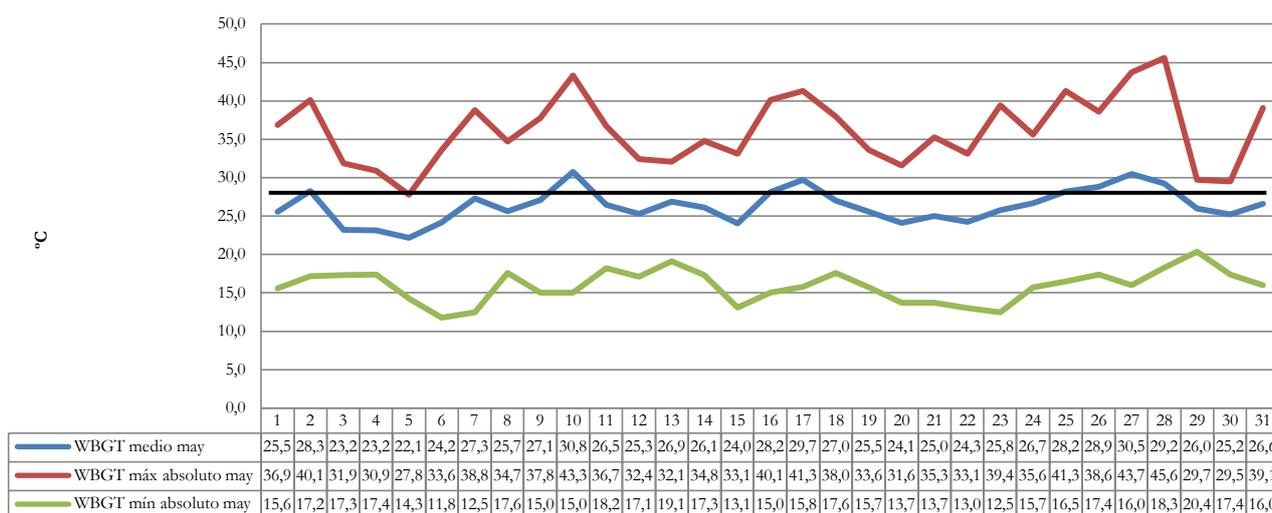


Figura 137. Índice WBGT medio diario registrado en el mes de mayo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Durante el mes de junio, el comportamiento del Índice WBGT diario (Figura 138) se caracteriza por mostrar unos valores medios similares a los del mes anterior y que se mantienen, por regla general, por debajo de 28 °C (trazo horizontal); sólo cinco días sobrepasan o igualan este valor. La media es de 26,5 °C (0,1 °C superior a la del mes de mayo), con valores extremos entre 23,7 y 31,2 °C (amplitud de 7,4 °C), superando dos días el valor límite de 31,1 °C, cifra considerada límite para establecer un régimen de trabajo-descanso del 25-75% en la Clase metabólica 2.

El régimen de máximas absolutas diarias confirma la ubicación de todos sus valores por encima de 28 °C; su media es 33,1 °C, con registros extremos de 29,0 a 47,7 °C (amplitud de 18,7 °C), superándose durante trece días la cifra límite de 31,1 °C. Por lo que respecta a las mínimas absolutas, su media diaria es 18,7 °C, con valores situados en un rango entre 15,1 y 23,4 °C (amplitud de 8,3 °C).

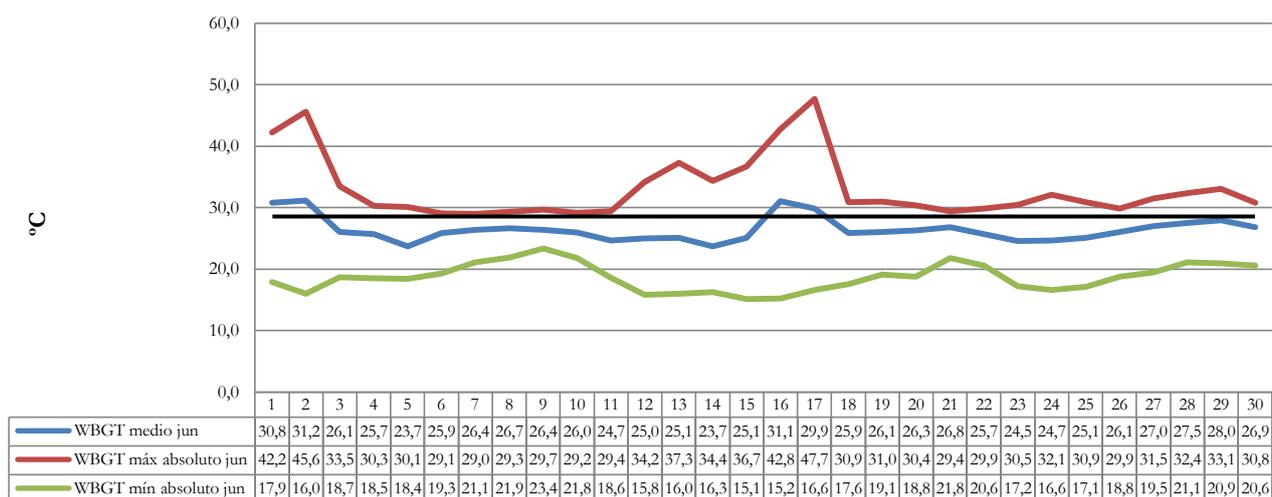


Figura 138. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de junio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

En el mes de julio, el Índice WBGT diario (Figura 139) se caracteriza por presentar valores medios algo superiores a los del mes anterior, que se mantienen, en general, por debajo de 28 °C (trazo negro); sólo tres días superan este valor. La media es de 27,2 °C (0,7 °C más alta que la del mes de junio), con valores extremos entre 25,6 y 36,2 °C (amplitud de 10,6 °C, la más elevada de todo el período).

Se trata de un mes con control climático, sólo interrumpido durante dos días a comienzos de mes, como muestra la cresta que quiebra la regularidad dominante; en dos de los tres días antes indicados se sobrepasa el valor límite de 31,1 °C.

El régimen de máximas absolutas diarias confirma la existencia de varios días sin control, con todos sus valores por encima de 28 °C y tres días, de los mencionados, con cifras que exceden los 40 °C. La media mensual se sitúa en 32,6 °C (0,6 °C menor a la de junio y 3,6 °C por debajo de la de mayo, gracias a la actuación del sistema de control), con valores extremos entre 28,6 y 47,6 °C (el valor máximo hubiera sido de 33,9 °C si el sistema de control hubiese funcionado ininterrumpidamente), resultando una diferencia entre ellos de 19,0 °C, superándose durante diecinueve días la cifra límite de 31,1 °C. Por lo que respecta a las mínimas absolutas, su media diaria es de 19,5 °C, con valores situados en un rango entre 16,9 y 22,2 °C (amplitud de 5,3 °C).

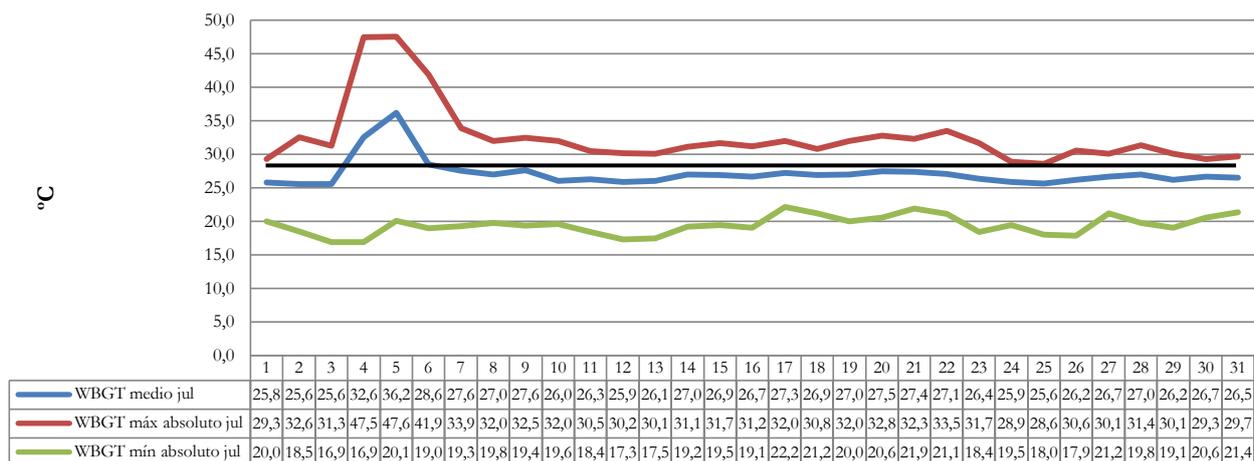


Figura 139. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de julio de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

El Índice WBGT diario de agosto (Figura 140) muestra una línea de medias muy regular gracias a la actuación ininterrumpida del sistema de control. La media mensual se sitúa en 25,6 °C, la menor de los cinco meses; sus registros extremos oscilan entre 24,5 y 27,2 °C (amplitud de 2,7 °C, la más reducida de todo el período) no superando ningún día, por tanto, los 28 °C. El régimen de máximas absolutas diarias confirma la existencia de un control férreo del clima, con todos sus valores, a excepción de dos, por debajo de 31,1 °C, con una media de 29,5 °C (la más contenida de todo el período) y con valores extremos entre 28,4 y 32,7 °C (con una pequeña amplitud de 4,3 °C). Por lo que respecta a las mínimas absolutas, su media diaria es de 19,3 °C, con valores situados en un rango de 16,7 a 22,0 °C (amplitud de 5,3 °C, idéntica a la de julio).

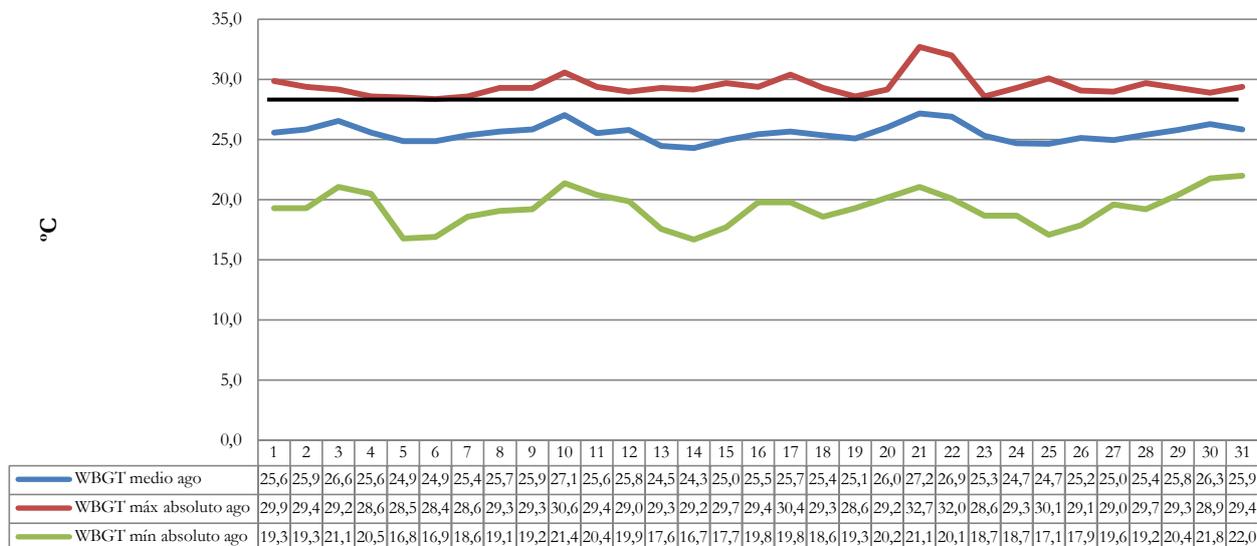


Figura 140. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de agosto de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

El comportamiento del Índice WBGT diario durante el mes de septiembre (Figura 141) muestra un recorrido irregular en sus líneas de medias y máximas debido a la desactivación del sistema de control. Por tanto, el escenario representado por este mes refleja fielmente el que podría producirse en cualquier invernadero de pequeño tamaño, carácter familiar y poco tecnificado. Durante once días los valores medios superan o igualan el límite de 28 °C y dos de ellos el de 31,1 °C, con una media mensual de 26,8 °C y unos registros extremos que fluctúan entre 22,1 y 32,4 °C (amplitud de intervalo de 10,2 °C). El régimen de máximas absolutas diarias presenta una media de 37,4 °C, con valores que oscilan entre 26,4 y 46,1 (amplitud de intervalo de 19,7 °C, la mayor del período considerado); todos sus registros, salvo uno, se hallan por encima de 28 °C y 24 de ellos superan los 31,1 °C. Por lo que respecta a las mínimas absolutas, su media diaria es de 17,1 °C, con valores polarizados entre 13,1 y 20,9 °C (amplitud de 7,8 °C).

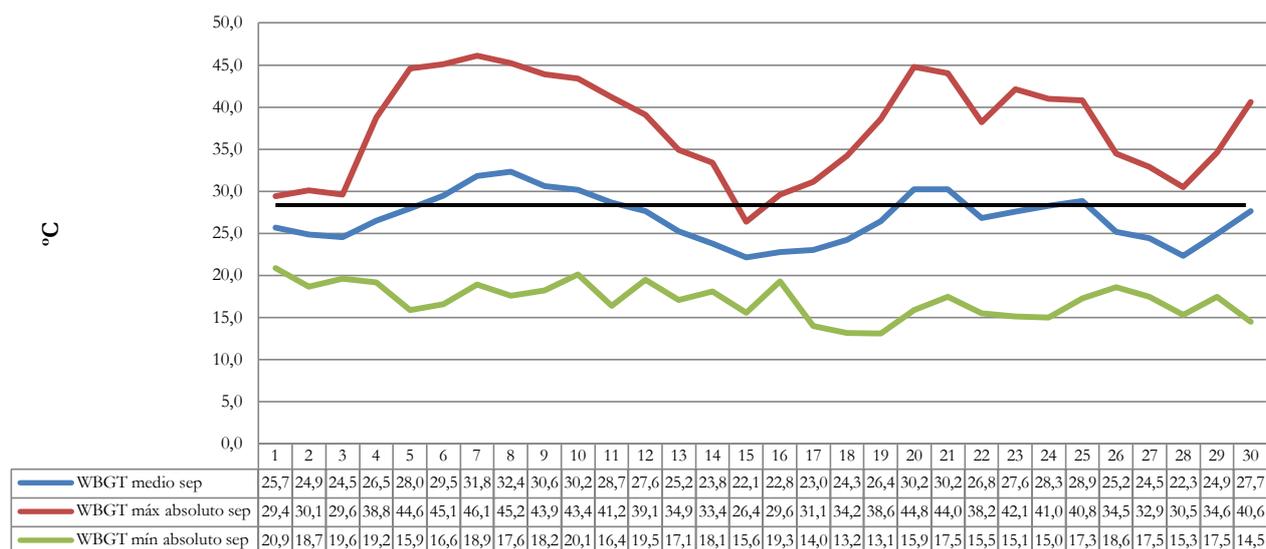


Figura 141. Índice WBGT medio diario registrado en el invernadero en el mes de septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

A lo largo de este epígrafe se han establecido tres importantes valores límite relacionados con el Índice WBGT:

- 28 °C: dígito a partir del cual es necesario implementar medidas correctivas (valor límite utilizado en el presente estudio).
- 29,4 °C: valor referencial para modificar el régimen de trabajo-descanso en una ratio de 50-50%.
- 31,1 °C: registro mínimo necesario para establecer un régimen de descanso del 75% de la jornada laboral, siempre que el trabajador esté expuesto a estas condiciones de WBGT en la totalidad del tiempo efectivo de trabajo o cuando dichas condiciones se mantengan durante un prolongado período de tiempo.

Así, en once días de septiembre (Tabla 67) es necesario tomar algún tipo de medida correctiva en función de sus valores medios, ocho en mayo, cinco en junio, tres en julio y ninguno en agosto (efectividad del sistema de control). Atendiendo a los valores máximos absolutos diarios, casi todos los meses requieren diferentes tipos de actuaciones preventivas para reducir el estrés térmico de los trabajadores.

Tabla 67. Número de días en los meses seleccionados que superan los límites establecidos para el Índice WBGT.

Mes	Nº días WBGT medio entre 28,0-29,3 °C	Nº días WBGT medio entre 29,4-31,0 °C	Nº días WBGT medio \geq 31,1 °C	Nº días WBGT máximo entre 28,0-29,3 °C	Nº días WBGT máximo entre 29,4-31,0 °C	Nº días WBGT máximo \geq 31,1 °C
Mayo	5	3	0	0	3	27
Junio	1	2	2	4	13	13
Julio	1	0	2	4	8	19
Agosto	0	0	0	19	10	2
Septiembre	4	5	2	0	5	24

(Fuente: elaboración propia.)

Los resultados del análisis del Índice WBGT medio horario (Figura 142) de los cinco meses más calurosos revelan una tendencia similar en todos ellos, con valores más diferenciados en las horas centrales de la jornada (13:00-15:00 h) y cifras prácticamente coincidentes sobre las 19:30-20:00 h. Mayo y septiembre presentan registros medios horarios que exceden el límite establecido en 31,1 °C, en el primero entre las 14:00 y las 17:00 h, y en el segundo entre las 12:00 y las 17:00 h. La franja horaria más peligrosa de todo el período es la de las 15:00-16:00 h, con un valor medio intermensual superior a 31,1 °C, seguida del período 13:00-14:00 h y 17:00 h con un registro medio superior a 29,4 °C; por último, a las 12:00 y 18:00 h, el valor medio intermensual supera el límite de 28 °C. En agosto, sólo a las 16:00 h se alcanza el valor de 28 °C; el resto del mes presenta registros inferiores y que, por tanto, no tienen capacidad para generar estrés térmico a los trabajadores. En los cinco meses estudiados, las horas más favorables, en función del Índice WBGT, son las tres primeras (media de 19,5 °C) y las tres últimas de la jornada laboral (25,8 °C). Una vez más se pone de manifiesto la conveniencia de adelantar la hora de inicio de la actividad, no sólo durante el período estival, sino desde mayo hasta septiembre.

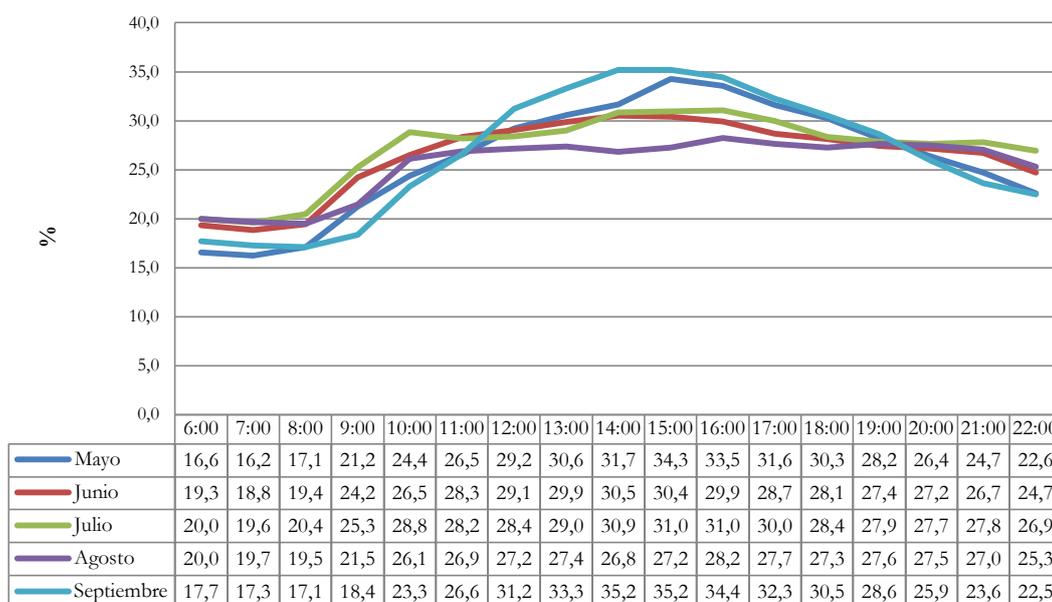


Figura 142. Índice WBGT medio horario registrado en el invernadero de mayo a septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia.)

En aras de una mayor claridad en la exposición de los resultados del Índice WBGT medio horario en función de los tres valores límite establecidos y ya mencionados, se ha configurado un cuadro (Tabla 68) que permite localizar rápidamente las franjas horarias con capacidad para generar distintos grados de estrés térmico a los trabajadores y, por consiguiente, implementar eficazmente sobre ellas las actuaciones preventivas que en cada caso correspondan. Como se puede observar en la tabla, las situaciones más desfavorables ($WBGT \geq 31,1 \text{ }^\circ\text{C}$) tienen lugar en mayo, desde las 14:00 hasta las 17:00 h y, sobre todo, en septiembre desde las 12:00 hasta las 17:00 h. Si se consideran las medias horarias intermensuales, el límite inferior del Índice WBGT para esta clase metabólica (Clase 2, $28 \text{ }^\circ\text{C}$) se supera entre las 12:00 y las 18:00 h.

Tabla 68. WBGT medio horario clasificado por colores en función de los valores límites establecidos para este índice.

Hora	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Media horaria intermensual
6:00	16,6	19,3	20,0	20,0	17,7	18,7
7:00	16,2	18,8	19,6	19,7	17,3	18,3
8:00	17,1	19,4	20,4	19,5	17,1	18,7
9:00	21,2	24,2	25,3	21,5	18,4	22,1
10:00	24,4	26,5	28,8	26,1	23,3	25,8
11:00	26,5	28,3	28,2	26,9	26,6	27,3
12:00	29,2	29,1	28,4	27,2	31,2	29,0
13:00	30,6	29,9	29,0	27,4	33,3	30,0
14:00	31,7	30,5	30,9	26,8	35,2	31,0
15:00	34,3	30,4	31,0	27,2	35,2	31,6
16:00	33,5	29,9	31,0	28,2	34,4	31,4
17:00	31,6	28,7	30,0	27,7	32,3	30,0
18:00	30,3	28,1	28,4	27,3	30,5	28,9
19:00	28,2	27,4	27,9	27,6	28,6	27,9
20:00	26,4	27,2	27,7	27,5	25,9	26,9
21:00	24,7	26,7	27,8	27,0	23,6	26,0
22:00	22,6	24,7	26,9	25,3	22,5	24,4

(Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.10. Índice de Incomodidad por Corriente de Aire o DR (*Draught Rate*)

La incomodidad debida a las corrientes de aire se expresa como el porcentaje de personas que se estima se sentirán molestas o insatisfechas por dichos flujos de aire a la altura del cuello. La Tasa de Corriente de Aire o Índice de Incomodidad por Corriente de Aire o Índice DR (*Draught Rate*) es aplicable a trabajadores que desarrollan actividades ligeras con sensación térmica próxima a la neutra, puesto que si la intensidad de la actividad metabólica es elevada (superior a $69,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$), remite gradualmente la sensación percibida de corriente de aire. Su expresión matemática es:

$$DR = (34 - Ta) \cdot (va - 0,05)^{-0,62} \cdot (0,37 \cdot va \cdot Tu + 3,14)$$

Ecuación 38. Cálculo del Índice DR

donde T_H representa la intensidad de turbulencia local de la corriente de aire, que debe fluctuar entre 10 y 60%; si se desconoce, se utiliza un porcentaje del 40%. Si la v_a es menor a $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, se emplea este dígito; y si el valor del Índice DR supera el 100%, hay que utilizar esta última cifra. Los requisitos necesarios para emplear este índice son que la T_a se halle entre 20 y $26 \text{ }^\circ\text{C}$ y la v_a sea inferior a $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

El trabajo desempeñado en los invernaderos presenta mayor carga metabólica que la recomendada para emplear este índice; de hecho, aunque se tome la menor posible del intervalo establecido en el epígrafe anterior ($\approx 161 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$), excede ampliamente el valor recomendado para el uso de este índice. No obstante, en un invernadero comercial trabajan personas cuya tarea es sedentaria y su gasto metabólico puede calificarse como ligero; por tanto, los resultados que se exponen a continuación únicamente pueden ser aplicados a colectivos como personal de administración y supervisión, atención al público, tareas de manipulación de esquejes sobre una mesa, de empaquetado y actividades similares, siempre que tengan la calificación de sedentarias o ligeras (Clase metabólica tipo 1). Es posible establecer cierta correlación entre los valores de los índices PPD, PMV y DR, siempre dentro de ambientes considerados moderados y próximos a una sensación térmica de neutralidad (Tabla 69) [305].

Tabla 69. Correlación existente entre los valores de los índices PPD, PMV y DR [305].

PPD (%)	PMV	DR (%)
< 6	$-0,2 < \text{PMV} < +0,2$	< 10
< 10	$-0,5 < \text{PMV} < +0,5$	< 20
< 15	$-0,7 < \text{PMV} < +0,7$	< 30

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la Norma UNE-EN ISO 7730:2006 [305]).

Para abordar el análisis del Índice DR se han seleccionado 1.394 registros de siete meses; concretamente desde octubre de 2014 hasta abril de 2015, en horario laboral y con las premisas ya mencionadas (T_a entre 20 y $26 \text{ }^\circ\text{C}$ y v_a inferior a $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). La Tabla 70 recoge el reparto mensual de los registros.

Tabla 70. Distribución mensual de registros válidos para el cálculo del Índice DR.

Mes	Nº registros válidos para el cálculo del Índice DR
Octubre 2014	282
Noviembre 2014	171
Diciembre 2014	124
Enero 2015	130
Febrero 2015	153
Marzo 2015	196
Abril 2015	338

(Fuente: elaboración propia).

El Índice DR (Figura 143) presenta un valor medio, en el período seleccionado, de 13,8%, que representa el porcentaje de personas insatisfechas a causa del enfriamiento local producido por corrientes de aire. Marzo es el mes que registra un mayor tanto por ciento de insatisfechos, con una media de 19,7%; por el contrario, noviembre muestra la cifra más favorable, con una media de 10,1%. Octubre, febrero, marzo y abril presentan valores superiores a la media del período. Con respecto al régimen de máximas absolutas, la media se sitúa en 71,6%, ampliamente superada por los valores de marzo (85,6%), octubre y abril (ambos con 83,7%). En cuanto a las mínimas absolutas, su registro es idéntico en todos los meses (0,0%).

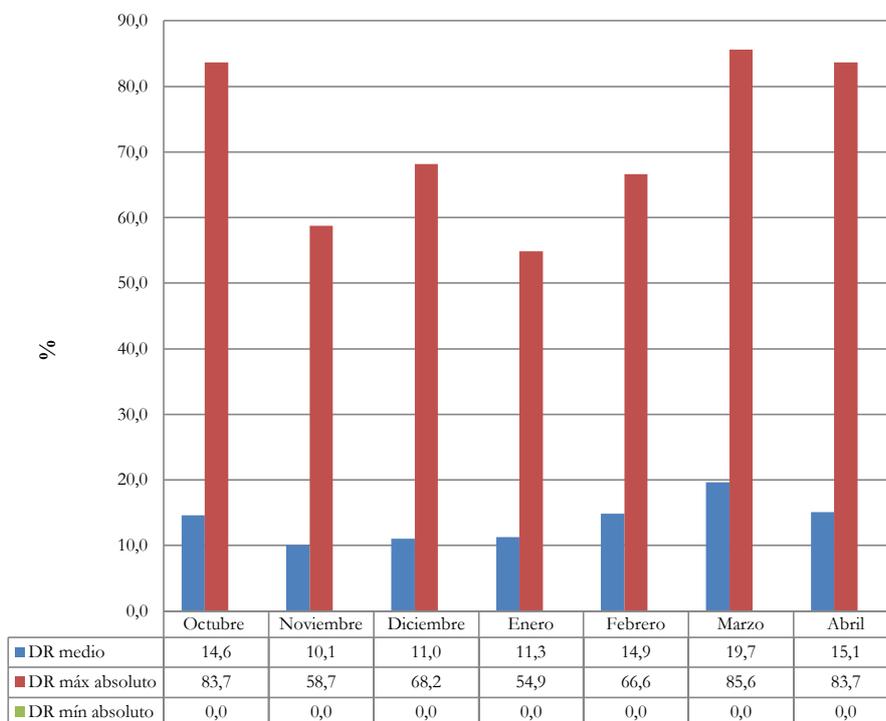


Figura 143. Comportamiento del Índice DR registrado en el invernadero desde octubre de 2014 hasta abril de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

No todos los días del período elegido presentan valores de T_a y v_a válidos para calcular el Índice DR; por tanto, al analizar su evolución en cada uno de estos meses, algunos días carecen de resultados, bien por la inexistencia de registros válidos, bien por la escasez de los mismos (menos de seis al día en horario laboral).

El comportamiento del Índice DR en octubre (Figura 144) se caracteriza por mostrar cierta regularidad quebrada en el día número 23 por un valor medio máximo diario de 33,4% de insatisfechos; el resto de registros oscila entre 9,9 y 21,0%. El régimen de máximas absolutas presenta una línea serrada, con grandes altibajos, en el que su valor medio es 43,0%, con registros que fluctúan entre 18,1 y 83,7%. La media de las mínimas es 3,7%, con valores extremos de 0,0 a 8,4%.

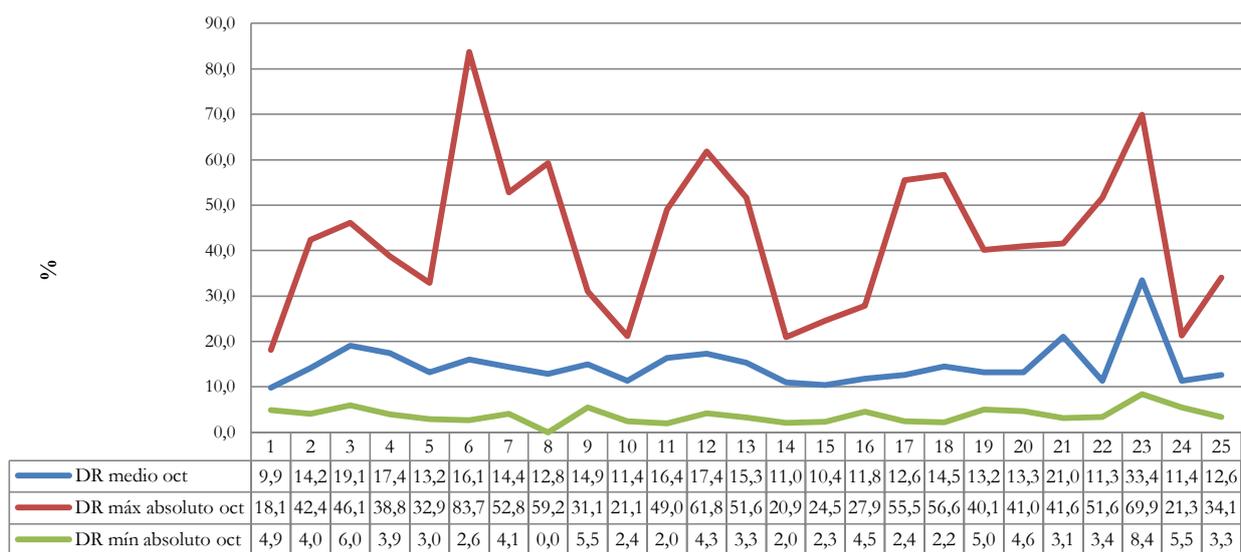


Figura 144. Comportamiento del Índice DR registrado en el invernadero en el mes de octubre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En noviembre, el comportamiento del Índice DR (Figura 145) está condicionado por la escasez de días con valores válidos ($n = 15$). Los valores medios oscilan entre 6,1 y 17,4%; los máximos absolutos, que siguen un trazado similar, presentan una media de 23,6%, con registros extremos de 10,1 a 58,7%, mientras el régimen de mínimas absolutas muestra una línea muy regular, con un valor medio de 2,0% y con registros que fluctúan entre 0,0 y 4,1%.

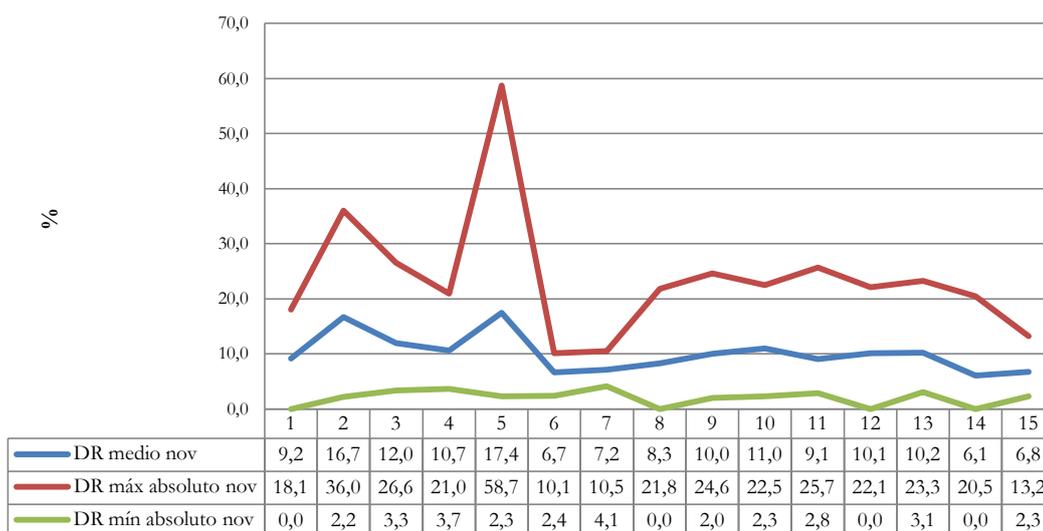


Figura 145. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de noviembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El Índice DR de diciembre (Figura 146) muestra una línea de medias irregular y con valores algo más polarizados que en los dos meses anteriores, pues oscilan entre 2,6 y 23,9%. El número de días con registros válidos es 21. Los valores máximos absolutos, que siguen un trazado aún más anárquico,

presentan una media de 21,0%, con registros extremos de 5,2 a 68,2%, mientras el régimen de mínimas absolutas muestra una línea regular, con un valor medio de 3,8% y con registros que fluctúan entre 0,0 y 10,6%.

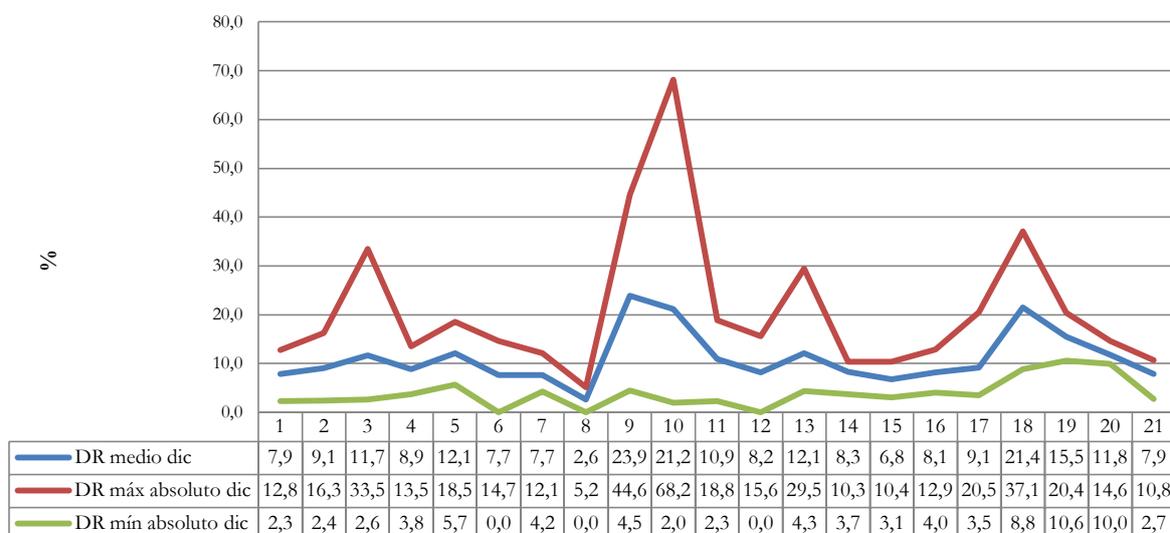


Figura 146. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En enero, el comportamiento del Índice DR (Figura 147) revela una línea de medias monótona en su primera mitad e irregular y con valores más polarizados en la segunda, con cifras que oscilan entre 6,7 y 21,9%. El número de días con registros válidos es 22. Los valores máximos absolutos, cuya línea sigue un trazado en forma de dientes de sierra, presentan una media de 21,7%, con registros extremos que fluctúan entre 10,3 y 54,9%; por el contrario, el régimen de mínimas absolutas muestra una línea bastante regular, con un valor medio de 4,9% y con registros que varían entre 0,0 y 8,1%.

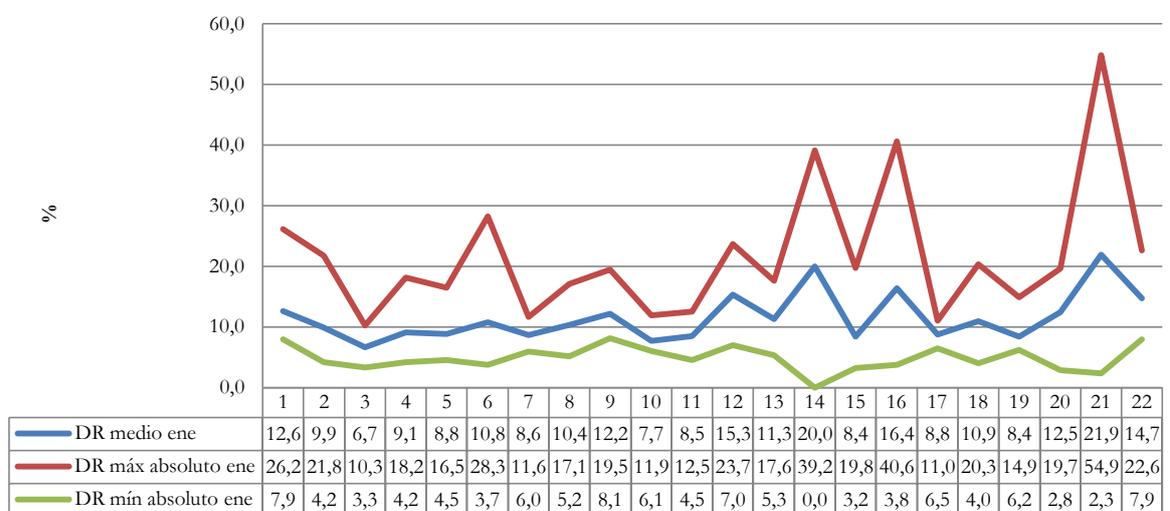


Figura 147. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En febrero, el Índice DR (Figura 148) sigue un patrón con un trazado muy sinuoso, pero con registros diarios muy completos que permiten retratar fielmente la evolución mensual del Índice DR. La línea de medias, muy quebrada, genera valores que oscilan entre 7,6 y 36,8%. Los máximos absolutos, cuyo perfil sigue un trazado extremadamente tortuoso, presentan una media de 28,3%, con registros extremos que fluctúan entre 10,0 y 66,6%; el régimen de mínimos absolutos muestra una línea algo más irregular que en ocasiones anteriores, con un valor medio de 6,1% y con registros que varían entre 0,0 y 15,2%.

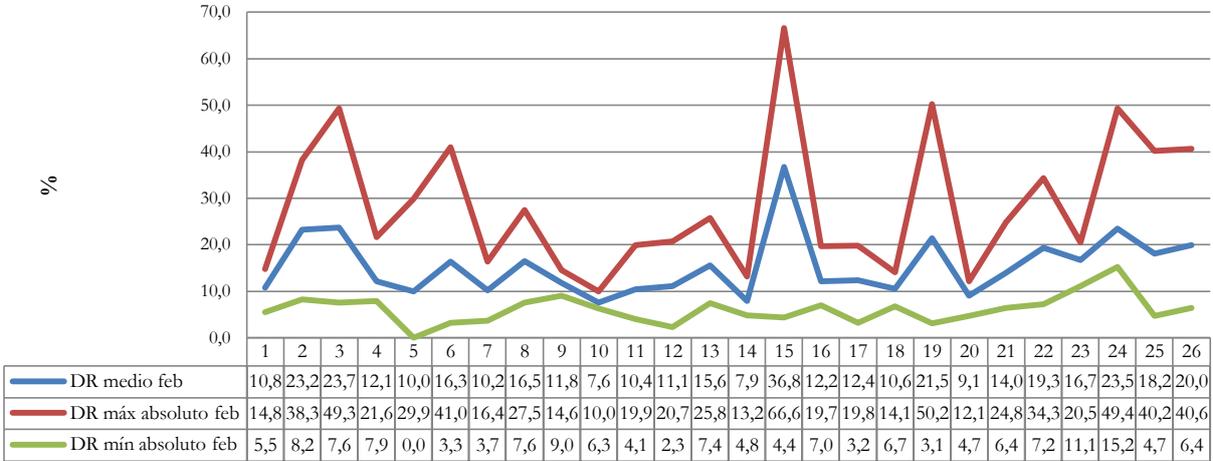


Figura 148. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Como en el mes de febrero, el Índice DR de marzo (Figura 149) conforma un trazado muy sinuoso, en este caso en todas sus líneas. El número de días con registros utilizables es 24. La línea de medias, muy escabrosa, muestra valores que oscilan entre 8,9 y 45,4%. El comportamiento de los máximos absolutos, enfatiza la tendencia de la línea de medias, con un registro promedio de 43,7% y con cifras que fluctúan entre 16,3 y 85,6%; el régimen de mínimas absolutas muestra una línea más irregular que en meses anteriores, con un valor medio de 6,8% y con registros que se sitúan entre 0,0 y 40,4%.

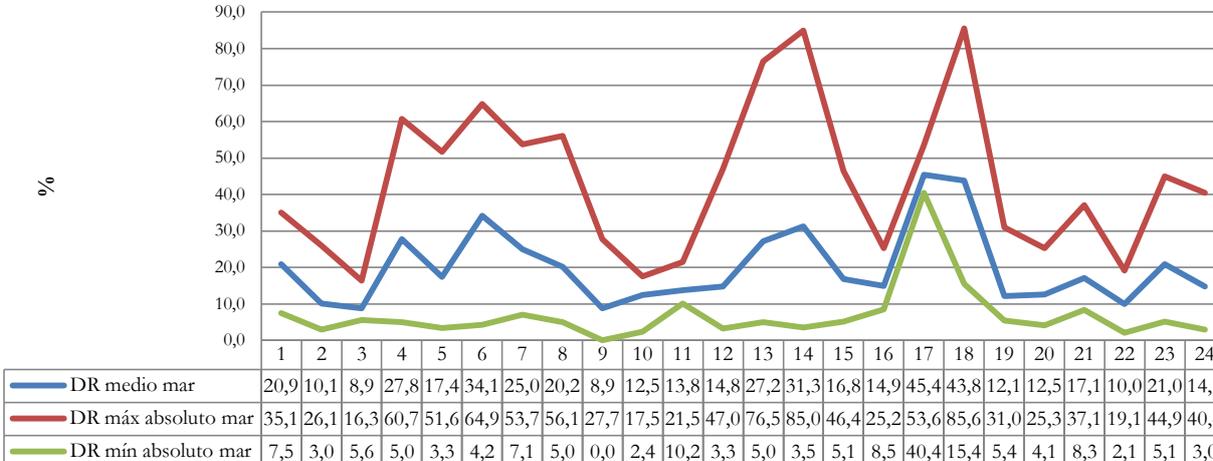


Figura 149. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de marzo de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

En abril, el Índice DR (Figura 150) se caracteriza por generar líneas de medias y máximas que siguen un trazado sinuoso, mientras la de mínimas resulta bastante monótona en su recorrido mensual. Todos los días del mes muestran registros válidos, de manera que, al igual que en febrero, se puede seguir más nítida y fielmente el recorrido del Índice DR a lo largo del mes. La línea de medias presenta valores que oscilan entre 4,8 y 45,8%; con respecto a los valores máximos absolutos, su registro medio es 39,0%, con cifras que fluctúan entre 8,5 y 85,7%; por último, el régimen de mínimos absolutos muestra una línea muy regular, con un valor medio de 3,2% y con registros que se oscilan entre 0,0 y 8,9%.

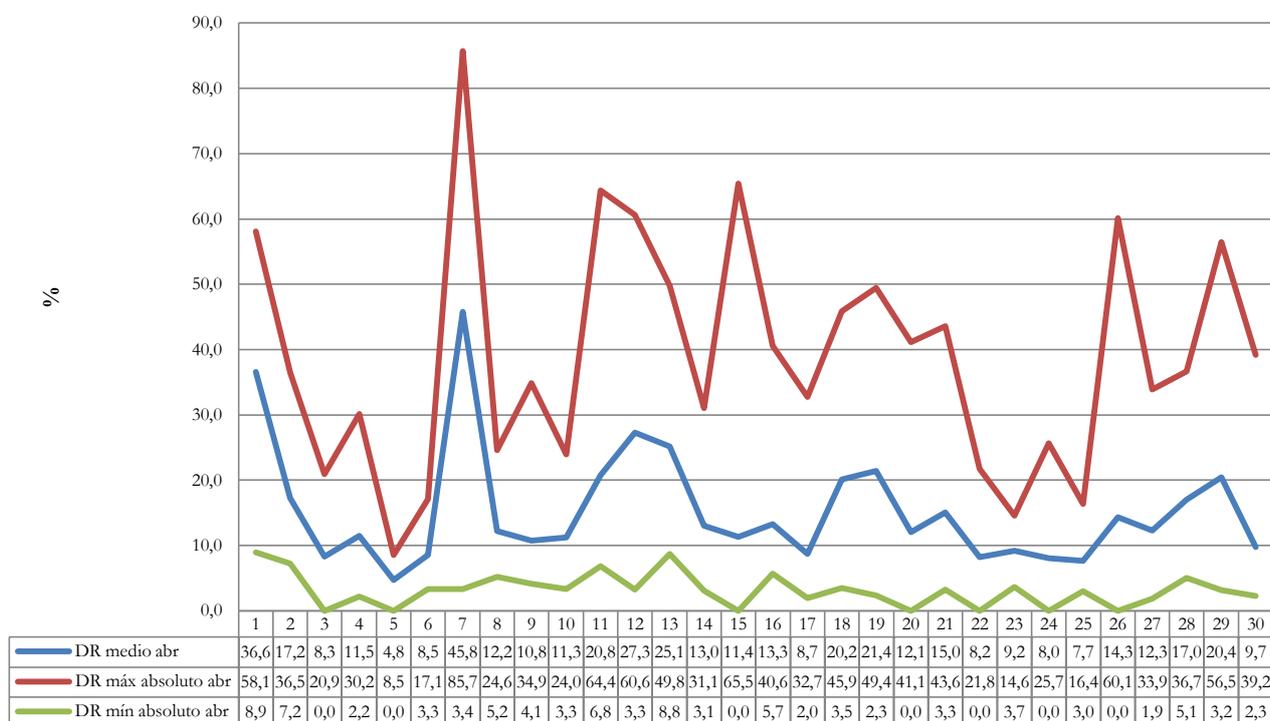


Figura 150. Comportamiento del Índice DR diario registrado en el invernadero en el mes de abril de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Todos los meses analizados poseen medias sin diferencias importantes, como sucede con otros índices, aunque los invernaderos presentan una menor oscilación entre sus valores máximos y mínimos, mientras que los dos meses de primavera y octubre muestran cifras muy polarizadas. Con unos resultados mensuales posiblemente poco concluyentes, y como se ha realizado con otros índices, resta averiguar si existen diferencias significativas en función de la hora en el transcurso de la jornada laboral durante el conjunto del período considerado.

Así, se observa una tendencia ascendente del índice desde las 9:00 (9,1%, el valor más bajo) hasta las 18:00 h (17,6%, el registro máximo) y algunas fluctuaciones hasta el final de la jornada (a las 22:00 h se registra el segundo valor más elevado, 17,3%). En definitiva, las horas que causan menor insatisfacción por enfriamiento local del cuerpo debido a la presencia de corrientes de aire, se sitúan en la franja comprendida entre las 7:00 y las 10:00 h (Figura 151).

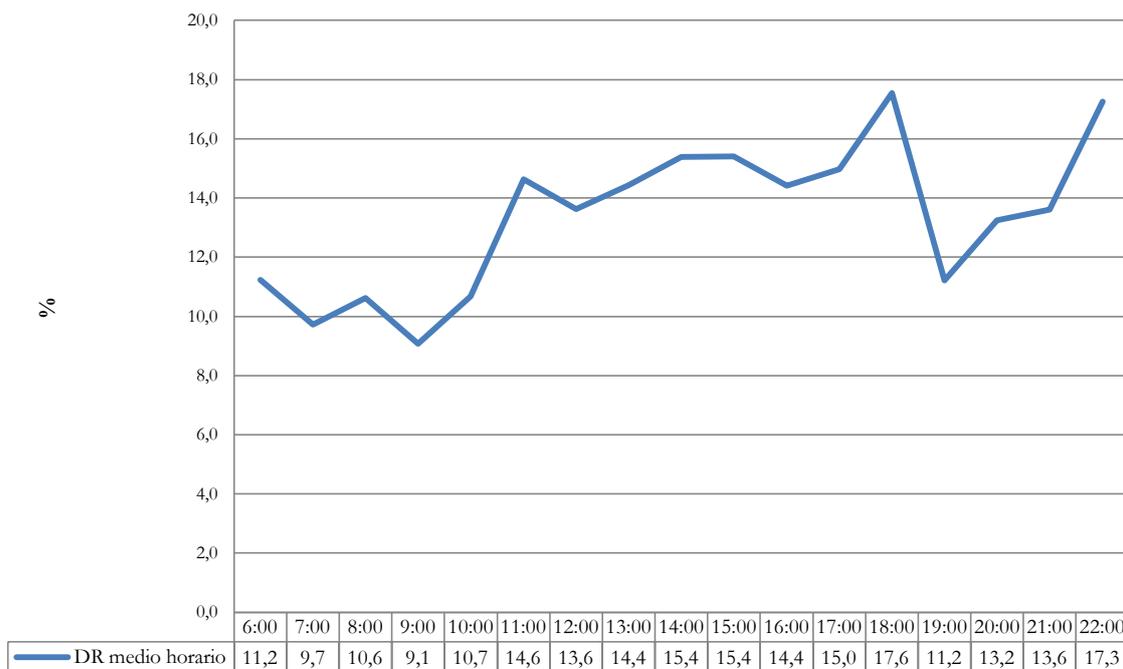


Figura 151. Comportamiento del Índice DR medio horario registrado en el invernadero desde octubre de 2014 hasta abril de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.11. Índice de Enfriamiento por el Viento o WCI (*Wind Chill Index*)

El Índice de Enfriamiento por el Viento o WCI evalúa el efecto que un ambiente laboral frío ejerce en los trabajadores mediante la estimación del grado de incomodidad percibido durante la exposición laboral a una baja T_a y una elevada v_a , sin tener en consideración ni el aislamiento debido a la vestimenta ni el gasto metabólico asociado a un determinado tipo de actividad física. El medidor de ambiente interior instalado en el invernadero calcula el Índice WCI cuando la T_a es menor de 10 °C. Este es el motivo por el que se han seleccionado los tres meses más fríos y con mayor número de resultados: diciembre de 2014 y enero y febrero de 2015. En marzo y noviembre el aparato registró medidas puntuales de este índice pero, en general, fueron muy escasas y de mínima entidad en un escenario climático caracterizado por la suavidad de las temperaturas otoñales e invernales.

El cálculo del Índice WCI es relativamente sencillo, pues únicamente requiere conocer los valores de T_a (< a 10 °C) y v_a . Debido a que este índice fue ideado para estimar el riesgo de congelación en trabajos a la intemperie, todos los valores obtenidos en el invernadero conforman un riesgo bajo o ligero para que el grado de comodidad percibida por el trabajador pueda verse afectado; de hecho, el baremo del Índice WCI supone un riesgo bajo desde 10 a 0,01 y un riesgo ligero cuando los valores se sitúan en el intervalo comprendido entre 0 y -9 [307], siendo el menor registro obtenido en los tres meses de -2,1. La expresión matemática utilizada para calcular el Índice WCI es la siguiente:

$$WCI = 13,12 + 0,6215 T_a - 11,37 (1,5 v_{a1,5})^{0,16} + 0,4275 T_a (1,5 v_{a1,5})^{0,16}$$

Ecuación 39. Cálculo del Índice WCI

El comportamiento del Índice WCI en el período seleccionado (Figura 152) se caracteriza por presentar unas medias que apenas generan malestar por frío entre los trabajadores, con valores que oscilan entre 5,7 en enero y 6,5 en febrero. Los registros máximos absolutos coinciden en 10, el valor más favorable posible que se puede obtener con este índice, mientras los mínimos absolutos tienen capacidad para generar, puntualmente, episodios de incomodidad ligera, con registros que oscilan entre 0,0 de febrero y -2,1 de diciembre.

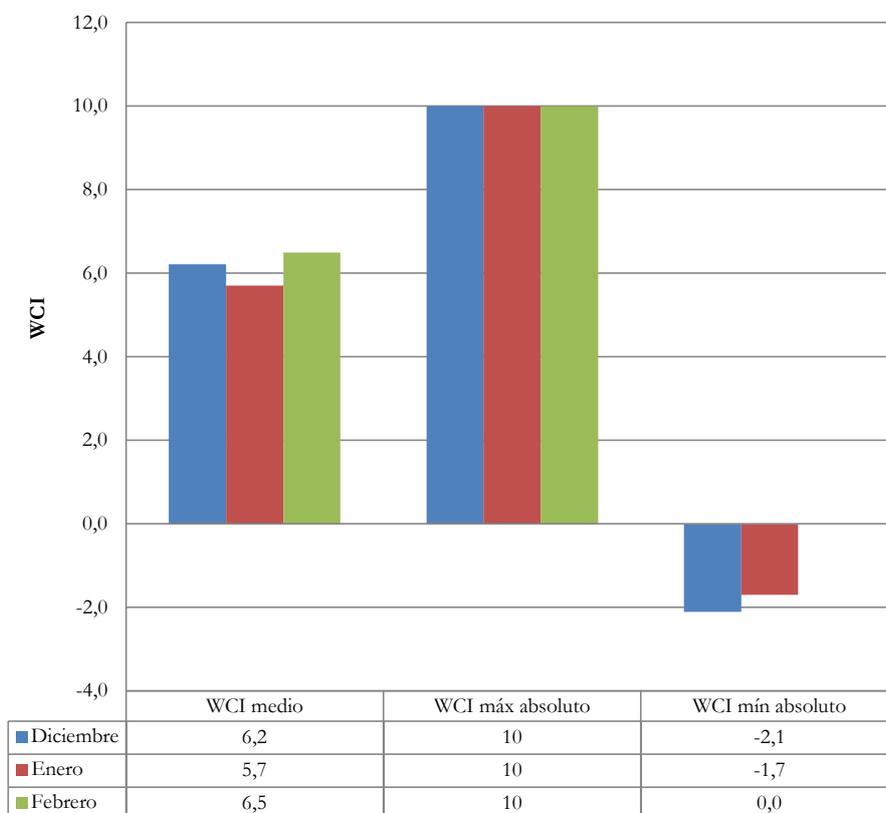


Figura 152. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero desde diciembre de 2014 hasta febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Como sucede con el DR, el Índice WCI muestra períodos de tiempo sin registros, ya que es requisito ineludible que la Ta sea inferior a 10 °C en horario laboral; por tanto, al analizar la evolución del índice en cada uno de estos tres meses algunos días carecen de resultados.

El comportamiento del Índice WCI en diciembre (Figura 153) se caracteriza por presentar dos días sin registros y por la bondad de sus resultados, que apenas generan incomodidad. Los valores medios oscilan entre 2,1 y 8,7; los máximos absolutos entre 6,8 y 10, con una media de 9,5 y, por último, el régimen de mínimos, con un valor medio de 4,3, presenta registros extremos de -2,1 a 8,9. En diciembre, sus dos últimos días (depresión final en su línea de mínimos) muestran valores con capacidad para generar un grado ligero de incomodidad, con registros por debajo de cero (-1,6 y -2,1).

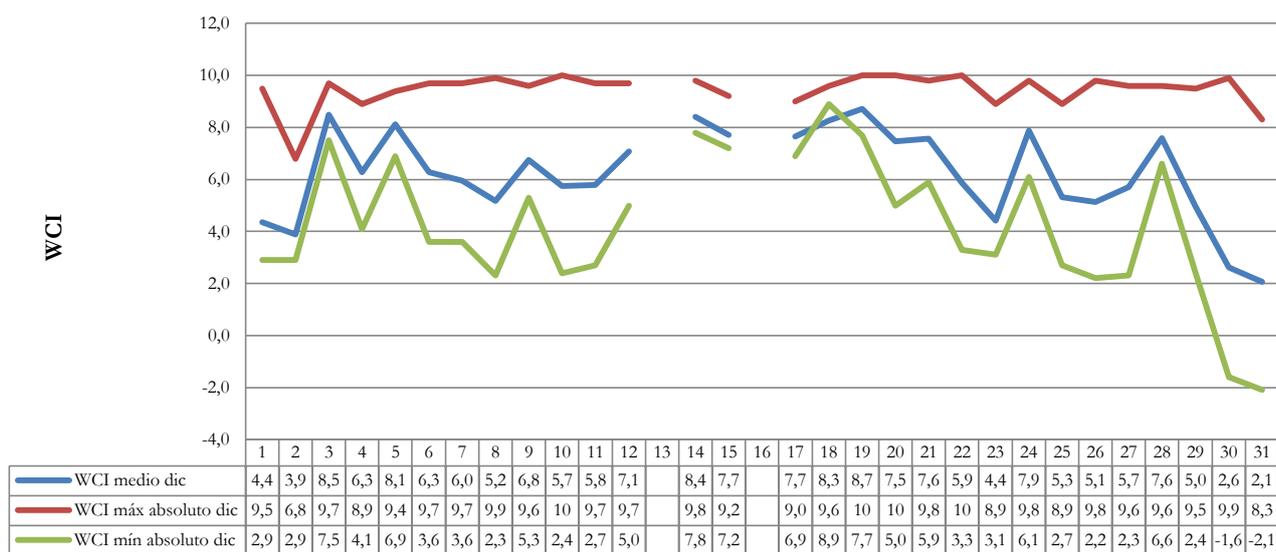


Figura 153. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero en diciembre de 2014 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

En enero, el comportamiento del Índice WCI (Figura 154) se caracteriza por presentar un día sin registros y por la tendencia claramente ascendente de los mismos (valores medios y mínimos absolutos), que alejan al trabajador de posibles situaciones de incomodidad. A pesar de que, en general, sus valores son los menos favorables de los tres meses, apenas generan malestar por frío. Los valores medios oscilan entre 2,6 y 8,8; los máximos absolutos entre 7,9 y 10, con una media de 9,5 y, por último, el régimen de mínimos, con un valor medio de 2,8, presenta registros extremos de -1,7 a 7,5. En enero hay cinco días (entre ellos los cuatro primeros del mes) con registros de suficiente entidad para generar episodios de incomodidad ligera por frío, con valores situados entre -0,4 y -1,7.

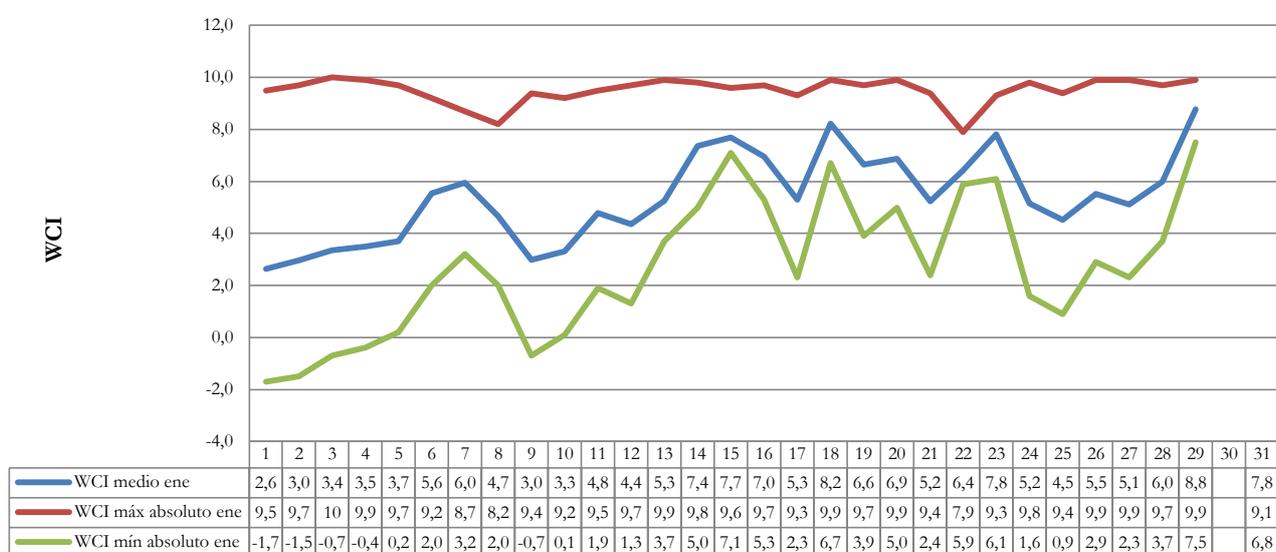


Figura 154. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero en enero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

El mes de febrero es el más benévolo del período; su régimen de WCI (Figura 155) presenta cuatro días sin registros y se caracteriza por la irregularidad del recorrido de sus líneas, especialmente la de valores medios y mínimos absolutos. Los primeros oscilan entre 3,8 y 9,7, los máximos absolutos entre 7,4 y 10, con una media de 9,3 y, por último, el régimen de mínimos, con un valor medio de 5,1, presenta registros extremos entre 0,0 y 9,7. Por tanto, en febrero sólo hay un día que puede causar una situación puntual de incomodidad ligera, con un valor para el Índice WCI de 0,0.

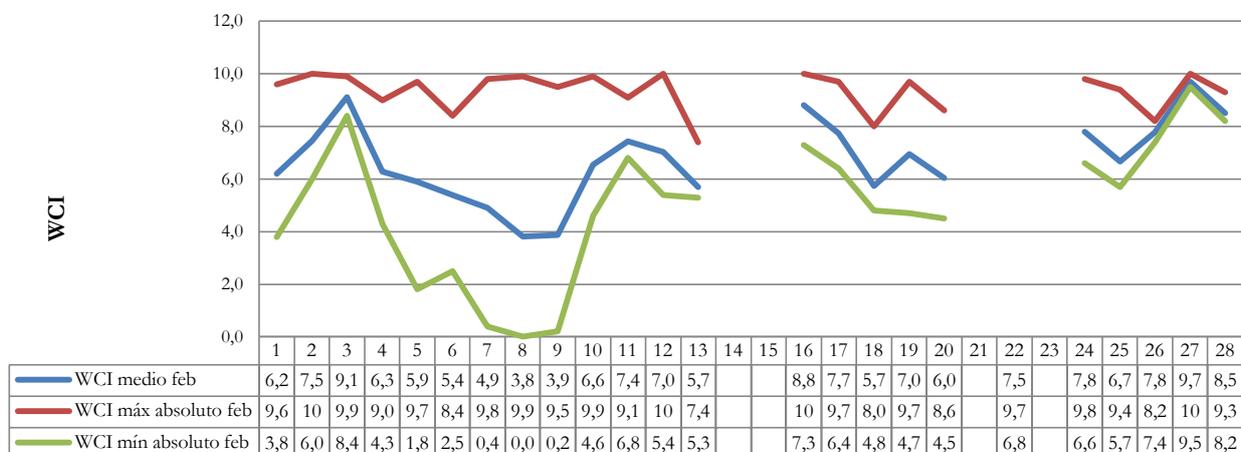


Figura 155. Comportamiento del Índice WCI registrado en el invernadero en febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

Finalmente, la Tabla 71 contempla todas aquellas situaciones (53, en toma de registros cada 30 minutos) en las que se ha generado un $WCI \leq 0$ y que, por consiguiente, tiene capacidad para provocar una incomodidad ligera por frío a los trabajadores.

Tabla 71. Distribución de los valores de WCI con capacidad para provocar situaciones de incomodidad ligera a los trabajadores en función del día y del momento de la jornada laboral.

Hora	30/12/2014 Valor WCI	31/12/2014 Valor WCI	01/01/2015 Valor WCI	02/01/2015 Valor WCI	03/01/2015 Valor WCI	04/01/2015 Valor WCI	09/01/2015 Valor WCI	08/02/2015 Valor WCI
6:00	-0,7	-1,4	-0,1	0,0				0,0
6:30	-0,8	-1,6	-0,5	-0,4				
7:00	-1,6	-1,5	-1,1	-0,7				
7:30	-1,2	-1,4	-1,2	-0,2				
8:00	-1,1	-2,0	-1,3	-0,8	0,0	-0,2		
8:30	-1,1	-2,1	-1,7	-1,3	-0,1	-0,4	-0,3	
9:00	-1,2	-1,6	-1,0	-0,8	-0,1	-0,3	-0,1	
9:30	-0,9	-1,3	-1,0	-1,2		-0,3	-0,1	
10:00	-1,2	-1,4	-1,2	-1,5	-0,7	-0,2	-0,7	
10:30		-0,3	-0,1	0,0				

(Fuente: elaboración propia).

Los valores medios del Índice WCI de los tres meses analizados no muestran diferencias importantes, comportándose de tal manera que las situaciones de incomodidad ligera por frío son muy puntuales y sólo se encuentran ocho días con valores iguales o inferiores a cero y, por tanto, con entidad suficiente para que los trabajadores del invernadero perciban, levemente, dicho malestar. Como se ha efectuado con otros índices, resulta conveniente dilucidar si existen diferencias significativas en función de la hora, en el transcurso de la jornada laboral. Así, se observa una tendencia ascendente del índice desde las 10:00 (4,6) hasta las 17:00 h (9,3, registro máximo) y un suave descenso hasta el final de la jornada, mientras el valor mínimo se produce a las 8:00 h (4,4) (Figura 156). En definitiva, y como era lógico suponer, las horas que podrían causar mayor insatisfacción por enfriamiento local del cuerpo debido a la presencia de corrientes de aire se sitúan en la franja comprendida entre las 6:00 y las 10:00 h, aunque todos los valores medios horarios de WCI sólo tienen capacidad para provocar situaciones de muy bajo grado de incomodidad.

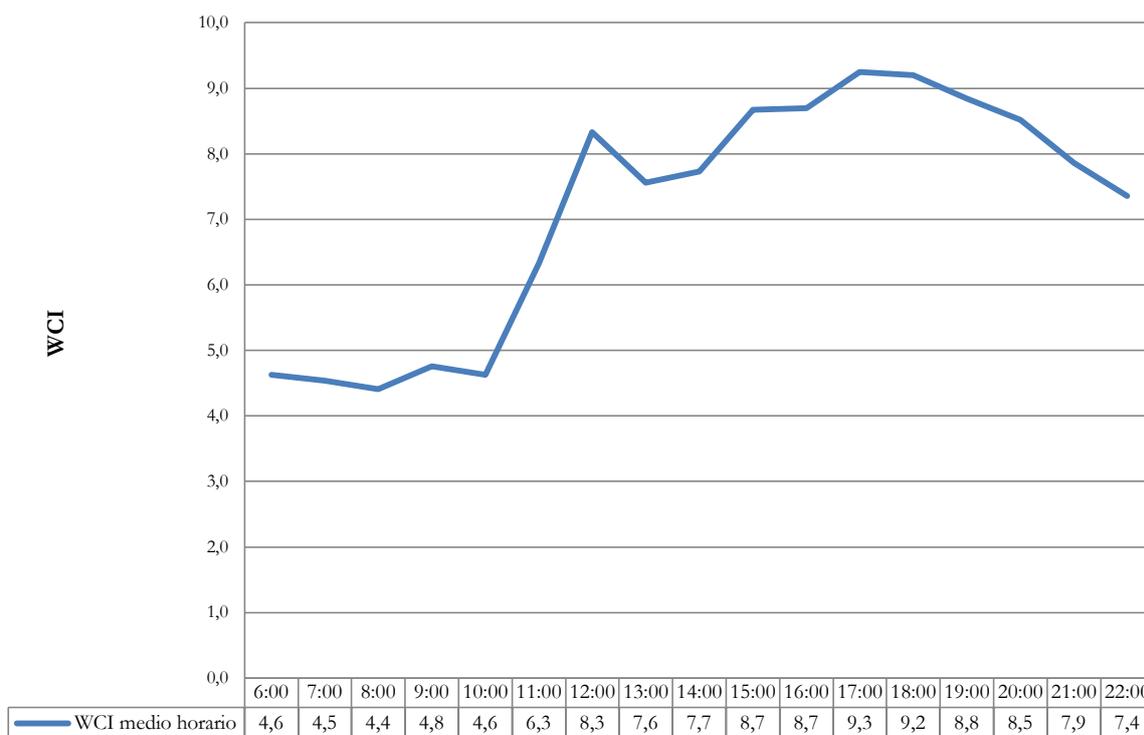


Figura 156. Comportamiento del Índice WCI medio horario registrado en el invernadero desde diciembre de 2014 hasta febrero de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

5.1.4.2.12. Correlaciones entre las variables climáticas interiores

Se ha analizado la posible existencia de correlación lineal entre las variables climáticas interiores en horario laboral (6:00-22:00 h), haciendo hincapié en aquellas que ejercen mayor influencia en las condiciones ambientales del invernadero (y, por tanto, en el grado de confort de sus trabajadores) que son, por orden de relevancia, T_a , HR , v_a y P_a .

El resto de parámetros climáticos estudiados depende, bien de los principales, bien de otros, como la T_g , Trm , o la T_{bh} . La Tabla 72 recoge los principales valores de ρ .

Tabla 72. Valores de Correlación Lineal de Pearson (ρ) obtenidos en el análisis de las medias de las variables climáticas interiores en horario laboral (6:00-22:00 h).

Intervalo temporal	Ta/HR	Ta/va	Ta/Pa	HR/va	HR/Pa	va/Pa
Invierno 2014-2015 ⁽¹⁾	-0,981	-0,005	-0,846	-0,189	+0,933	-0,530
Primavera 2015 ⁽¹⁾	-0,504	+0,713	-0,887	-0,965	+0,049	-0,309
Verano 2015 ⁽¹⁾	+0,043	+0,672	+0,346	+0,768	-0,922	-0,462
Otoño 2015 ⁽¹⁾	-0,990	+0,990	-0,998	-0,961	+0,980	-0,997
Verano 2016 ⁽¹⁾	-0,985	-0,938	+0,028	+0,984	-0,200	-0,372
Otoño 2016 ⁽¹⁾	-0,953	+0,826	-0,949	-0,182	+0,892	-0,606
Diciembre 2014	-0,788	-0,579	-0,167	+0,328	-0,185	+0,086
Enero 2015	-0,861	-0,476	-0,092	+0,278	-0,145	-0,151
Febrero 2015	-0,826	-0,345	+0,128	+0,104	-0,131	-0,065
Marzo 2015	-0,812	-0,030	+0,121	-0,163	+0,093	-0,251
Abril 2015	-0,892	+0,199	-0,140	-0,381	+0,032	+0,119
Mayo 2015	-0,798	+0,246	-0,149	-0,271	+0,024	-0,009
Junio 2015	-0,850	+0,022	-0,034	+0,004	+0,072	-0,088
Julio 2015	-0,834	-0,023	-0,131	-0,006	+0,030	-0,287
Agosto 2015	-0,712	+0,126	-0,247	-0,088	+0,082	-0,192
Septiembre 2015	-0,900	+0,150	-0,035	-0,236	-0,037	-0,104
Octubre 2015	-0,870	+0,295	-0,072	-0,283	+0,070	-0,107
Noviembre 2015	-0,622	-0,333	-0,311	-0,049	-0,008	-0,006
Junio 2016	-0,861	-0,017	+0,025	-0,013	-0,047	-0,146
Julio 2016	-0,651	+0,040	-0,183	+0,057	+0,040	-0,287
Agosto 2016	-0,676	+0,157	-0,173	+0,112	+0,041	-0,129
Septiembre 2016	-0,832	+0,258	-0,167	-0,133	-0,022	-0,146
Octubre 2016	-0,865	+0,267	-0,196	-0,194	+0,169	-0,485
Noviembre 2016	-0,650	-0,328	-0,299	-0,039	-0,018	-0,028
(1) Coeficientes calculados comparando medias mensuales en horario laboral0,						

(Fuente: elaboración propia).

Como resultado de su análisis se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- a T_a/HR : al comparar las medias mensuales de los períodos de los que se disponen registros, las correlaciones obtenidas suelen ser muy altas negativas en el invierno de 2014-15, en otoño de 2015 y en verano y otoño de 2016; es moderada negativa en la primavera de 2015 y prácticamente nula en verano de 2015, a causa de las alteraciones causadas por el sistema de control del invernadero; resultados que, en general, confirman la fuerte o muy fuerte relación inversa que mantienen ambos parámetros. Si se consideran los períodos mensuales de forma aislada, salvo los casos de diciembre de 2014, mayo, agosto y noviembre de 2015 y julio, agosto y noviembre de 2016 (correlaciones altas negativas), el resto de los valores mensuales presentan una correlación muy alta negativa (Figura 157).

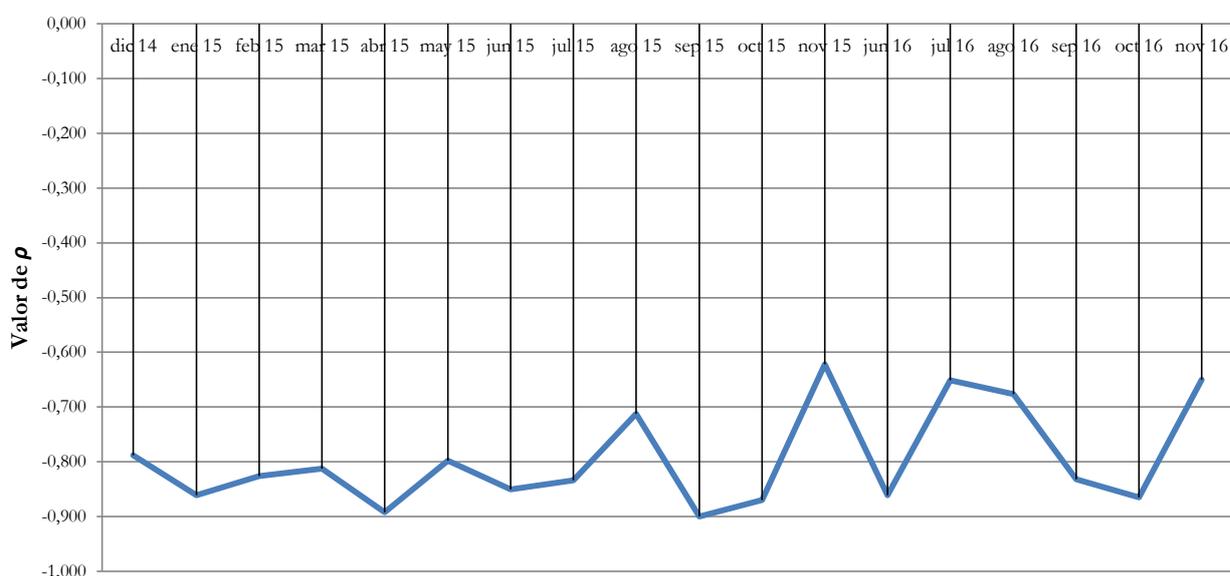


Figura 157. Correlación lineal existente entre la temperatura y la humedad relativa mensual del invernadero durante el período comprendido entre diciembre de 2014 a noviembre de 2015 y entre junio y noviembre de 2016 entre las 6:00 y las 22:00 h.

(Fuente: elaboración propia).

- b T_a/v_a : los valores medios mensuales de cada período estacional mantienen una correlación alta positiva (primavera y verano de 2015) o muy alta positiva (otoño de ambos años), a excepción del invierno 2014-15, en el que la correlación es nula y en verano de 2016 en el que es muy alta negativa (Tabla 72), quizá debido a la acción de la pantalla húmeda, que reduce la T_a e incrementa la v_a . En el análisis mensual no se percibe una clara correlación entre ambos parámetros, con valores positivos y negativos poco significativos, a excepción de los meses de diciembre (-0,579) y enero (-0,476), cuya correlación es moderada negativa. Las correlaciones más próximas a un valor nulo se localizan preferentemente en los meses calurosos.
- c T_a/P_a : las correlaciones de los períodos estacionales son muy altas negativas a excepción de los dos veranos, que muestran correlaciones baja positiva (2015) o nula (2016). Los valores mensuales presentan correlaciones poco importantes, siendo la más elevada de ellas la correspondiente a noviembre de 2015, con -0,311 (Tabla 72). Por tanto, a pesar de que cuando la T_a aumenta, la P_a se reduce por la acumulación de aire caliente sobre la superficie, la correlación que se puede establecer entre ambas variables, a nivel mensual, es baja o muy baja negativa.

- d HR/va: los registros de los períodos asimilados a estacionales arrojan correlaciones muy altas negativas en la primavera de 2015 y altas y muy altas positivas en los dos veranos, 2015 y 2016, respectivamente. Las correlaciones obtenidas en los diferentes meses no siguen una tendencia nítida, con alternancia de valores positivos y negativos de escasa entidad. Por tanto, con estos resultados, no es posible establecer una relación entre ambos parámetros.
- e HR/Pa: tanto en invierno como en los dos otoños, la correlación es muy alta positiva (Tabla 72) debido a que en ambos períodos la Pa y la HR suelen alcanzar sus valores máximos; en verano de 2015 la correlación es muy alta negativa y en el de 2016 es baja negativa debido, probablemente, a la acción del sistema de control climático, ya que cabe pensar que en un período caracterizado por sus bajas Pa, los niveles de HR se mantienen gracias únicamente a la inyección constante de aire cargado de humedad generado por el *cooling system*. En el análisis de cada mes en particular, ninguno de ellos presenta una clara correlación, de manera que, en función de estos resultados mensuales, no se puede afirmar que exista correlación entre ambos parámetros en el interior del invernadero.
- f va/Pa: existe una correlación negativa constante entre ambos parámetros en los períodos estacionales configurados con los valores medios mensuales (Tabla 72). Es posible imaginar que a medida que se incrementa el valor de la Pa, el tiempo barométrico es más estable (situación anticiclónica) y, por ende, los valores de va disminuirían, y viceversa cuando el tiempo es inestable y prevalecen las bajas presiones. En los valores mensuales predominan igualmente las correlaciones negativas, con las excepciones de diciembre y abril, cuyas correlaciones son muy bajas positivas: Las negativas mensuales suelen ser muy bajas, bajas o, incluso, moderadas, como es el caso de octubre de 2016 (-0,485). En definitiva, se puede afirmar que, en general, la correlación entre ambos parámetros en función de los valores mensuales es, mayoritariamente, muy baja negativa.

En los meses de julio, agosto y septiembre no se han producido situaciones propias de la Clase 5 y siguientes, y sí múltiples episodios de estrés térmico por calor calificados como Clase 3, en los que cobra protagonismo la combinación de elevados valores de humedad relativa y temperatura del aire interior. En este escenario es preciso instaurar medidas correctoras que contengan estos valores sin afectar negativamente a las especies cultivadas (no se puede obviar el hecho de que el bienestar vegetal es prioritario para cualquier empresario). Así, en la instalación estudiada, ante valores elevados de temperatura (30 °C) se conecta automáticamente la pantalla húmeda (*cooling system*) y la extracción forzada, que generan corrientes de aire renovado con capacidad para ventilar la instalación en pocos minutos, hasta hacer descender la humedad relativa y la temperatura del aire interior a valores propios de la Clase 4.

Por su parte, la Ta exterior y la radiación solar ejercen una influencia directa en la Ta interior, como es lógico, mientras que el DP posee un influjo no significativo (correlación de Pearson positiva baja o muy baja) en la sensación de confort térmico en el interior del invernadero. Por tanto, a la hora de tomar medidas (siempre que corresponda), para mejorar el confort térmico, hay que enfocarlo hacia el control de la Ta y la HR. Sin embargo, es preciso considerar que las especies cultivadas poseen unos intervalos óptimos de Ta y HR, fuera de los cuales las plantas sufren y, por ende, disminuye el rendimiento de la instalación. Así, por ejemplo, un exceso de HR reduce la transpiración vegetal, mientras que su defecto deshidrata a la planta por las pérdidas de agua debidas a una transpiración anormalmente elevada. Por tanto, antes de tomar medidas preventivas que trastorquen el ambiente interior es imprescindible conocer los intervalos de Ta y HR más beneficiosos para el cultivo. En casi todo el período medido se ha observado una gran oscilación térmica en función de la hora del día en la que se registran los datos.

5.1.4.3. Correlaciones entre las variables climáticas exteriores e interiores

El clima del invernadero es el resultado de dos acciones fundamentales: la ejercida por los parámetros ambientales exteriores y la regulación llevada a cabo por el sistema de control. La primera de ellas es la que define el escenario climático de los invernaderos no tecnificados en los meses de calor y frío, mayoría en Extremadura; la segunda es la practicada por el ser humano para potenciar las propiedades del cultivo y, por añadidura e indirectamente, incrementar el confort térmico del trabajador. La T_a exterior y la radiación solar ejercen una influencia directa en la T_a interior; así, los coeficientes de correlación del período seleccionado (enero-septiembre de 2015) muestran unos valores que indican la existencia de correlaciones positivas en todos los meses, si bien la de enero es muy baja, las de junio y julio son moderadas, las de febrero, marzo, abril y agosto son altas y las de mayo y septiembre son muy altas positivas (Figura 158 y Tabla 73).

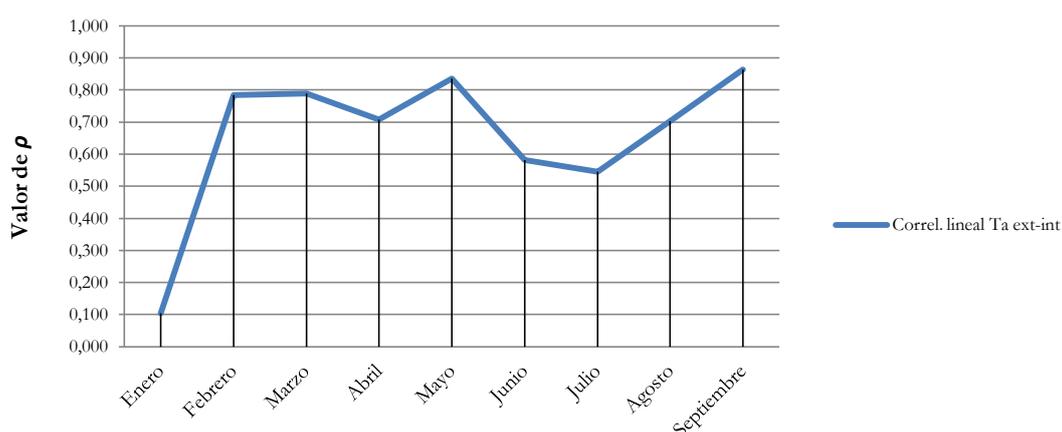


Figura 158. Correlación lineal existente entre la temperatura exterior e interior del invernadero durante el período comprendido desde enero hasta septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 73. Valores de Correlación Lineal de Pearson (ρ) obtenidos de la comparación de las principales variables climáticas exteriores e interiores en horario laboral (6:00-22:00 h).

Mes	T_a ext/ T_a int	HR ext/HR int	RS ext/ P_a
Enero 2015	+0,105	+0,267	-0,093
Febrero 2015	+0,784	+0,742	+0,071
Marzo 2015	+0,789	+0,778	-0,018
Abril 2015	+0,708	+0,716	-0,001
Mayo 2015	+0,836	+0,885	+0,086
Junio 2015	+0,582	+0,570	+0,084
Julio 2015	+0,545	+0,708	+0,046
Agosto 2015	+0,702	+0,764	+0,083
Septiembre 2015	+0,864	+0,894	-0,061

(Fuente: elaboración propia).

La correlación existente entre la HR exterior e interior es positiva en todos los meses (Figura 159) y, en general, se percibe un leve incremento con respecto a la correlación obtenida con las Ta. Los valores de ρ siguen la tendencia anterior, con una mejoría en la correlación de enero, que desde muy baja asciende a baja y la de julio, que de moderada pasa a alta; así pues, la correlación de enero es baja, la de junio es moderada, las de febrero, marzo, abril, julio y agosto son altas y las de mayo y septiembre son muy altas, todas ellas positivas (Tabla 73).

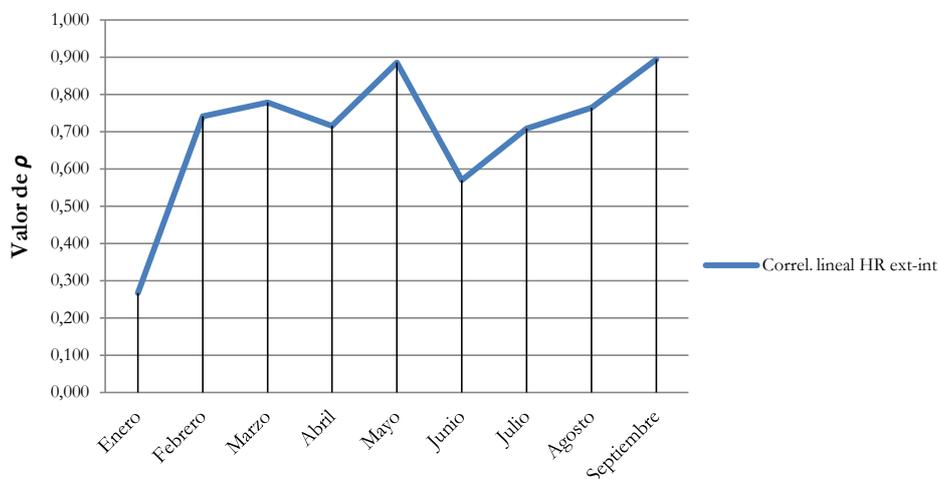


Figura 159. Correlación lineal existente entre la humedad relativa exterior e interior del invernadero durante el período comprendido desde enero hasta septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

Las correlaciones obtenidas entre la RS exterior y la Pa son muy bajas positivas o negativas (Figura 160); por tanto, se puede afirmar que no ha sido hallada ninguna correlación entre ambas variables, posiblemente debido a los períodos que, en horario laboral y con un determinado valor de Pa, carecen de RS, sobre todo durante los primeros meses del año (Tabla 73).

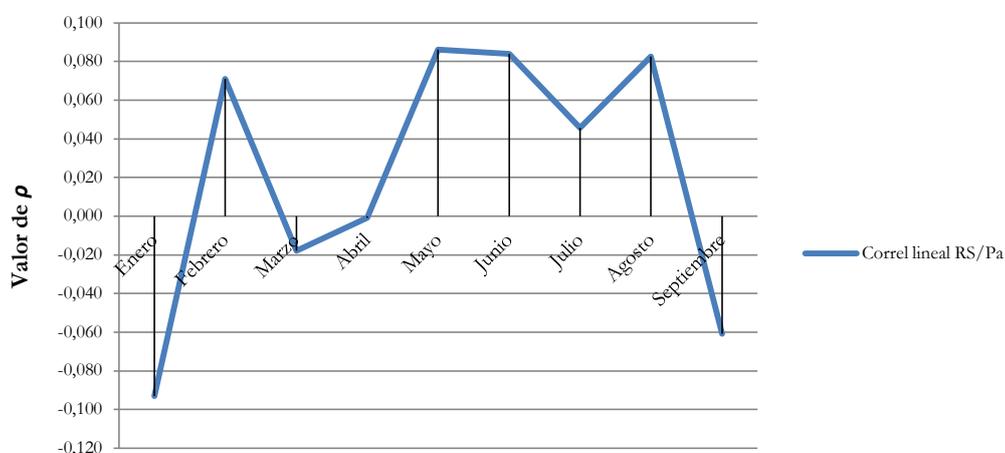


Figura 160. Correlación lineal existente entre la radiación solar y la presión atmosférica durante el período comprendido desde enero hasta septiembre de 2015 entre las 6:00 y las 22:00 h. (Fuente: elaboración propia).

En los escenarios analizados se hace preciso instaurar medidas correctoras que reduzcan las situaciones de extremo calor sin afectar negativamente a las especies cultivadas (el bienestar vegetal es prioritario para el empresario). A la hora de tomar medidas (siempre que corresponda) para mejorar el estado de confort térmico de los trabajadores, hay que enfocarla hacia el control de la Ta y HR interiores. Sin embargo, es preciso considerar que las especies cultivadas poseen unos intervalos óptimos de Ta y HR, fuera de los cuales las plantas sufren, reduciéndose el tamaño y calidad de las cosechas. En definitiva, antes de tomar medidas preventivas que trastocan el ambiente interior es imprescindible conocer los intervalos de Ta y HR más beneficiosos para el cultivo. En casi todo el período medido se ha observado una gran oscilación térmica diaria, circunstancia que debería hacer reflexionar a los propietarios sobre la hora de inicio de la jornada laboral.

5.2. Resultados del análisis de metales pesados

Las muestras de materia seca de sustrato (n = 5) procedentes del invernadero de la Escuela de Ingenierías Agrarias y de materia seca de suelo (n = 4) de un invernadero comercial de Montijo (Badajoz) fueron procesadas, con carácter previo, en el Laboratorio de Producción Vegetal de la Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz), donde se analizó el pH de cada una de las muestras para determinar su carácter ácido o alcalino, ya que los valores límite oficiales de metales pesados varían en función de este parámetro. En todas las muestras el pH se encontraba por debajo de 7 (< 6,5), por lo que todas ellas eran ácidas. Se estudiaron los metales pesados que presentan mayor toxicidad en humanos (trabajadores y consumidores) en la actividad agrícola: cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo y zinc (Tabla 74).

Tabla 74. Resultados del análisis de la concentración de metales pesados en sustratos y suelos de invernaderos de Badajoz y Montijo (Badajoz).

Ubicación invernadero	Nº muestra	Cd (m·kg ⁻¹)	Cr (mg·kg ⁻¹)	Cu (mg·kg ⁻¹)	Hg (mg·kg ⁻¹)	Ni (mg·kg ⁻¹)	Pb (mg·kg ⁻¹)	Zn (mg·kg ⁻¹)
Material cultivo Badajoz/Sustrato	1	0,10	0,10	13,4	0,22	19,6	11,1	34,8
	2	0,10	0,10	12,4	0,30	13,7	13,3	31,9
	3	0,15	0,15	16,6	0,32	18,0	9,48	31,0
	4	0,11	0,11	15,4	0,31	14,2	10,8	33,5
	5	0,10	0,10	19,6	0,38	24,4	8,85	30,4
	Promedio	0,11	0,11	15,5	0,31	18,0	10,7	32,3
Montijo/Suelo	1	0,26	8,48	185	0,87	4,71	6,01	1.206
	2	1,67	59,2	67,5	0,74	11,6	20,2	678
	3	0,63	30,9	57,2	0,65	9,29	17,0	289
	4	1,17	39,0	67,8	0,76	11,2	18,0	712
	Promedio	0,93	34,4	94,6	0,76	9,19	15,3	721

(Fuente: elaboración propia).

Los valores límite oficiales para tierras de cultivos destinados a productos para alimentación humana (Suelos Clase A) [1059] y para sustratos con idéntico uso [1060] se muestran en la Tabla 75.

Tabla 75. Valores límite de concentración de metales pesados en sustratos y suelos (Clase A, pH < 7) agrícolas [1059] [1060].

Metal pesado	Valor límite sustrato Clase A (mg·kg ⁻¹) [1060]	Valor promedio sustrato Badajoz (mg·kg ⁻¹)	Valor límite suelo Clase A, ácido (mg·kg ⁻¹) [1059]	Valor promedio suelo Montijo (mg·kg ⁻¹)
Cd	0,7	0,1	1	0,9
Cr	70	0,1	100	34,4
Cu	70	15,5	50	94,6
Hg	0,4	0,3	1	0,8
Ni	25	18	30	9,2
Pb	45	10,7	50	15,3
Zn	200	32,3	150	721

(Fuente: elaboración propia con información procedente de los R.D. 1310/1990 y 865/2010 [1059] [1060]).

Todas las muestras de sustrato procedentes del invernadero universitario presentan unos valores no tóxicos en metales pesados. No sucede lo mismo con las muestras del invernadero comercial de Montijo, en las que se encuentran varios elementos químicos con cifras que superan los valores límite oficialmente establecidos; por consiguiente, se han detectado los siguientes valores potencialmente tóxicos:

- Cadmio (Cd): si bien el valor promediado (0,9) no supera el valor límite, establecido en 1 mg·kg⁻¹, sí lo hacen las muestras número 2 (1,7), que lo sobrepasa en un 67%, y número 4 (1,2) que lo hace en un 17%.
- Cobre (Cu): todas las muestras de suelo superan el valor límite, establecido oficialmente en 50 mg·kg⁻¹; así, la número 1 (186) lo sobrepasa en un 272%, la número 2 (67,5) en un 34,9%, la número 3 (57,2) en un 14,4%, la número 4 (67,8) en un 35,6% y el valor promedio (94,6) en un 89,1%.
- Zinc (Zn): como ocurre con el cobre, todas las muestras exceden el valor límite, establecido en 150 mg·kg⁻¹. La muestra número 1 (1.206) supera en un 704% dicho valor límite, la número 2 (678) lo hace en un 352%, la número 3 (289) en un 92,9%, la número 4 (712) en un 375% y el valor promediado (721) en un 381%.

Todas las concentraciones de metales pesados, excepto las de níquel, son mayores en el invernadero comercial que en el dedicado a la enseñanza e investigación ubicado en la Escuela de Ingenierías Agrarias, en el que no se persiguen unos rendimientos elevados, como sucede con cualquier explotación invernada que forme parte de un negocio. Así pues, para justificar las diferencias entre ambos invernaderos, y como principal argumento científico, hay que recurrir a estudiar el grado de intensividad de uso del suelo: la necesidad de obtener varias cosechas al año requiere una mayor utilización de fertilizantes y productos fitosanitarios, que incrementan la concentración de metales pesados en dichos suelos, sobre todo de cadmio y cobre [319] [322] [325]; a ello se suma el hecho de que estos suelos suelen mantenerse en el tiempo porque se fertilizan constantemente, luego se trata en muchas ocasiones de suelos ácidos [319]

[325] y muy envejecidos [322], circunstancias que también favorecen la acumulación de metales pesados, como ocurre en el 3,7% de los invernaderos almerienses [326].

No todos los metales pesados son tóxicos a elevadas concentraciones para el ser humano; incluso algunos de ellos son necesarios para mantener un excelente estado de salud, como el cobre, zinc, selenio, hierro, etc. Sin embargo, la mayoría de metales pesados poseen la capacidad de causar importantes problemas ambientales, ya sea su origen natural o antrópico (de mayor entidad), como el mercurio, plomo, cadmio, talio, cobre, zinc y cromo. Si se analizan los siete metales pesados seleccionados, en función de sus niveles de referencia (a partir de los cuales se requiere algún tipo de actuación), en los suelos agrícolas ácidos de la Península Ibérica, lo normal es obtener esta secuencia: $Zn > Pb = Cr > Cu > Ni > Cd > Hg$ [1061]. Sin embargo, en el estudio efectuado en los materiales de cultivo empleados en los dos invernaderos seleccionados se observan unas secuencias diferentes: $Zn > Ni > Cu > Pb > Hg > Cd = Cr$ en el caso de las muestras de sustrato y $Zn > Cu > Cr > Pb > Ni > Cd > Hg$ en el caso de los suelos.

El cobre es un componente habitual de muchos herbicidas y fertilizantes fosfatados y nitrogenados [1062] [1063]. No suele causar problemas directos de importancia en humanos en su aplicación agrícola, y sí en plantas y medio ambiente. En todas las muestras de suelo del invernadero de Montijo se obtuvieron concentraciones de cobre superiores al valor límite. Aplicando la normativa específica de Andalucía para metales pesados [1061] en suelos agrícolas Clase A (legislación que no existe ni en Extremadura ni en muchas otras comunidades autónomas), la muestra número 1 ($186 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) requeriría, por parte del empresario, el inicio de una Investigación Recomendable, pues se halla en el Nivel Genérico de Referencia (NGR), para cobre, de $100\text{-}300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

El cadmio constituye un elemento frecuente en fertilizantes y fitosanitarios. Su concentración está relacionada, geoquímicamente, con las de cobre, plomo y zinc. Una concentración de cadmio superior a $0,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ha de tener, forzosamente, una etiología antrópica [1062] [1064]. Las muestras números 2 y 3 de suelo del invernadero de Montijo exceden este valor, por lo que las concentraciones de cadmio, en estos casos al menos, tienen un origen claramente humano.

Muchos fertilizantes fosfatados contienen zinc [1062] [1063]. Al igual que el cobre y a diferencia del resto de metales pesados, no suele causar problemas directos al ser humano en su uso agrícola, pero su exceso sí afecta negativamente a las plantas, dificultando la formación de clorofila y causando una enfermedad denominada clorosis férrica [1064]. En suelos ácidos, como los del invernadero de Montijo, el zinc se encuentra en estado Zn^{+2} , o biodisponible, favoreciendo la asimilación de compuestos esenciales para las plantas, como el calcio, magnesio y fósforo [1065]. Su concentración suele estar relacionada con la presencia de cadmio y plomo. Es más, cuando se produce una alteración de la concentración normal de alguno de estos tres elementos, los otros dos suelen verse también afectados [1066]; de hecho, un exceso de zinc puede inhibir la concentración de cobre [1067].

En este estudio sí se ha hallado cierta conexión entre los valores alterados de zinc y cadmio, pero no con el plomo, cuya concentración es normal. Si las cifras de zinc de los suelos ácidos del invernadero de Montijo son analizadas bajo el prisma de la legislación específica de Andalucía [1061], se evidencia la necesidad de iniciar una Investigación Recomendable (su NGR para el zinc es de $200\text{-}300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) para la muestra número 3 (289 ppm), no se precisa promover ninguna Investigación Obligatoria (su NGR para el zinc es de $300\text{-}600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) al no afectar ese rango a ninguna de las muestras, y sí resulta necesario emprender un tratamiento correctivo dictado por el denominado Valor de Intervención (su NGR para el zinc es de $> 600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en el resto de muestras.

Capítulo 6. Resultados y discusión II (encuestas)

6.1. Resultados procedentes de las encuestas a los trabajadores

En primer lugar es necesario emprender el cálculo del error muestral de la encuesta, basado en una estimación efectuada en función de los siguientes datos:

- Los invernaderos visitados en el presente estudio conforman una superficie total de 63,9 ha.
- El número de trabajadores contabilizados en dicha superficie es 603.
- La superficie total dedicada, oficialmente, al cultivo de invernadero en Extremadura, es de 203 ha [2].

Por consiguiente, mediante una aproximación al número total de hectáreas, puede estimarse en 1.916 el número total de trabajadores dedicados en Extremadura al cultivo en invernadero. El conocimiento del tamaño de la población (1.916) y de la muestra (257), permite hallar el margen de error a diferentes intervalos de confianza. Así pues, en el presente estudio, para un intervalo de confianza del 95%, el error muestral de la encuesta es 5,69%.

6.1.1. Datos personales: resultados

La caracterización sociodemográfica de la población objeto de estudio contempla los siguientes aspectos:

- Sexo.
- Grupos de edad.
- Titulación profesional o académica reglada.
- Minusvalías y enfermedades crónicas de tipo respiratorio y dérmico.
- Lesiones o enfermedades cuya etiología se deba al trabajo realizado en los invernaderos.

6.1.1.1. Sexo (1)

El trabajo en invernaderos sigue siendo una actividad eminentemente masculina (Figura 161). Así, de las 257 personas encuestadas en Extremadura, 219 son hombres (85,2%) y 38 mujeres (14,8%), de las cuales 1 estaba embarazada (2,6%). Si se comparan estos datos con los obtenidos en un estudio realizado sobre trabajadores de invernadero en Almería [209] se observan ciertas diferencias en este tipo de distribución (Tabla 76). Asimismo, en España, en el primer trimestre de 2020, el 77,3% de los trabajadores agrícolas eran hombres y el 22,7% mujeres [1068], a cuyos valores se asemejan más las cifras de Almería que las de Extremadura.

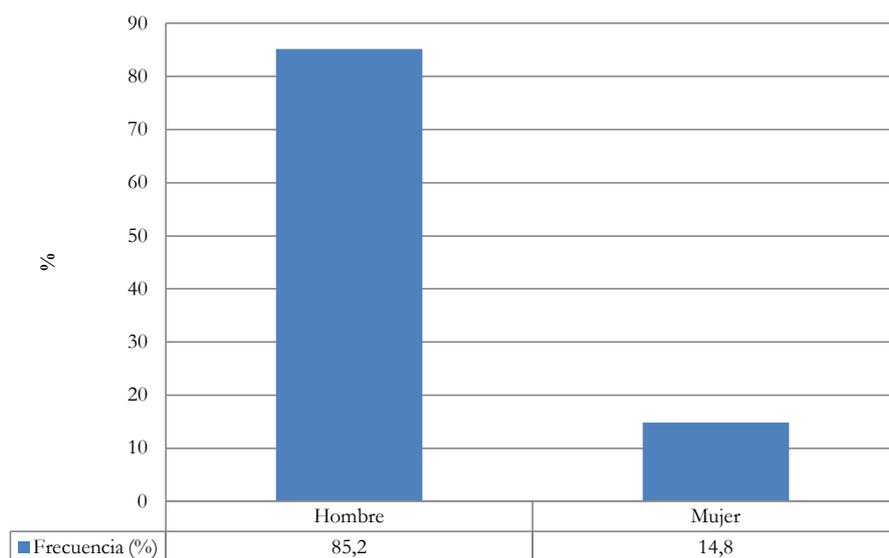


Figura 161. Distribución por sexos de los trabajadores de invernadero en Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Sin embargo, la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario de 2009 [1069], muestra unos valores diferentes y más equilibrados en cuanto a la distribución de los trabajadores de invernadero en función del sexo, si bien en este caso sus datos se refieren únicamente a trabajadores autónomos y por cuenta propia (Tabla 76).

Tabla 76. Comparación de la distribución por sexos entre trabajadores de invernadero de Extremadura y Almería [209], y trabajadores autónomos agrícolas y de invernadero de España en 2009 [1069] y en 2020 [1068].

Sexo	Extremadura (trabajadores invernadero) (%)	Almería (trabajadores invernadero) (%)	España INE (trabajadores agrícolas) (%)	España ENCTSA (trabajadores invernadero) (%)	España ENCTSA (trabajadores agrícolas) (%)
Hombre	85,2	73,0	77,3	55,9	84,2
Mujer	14,8	27,0	22,7	44,1	15,8

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE y de la ENCTSA [1068] [1069]).

6.1.1.2. Edad (2)

La edad se ha categorizado en los siguientes grupos:

- Entre 18 y 24 años.
- Entre 25 y 32 años.
- Entre 33 y 40 años.
- Entre 41 y 48 años.
- Entre 49 y 56 años.
- Mayores de 56 años.

Las Figuras 162 y 163 [1070] muestran, respectivamente, la distribución por grupos de edad de los trabajadores de invernadero encuestados y de la población activa española ocupada en el sector agrario en 2015. Entre los primeros, el grupo de edad de mayor frecuencia es el de 41-48 años (25,7%) y el menor lo constituye el de los mayores de 56 años (6,2%). El 78,6% de los trabajadores es menor de 49 años; de manera que puede afirmarse que la población objeto de estudio se encuentra algo menos envejecida que la del conjunto español. Si se comparan los valores obtenidos con los del Estado, se observa que no difieren sustancialmente, ya que el grupo de edad más numeroso es el de 40-49 años, con el 28,4% y el 65,0% de los trabajadores es menor de 50 años. En España, en el año 2009, los trabajadores autónomos de invernadero (edad media: 44 años) eran 4-7 años más jóvenes que los autónomos del resto de actividades agrícolas (edad media: 49 años) [1069].

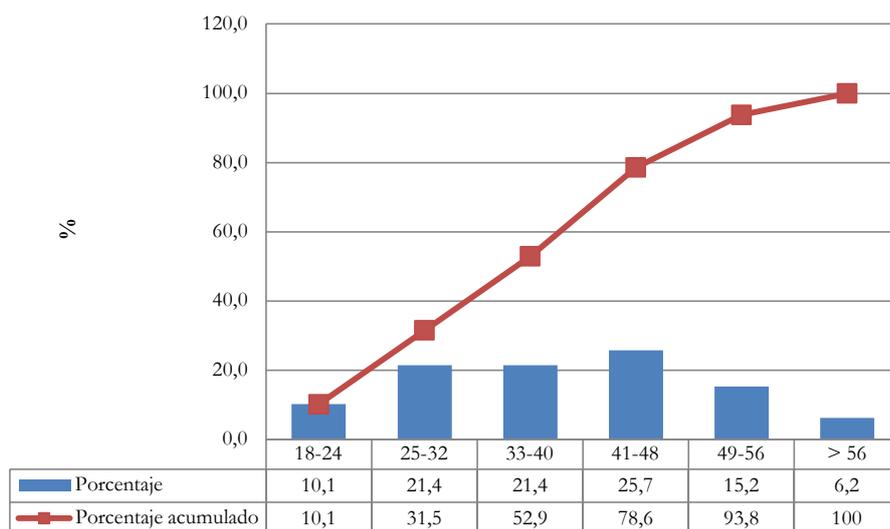


Figura 162. Distribución por grupos de edad de los trabajadores de invernadero en Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

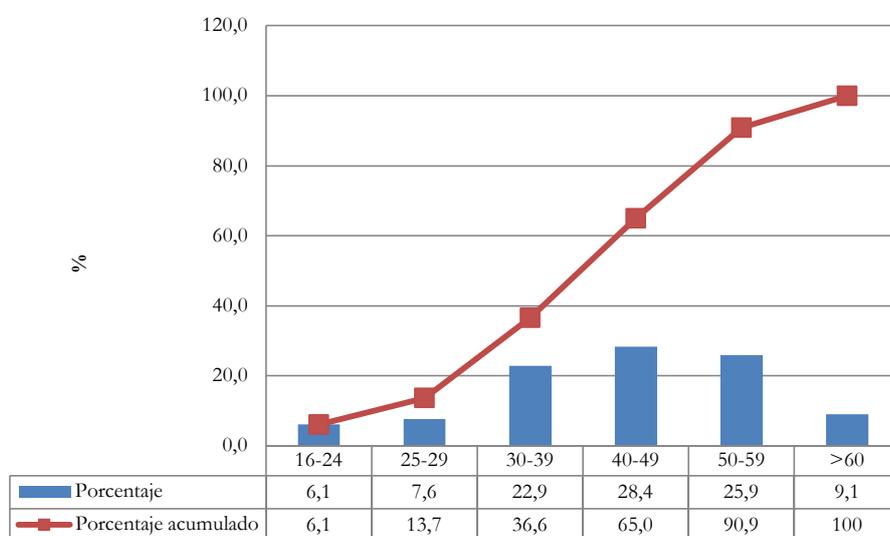


Figura 163. Población activa ocupada en el sector agrario en España en 2015, distribuida por grupos de edad [1070]. (Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [1070]).

La Tabla 77 presenta los porcentajes válidos de los diferentes grupos de edad de los trabajadores de invernadero de Extremadura, así como los tantos por ciento acumulados.

Tabla 77. Distribución por grupos de edad de los trabajadores de invernadero de Extremadura y del sector agrario español en 2015 [1070].

Grupos de edad invernaderos Extremadura	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Grupos de edad sector agrario España	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
18-24	10,1	10,1	16-24	6,1	6,1
25-32	21,4	31,5	25-29	7,6	13,7
33-40	21,4	52,9	30-39	22,9	36,6
41-48	25,7	78,6	40-49	28,4	65,0
49-56	15,2	93,8	50-59	25,9	90,9
> 56	6,2	100	> 60	9,1	100

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del Ministerio de Agricultura [1070]).

6.1.1.3. Titulación profesional o académica reglada (3)

La formación profesional oficial de los trabajadores ha sido considerada en función de la posesión de una titulación profesional o académica reglada. Se estableció la siguiente categorización:

- Sin titulación.
- Graduado Escolar.
- Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)/Bachiller.
- Formación Profesional I.
- Formación Profesional II.
- Diplomados y licenciados universitarios.

La Figura 164 y la Tabla 78 recogen los porcentajes representativos de las frecuencias válidas y acumuladas de la formación oficial de los trabajadores de invernadero del presente estudio. El grupo menos numeroso lo constituye el de los trabajadores con estudios universitarios (7,8%) y el más frecuente es el de aquellos que poseen el certificado de Graduado Escolar (41,2%).

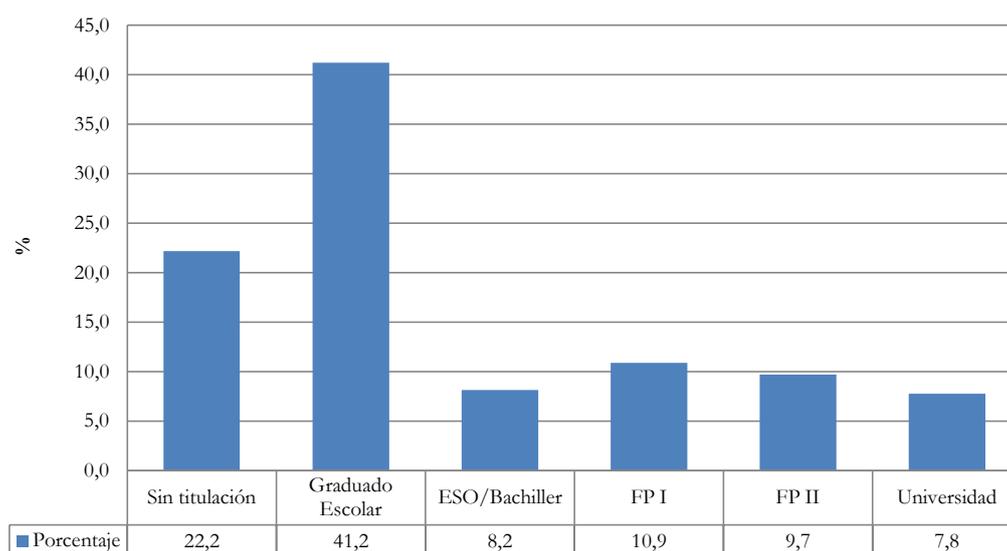


Figura 164. Distribución de los trabajadores de invernadero de Extremadura en función de su titulación profesional y académica oficial.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 78. Distribución de los trabajadores de invernadero en Extremadura (1) y España (2) [1069] en función de su titulación profesional o académica oficial.

Titulación oficial	Porcentaje válido (1) (%)	Porcentaje acumulado (1) (%)	Porcentaje válido (2) (%)	Porcentaje acumulado (2) (%)
Sin titulación	22,2	22,2	31,0	31,0
Graduado Escolar	41,2	63,4	61,7	92,7
FP I	10,9	82,5		
ESO/Bachiller	8,2	71,6	7,3	100
FP II	9,7	92,2		
Universidad	7,8	100		

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

La Figura 165 muestra el nivel formativo general de los trabajadores autónomos de invernadero, en España [1069]. La configuración de los diferentes grupos difiere a la seguida en este estudio; de manera que los estratos confeccionados son:

- Estudios muy bajos: la persona encuestada es analfabeta funcional.
- Estudios bajos: el individuo sabe leer y escribir pero no fue a la escuela.
- Estudios medios: aquellos que poseen el certificado de Graduado Escolar o de Formación Profesional I.
- Estudios altos: engloba a los trabajadores que declaran poseer estudios con un nivel superior al anterior; es decir, Formación Profesional II, ESO/Bachiller y universidad.

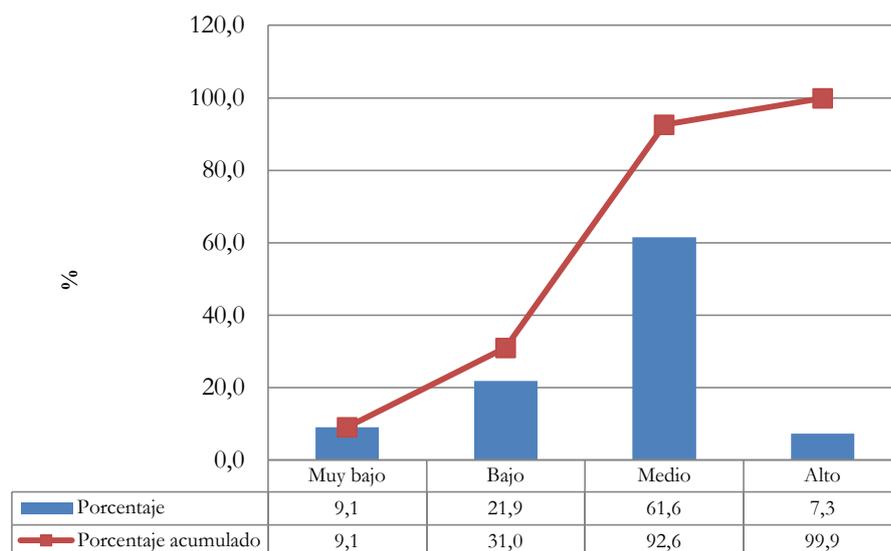


Figura 165. Distribución de los trabajadores autónomos de invernadero en función de su nivel de estudios, en España en 2009 [1069].
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

6.1.1.4. Minusvalías y enfermedades crónicas respiratorias o cutáneas (4-6)

Tan sólo 7 trabajadores (2,7%) refieren la presencia de algún tipo de minusvalía reconocida por el Sistema Nacional de Salud. Por lo que respecta a la existencia de enfermedades respiratorias o cutáneas crónicas/recurrentes (frecuentes entre los trabajadores agrícolas), 22 personas (8,6%) manifiestan tener alguna de ellas y 2 (0,8%) sufren ambos tipos de patologías. La Tabla 79 muestra las frecuencias y porcentajes de trabajadores que padecen alguno de estos trastornos.

Tabla 79. Frecuencias y porcentajes de trabajadores de invernadero que padecen minusvalía o enfermedad respiratoria o cutánea crónica.

Minusvalía	Enfermedad respiratoria crónica	Enfermedad cutánea crónica/recurrente
7 trabajadores: 2,7%	18 trabajadores: 7,0%	6 trabajadores: 2,3%
Total trabajadores con patología respiratoria/cutánea crónica		
22 trabajadores (8,6%), ya que 2 de ellos (0,8%) padecen ambos trastornos crónicos		

(Fuente: elaboración propia).

6.1.1.5. Lesiones o enfermedades crónicas causadas por el trabajo (7)

Preguntados los trabajadores sobre si padecen lesiones o enfermedades crónicas relacionadas o cuya etiología radique en el trabajo que desempeñan en el invernadero, 17 (6,6%) responden positivamente. La Tabla 80 desglosa las patologías, afortunadamente poco frecuentes, que afectan a estos trabajadores; así, se observa que 16 de ellos refieren diferentes tipos de TME y sólo 1 se ve afectado por un proceso alérgico,

en este caso al pepino, en una instalación invernada en la que, precisamente, se cultiva este vegetal, entre otros.

Tabla 80. Frecuencias, porcentajes y tipos de lesiones/enfermedades causadas por el trabajo en invernaderos.

	Lesiones/enfermedades causadas por el trabajo de invernadero	Tipo lesión/enfermedad: TME	Tipo lesión/enfermedad: alergia	Tipo de TME
Nº trabajadores afectados	17	16	1	L: 6/MI: 4/E: 3/MS: 3
% trabajadores afectados	6,6	6,2	0,4	L: 2,3/MI: 1,6/E: 1,2/MS: 1,2
L: Lumbalgia; MI: Miembro inferior; E: Espalda; MS: Miembro superior				

(Fuente: elaboración propia).

6.1.2. Datos profesionales: resultados

Los datos profesionales contenidos en la encuesta son:

- Relación laboral de los trabajadores.
- Puesto de trabajo en el invernadero y principales tareas desempeñadas.
- Antigüedad en la explotación.
- Bajas médicas de etiología laboral y tareas que las ocasionaron.
- Accidentes *in itinere*.

6.1.2.1. Relación laboral en la explotación (8)

En los invernaderos estudiados (Figura 166), la población asalariada alcanza en temporada alta un 65,4%, siendo más numerosa la de carácter eventual (36,6%) que la fija (28,8%). El porcentaje de propietarios es 29,2% y el de los familiares del propietario 5,4%, grupo constituido generalmente por cónyuges (33,3%) e hijos (21,6%) [1069], colaborando de forma continua el 59,3% de ellos, y el resto en momentos puntuales o de altas demandas de trabajo. Estos valores demuestran la condición eminentemente familiar de los invernaderos extremeños, a pesar de contar con ejemplos de explotaciones que emplean a gran número de personas.

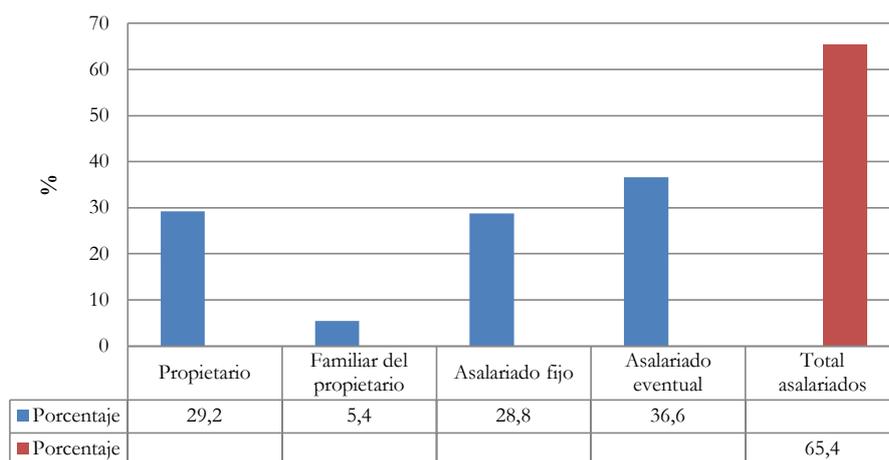


Figura 166. Distribución de los trabajadores de invernadero de Extremadura en función de su relación laboral en la explotación.
(Fuente: elaboración propia).

En 2016, la Encuesta sobre la Estructura de las Explotaciones Agrícolas [1071] publicó los datos referentes al número de propietarios agrícolas, trabajadores familiares y asalariados fijos en España y en las comunidades autónomas; sin embargo, no proporcionó información directa sobre el número de trabajadores agrícolas eventuales. La Figura 167 muestra los datos sobre Extremadura y España para instalaciones agrícolas con una superficie mayor de 1 ha: los propietarios agrícolas extremeños representan el 6,7% de los del conjunto español; con respecto a los trabajadores agrícolas familiares este valor es 6,9% y el de los asalariados fijos es 6,4%.

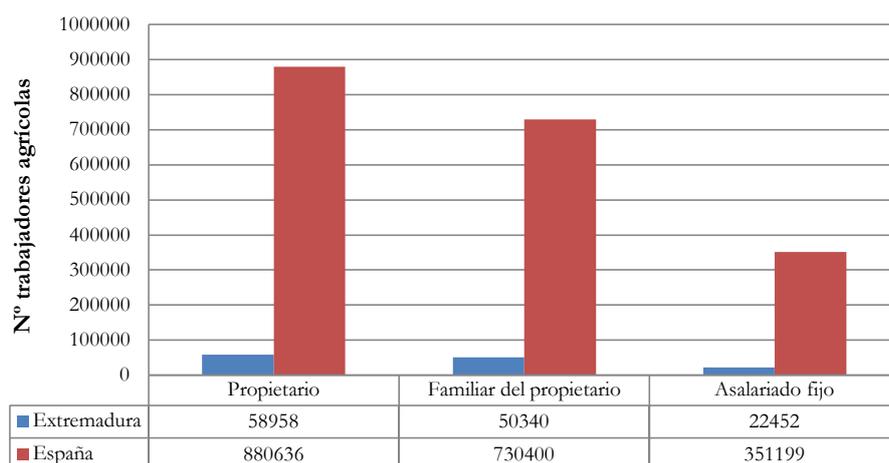


Figura 167. Número de trabajadores agrícolas en Extremadura y España, en 2016, en función de la relación laboral en instalaciones de más de 1 ha [1071].
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE [1071]).

La Tabla 81 compara la estructura de las explotaciones agrarias extremeñas y españolas en 2016, estableciendo una relación numérica entre propietarios, cuyo valor representa la unidad, y los trabajadores familiares y asalariados fijos. Como resultado de esta comparación se evidencia la similitud de los valores obtenidos en Extremadura y España, aunque el porcentaje de asalariados fijos es ligeramente superior a nivel nacional y al contrario con los trabajadores familiares.

Tabla 81. Relación numérica entre trabajadores propietarios, familiares y asalariados fijos en España y Extremadura, en 2016.

Ámbito territorial	Relación numérica trabajadores agrícolas propietarios-familiares	Relación numérica trabajadores agrícolas propietarios-asalariados fijos
Extremadura	1-0,85	1-0,38
España	1-0,83	1-0,40

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a los trabajadores agrícolas eventuales, el estudio de 2016 [1071] revela su importancia en función del número de jornadas trabajadas por año. Así, este valor representa en Extremadura el 8,1% del total nacional, guarismo que señala el peso de la eventualidad laboral agrícola en la región y que se ve confirmada, en cierta medida, por el Censo Agrario de 2009 [1072] (Tabla 82). Así, el porcentaje de explotaciones agrarias con trabajo familiar es similar en los tres territorios considerados (Extremadura, España y Andalucía, por ser la C.A. con mayor superficie bajo plástico), aunque algo menor en Extremadura en el caso de explotaciones agrarias con mano de obra fija (11,7%, por el 12,4% de Andalucía y España) y algo mayor al del conjunto español para explotaciones agrarias con trabajo eventual (17,7%, por el 16,9% de España), pero muy por debajo del valor andaluz, que alcanza el 30,9% de mano de obra eventual en sus explotaciones agrarias. En el presente estudio sobre los invernaderos de Extremadura y las contrataciones en temporada alta (Figura 166), la mayor fuerza laboral en ese período de tiempo es la de los asalariados eventuales (36,6%).

Tabla 82. Distribución de las explotaciones agrarias en Extremadura, Andalucía y España en 2009, en función de la relación laboral de los trabajadores [1072].

Territorio	Nº explotaciones agrarias	Explotaciones agrarias con trabajo familiar (%)	Explotaciones agrarias con trabajo asalariado fijo (%)	Explotaciones agrarias con trabajo asalariado eventual (%)
Extremadura	65.230	94,2	11,7	17,7
Andalucía	246.104	93,8	12,4	30,9
España	989.796	93,4	12,4	16,9

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE [1072]).

La Figura 168 recoge los porcentajes de explotaciones agrícolas con una superficie cultivada mayor de 1 ha, en Extremadura, Andalucía y España, en 2016, con trabajo asalariado fijo y eventual. Del análisis de estos datos se desprenden varias conclusiones: en primer lugar, el porcentaje de asalariados fijos en Extremadura es similar al de España e inferior en 3 puntos al de Andalucía; en segundo lugar, el porcentaje de asalariados eventuales es mayor en las dos comunidades autónomas que en el conjunto del Estado: Andalucía lo supera en 14,3 puntos y Extremadura en 2,7; en tercer lugar, al sumar los porcentajes de las explotaciones agrícolas con contrataciones fijas y eventuales para cada territorio, se puede obtener el porcentaje de explotaciones exclusivamente familiares o con asalariados en explotaciones con superficies menores de 1 ha. Si en España este valor es del 63,7% y en Andalucía del 46,4%, en Extremadura alcanza un 60,8%, cifra que manifiesta el carácter eminentemente familiar del agro extremeño (del que los invernaderos forman parte) con respecto al andaluz.

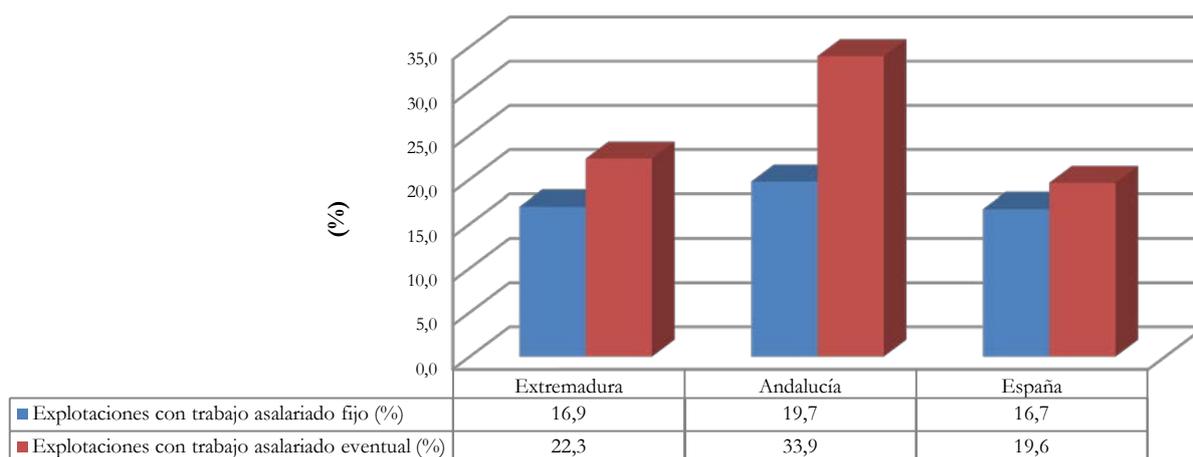


Figura 168. Porcentaje de explotaciones agrícolas de Extremadura, Andalucía y España en 2016, en función de las contrataciones fijas y eventuales [1072].
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE [1072]).

6.1.2.2. Puesto de trabajo en el invernadero y principales tareas realizadas (9-10)

La Figura 169 muestra la distribución de los trabajadores encuestados en función del puesto de trabajo principal que desarrollan en la explotación. Así, el colectivo más numeroso lo constituye el de los peones agrícolas o trabajadores cuya actividad principal está relacionada con la agricultura propiamente dicha (68,5%), seguido de los operarios de mantenimiento (11,7%) y encargados o capataces (11,3%).

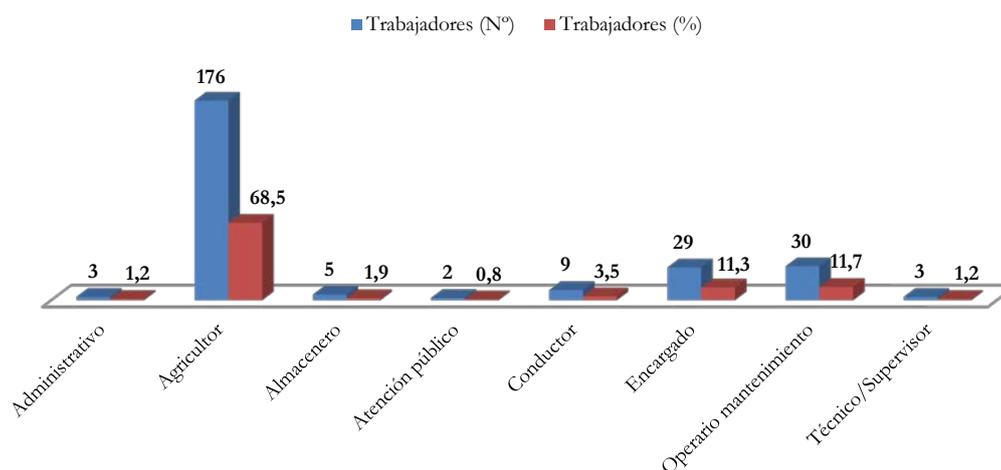


Figura 169. Distribución de los trabajadores de invernadero en función de su puesto de trabajo principal.
(Fuente: elaboración propia).

En el mundo agrícola en general, y en los invernaderos en particular, existe una gran heterogeneidad de tareas que ha de desempeñar el mismo trabajador, con independencia de cuál considere que sea su trabajo principal; este fenómeno es inherente a la agricultura y no se percibe con tanta nitidez en otros sectores laborales. La Figura 170 muestra las principales actividades que llevan a cabo los trabajadores en sus

instalaciones invernadas. Las tareas propiamente agrícolas son realizadas por el 86,4% de los trabajadores, seguidas por la práctica de tratamientos fitosanitarios (51,0%) y por los trabajos propios de mantenimiento (19,1%). Del estudio se desprenden varias conclusiones:

- El 13,6% de los trabajadores de invernadero no considera como una de sus tareas principales las propiamente agrícolas.
- El 7,4% de la población encuestada contempla las operaciones de carga y descarga entre sus ocupaciones principales.
- Únicamente el 3,9% incluye las labores de dirección; circunstancia llamativa si se tiene presente la importancia del carácter familiar de los invernaderos extremeños.
- El 51,0% reconoce como una de sus actividades principales la realización de tratamientos fitosanitarios, porcentaje muy superior al esperado y que sólo puede explicarse por el elevado número de explotaciones con 1 ó 2 trabajadores ya que, normalmente, en las de mayor tamaño se suele designar al mismo trabajador para llevar a cabo esta tarea.

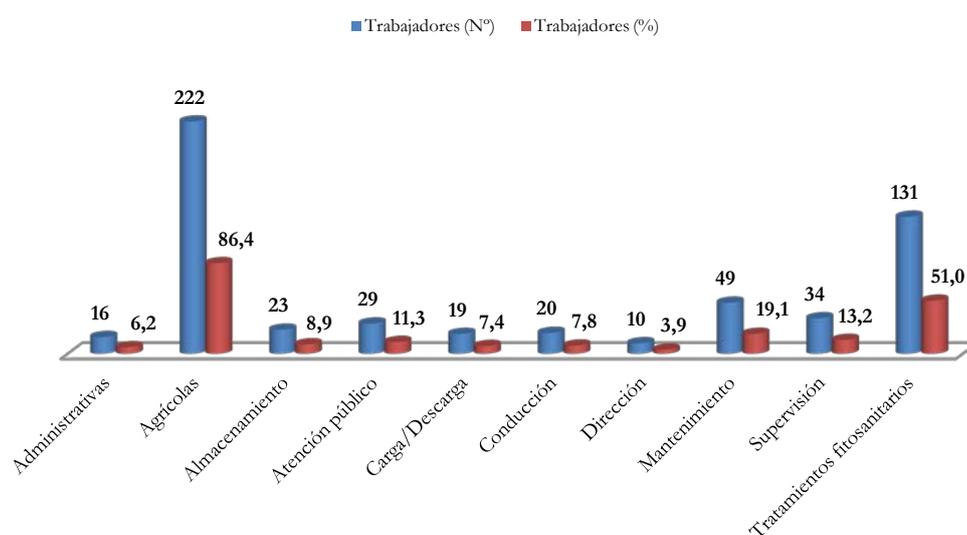


Figura 170. Distribución de los trabajadores de invernadero en función de las principales tareas desempeñadas. (Fuente: elaboración propia).

6.1.2.3. Antigüedad (11)

Como muestra la Figura 171 con respecto a la antigüedad de los encuestados, el grupo más numeroso es el de los trabajadores que llevan más de 20 años en la misma explotación (21,4%), seguido por los que poseen una veteranía de 3-5 años (14,8%); siendo el grupo menos frecuente el de aquellos que trabajan desde hace menos de 1 mes (3,5%), como era de esperar. Teniendo en cuenta que la edad media de los trabajadores de invernadero oscila entre 41 y 48 años, cabe pensar que el estrato de mayor antigüedad inició su labor profesional a una edad bastante joven. La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069] señala que la antigüedad media entre los trabajadores autónomos de invernadero es de 22 años, menor aun que la media obtenida para el resto de autónomos agrícolas, que es de 28 años. Por otra parte, a pesar del predominio del estrato de mayor antigüedad, casi la mitad de los

trabajadores de invernadero encuestados en el presente estudio (47,9%) manifiesta llevar en la misma empresa menos de 5 años.

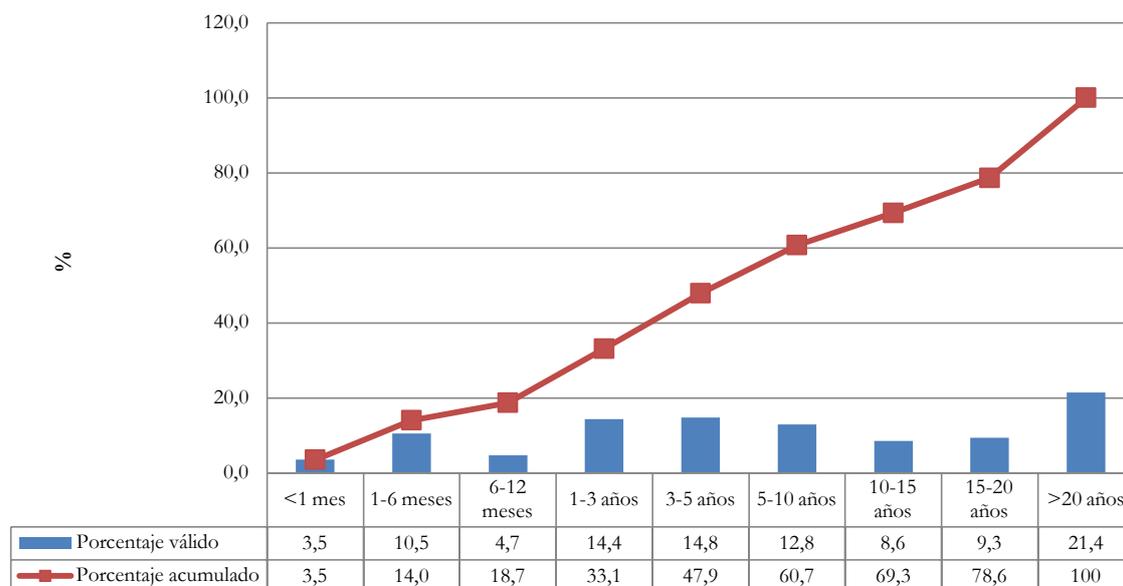


Figura 171. Distribución de los trabajadores de invernadero en función de su antigüedad.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.2.4. Bajas médicas de etiología laboral y tareas que las ocasionan (12-13)

Al preguntar a los trabajadores sobre las bajas médicas materializadas a lo largo de toda su actividad profesional, se pretende conseguir información sobre posibles accidentes de trabajo o bien la presencia de lesiones o enfermedades, no crónicas, causadas por el trabajo (no se incluyen los accidentes *in itinere*). El 18,3% de los trabajadores ha tenido alguna baja médica debida a causas laborales, el 11,7% refiere una única baja y el 5,1% dos bajas. La media de bajas por trabajador es de 0,28, siempre en el período en el que han trabajado en las instalaciones estudiadas (Tabla 83).

Tabla 83. Distribución de los trabajadores de invernadero en función del número de bajas laborales causadas por el trabajo.

Nº bajas laborales	Frecuencia (Nº)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)	Media	Desviación estándar	Varianza
0	210	81,7	81,7	0,28	0,73	0,53
1	30	11,7	93,4			
2	13	5,1	98,4			
3	1	0,4	98,8			
4	1	0,4	99,2			
5	2	0,8	100			

(Fuente: elaboración propia).

Con respecto al número de días de trabajo perdidos por bajas médicas de origen laboral, sus resultados se muestran en la Tabla 84. El número total de jornadas perdidas por los trabajadores estudiados a lo largo de su vida profesional es de 1.423, si bien sólo una de ellas comprendió 425 días, que representa el 29,9% del total. Han sido computadas 73 bajas, por tanto la media de días por baja es de 19,5, cifra notablemente menor que los 33,3 días registrados, para el conjunto del sector agrícola, en la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069]. Predominan, por consiguiente, las bajas de duración media, como las de una semana (9,4%), quince días (9,5%), veinte días (11,2%) y un mes (8,4%); de hecho, aproximadamente en la mitad de los casos (51,5%) las bajas tuvieron una duración de dos días a un mes. Las de corta duración (menos de una semana) sólo suponen el 4,9% y ni un solo trabajador reportó una baja de un único día.

Tabla 84. Número de días laborables perdidos por bajas médicas de origen profesional en los invernaderos.

Nº días de baja	Frecuencia parcial	Frecuencia total	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
2	3	6	0,4	0,4
3	2	6	0,4	0,8
4	5	20	1,4	2,3
5	5	25	1,8	4,0
6	2	12	0,8	4,9
7	19	133	9,4	14,2
10	4	40	2,8	17,0
13	1	13	0,9	17,9
14	2	28	2,0	19,9
15	9	135	9,5	29,4
16	1	16	1,1	30,5
19	1	19	1,3	31,8
20	8	160	11,2	43,1
30	4	120	8,4	51,5
35	1	35	2,5	54,0
40	2	80	5,6	59,6
45	2	90	6,3	65,9
60	1	60	4,2	70,1
425	1	425	29,9	100
	Total = 73	Total = 1.423	100	

(Fuente: elaboración propia).

El tipo de tarea realizada cuando sobrevino el accidente o la lesión causante de la baja laboral es una variable muy útil para calificar la frecuencia del tipo de riesgo del invernadero y poder actuar implementando las medidas preventivas adecuadas. En el contexto estudiado (Figura 172), las actividades que causaron más bajas fueron las posturas forzadas (27,4%), los trabajos con maquinaria (19,2%), la manipulación manual de cargas (17,8%) y la aplicación de los tratamientos fitosanitarios (9,6%).

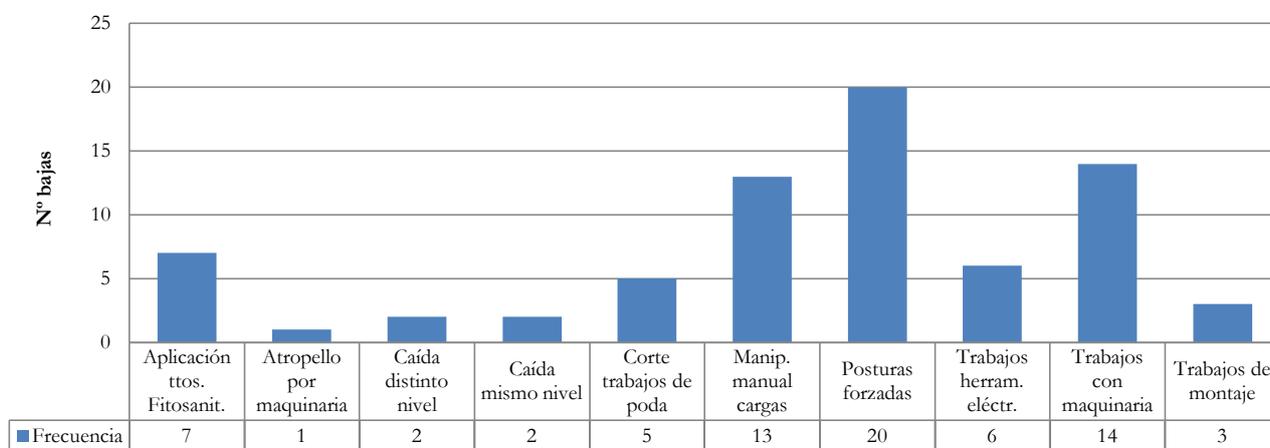


Figura 172. Tipología de las tareas causantes de las bajas laborales en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Al relacionar el tipo de tarea causante de la baja con los riesgos inherentes a cada especialidad preventiva (Tabla 85), se registra un empate entre los riesgos de Seguridad y ergonómicos (45,2%), al tiempo que no se ha reportado ni una sola baja laboral relacionada con los riesgos psicosociales.

Tabla 85. Calificación de las tareas causantes de las bajas en invernaderos agrupadas por especialidades preventivas.

Tareas de Seguridad	%	Tareas de Higiene Industrial	%	Tareas de Ergonomía	%
Atropello por maquinaria	1,4	Aplicación tratamientos fitosanitarios	9,6	Manipulación manual cargas	17,8
Caída distinto nivel	2,7			Posturas forzadas	27,4
Caída mismo nivel	2,7				
Corte trabajos poda	6,9				
Trabajos herramientas eléctricas	8,2				
Trabajos con maquinaria	19,2				
Trabajos de montaje	4,1				
Total Seguridad	45,2	Total Higiene Industrial	9,6	Total Ergonomía	45,2

(Fuente: elaboración propia).

La tipología de las tareas causantes de las bajas laborales presenta importantes variaciones en función de la clasificación de las mismas, diferente en cada estudio analizado. Los resultados de la investigación realizada en Almería en trabajadores de invernadero (n = 108) [209] difieren de los de la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario para trabajadores autónomos agrícolas [1069] y de los obtenidos en el presente estudio (Tabla 86).

Tabla 86. Tareas causantes de las bajas laborales en trabajadores de invernadero de Almería [209] y trabajadores autónomos agrícolas de España [1069].

Ámbito territorial	Acción causante baja laboral	Porcentaje (%)
Almería	Caídas distinto nivel	6,6
	Caídas mismo nivel	14,8
	Sobreesfuerzos	32,2
España	Aplicación tratamientos fitosanitarios	2,1
	Caídas distinto nivel	22,9
	Caídas mismo nivel	4,8
	Cortes	10,3
	Herramientas	7,0
	Sobreesfuerzos	14,3
	Trabajos con maquinaria	9,6

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de García *et al.* y de la ENCTSA [209] [1069]).

6.1.2.5. Accidentes *in itinere* (14)

Los accidentes *in itinere* son analizados en el presente trabajo de forma separada al resto de accidentes de trabajo debido, fundamentalmente, a dos circunstancias: por una parte, al hecho de que muchos trabajadores no los ven como accidentes laborales hasta que se materializan, como demuestra la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069] al preguntar a los encuestados sobre los posibles riesgos de accidente de trabajo, en la que ninguno de ellos contempla como riesgo laboral la posibilidad de sufrir un accidente *in itinere*; y, por otra, debido a que muchas estadísticas oficiales, entre otras las de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073], han seguido esta metodología. Por todo ello se decidió diseñar una pregunta específica para este aspecto de la siniestralidad laboral.

En los invernaderos extremeños estudiados se registraron 16 accidentes *in itinere* en 15 trabajadores (5,8%), ya que uno de ellos lo sufrió en dos ocasiones. De los accidentes referidos, 8 (50%) no tuvieron consecuencias dignas de mención y no provocaron bajas laborales; en 4 (25%) las lesiones fueron leves o menos graves, con siete, quince y veinte (dos veces) días de baja y, finalmente, 4 accidentes (25%) pueden ser catalogados como graves o muy graves, pues requirieron bajas prolongadas, en un intervalo de tres meses a un año.

Por consiguiente, en la muestra objeto de estudio, uno de cada cuatro accidentes *in itinere* ocasiona consecuencias graves o muy graves. Los accidentes *in itinere*, en la población analizada en los invernaderos extremeños y para el tiempo total trabajado en dichas instalaciones, supusieron 1.182 jornadas laborales perdidas, con una media por baja de 169 días. Si se contabiliza el número total de trabajadores encuestados en el presente estudio (n = 257), la media de jornadas perdidas por trabajador es de 4,6, como refleja la Tabla 87.

Tabla 87. Distribución de los trabajadores de invernadero encuestados en función de los accidentes *in itinere*.

Nº días de baja	Nº accidentes <i>in itinere</i>	Frecuencia total días baja	Porcentaje válido accidentes <i>in itinere</i> (%)	Porcentaje acumulado accidentes <i>in itinere</i> (%)
0	8	0	50,0	50,0
7	1	7	6,3	56,3
15	1	15	6,3	62,5
20	2	40	12,5	75,0
90	1	90	6,3	81,3
300	1	300	6,3	87,5
365	2	730	12,5	100
	Total = 16	Total = 1.182	Total = 100	

(Fuente: elaboración propia).

No existen estadísticas oficiales de accidentes *in itinere* en trabajadores de invernadero, aunque sí las hay para la población trabajadora general y la perteneciente al sector agrícola. La Tabla 88 establece una comparación entre las cifras oficiales de siniestralidad por accidentes *in itinere* de la población trabajadora española [1068] y la investigada por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073]. En el primer caso, el 98,5% de los accidentes *in itinere* tuvieron consecuencias leves, porcentaje que supone el 83,5% en las estadísticas de la Inspección de Trabajo. La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069], en su análisis del sector agrícola, señala que el 3,0% de los trabajadores autónomos agrícolas sufrió algún accidente *in itinere* en los doce meses anteriores a la encuesta, con una media de días de baja por accidente de 33,3. En el estudio de los trabajadores de invernadero de Extremadura, el 5,8% de los encuestados refirió algún accidente *in itinere* a lo largo de su vida profesional, y la media de jornadas perdidas por accidente fue de 169.

Tabla 88. Comparación de la siniestralidad debida a accidentes *in itinere* procedente de diversas fuentes.

Gravedad de los accidentes <i>in itinere</i>	Nº accidentes <i>in itinere</i> con baja en España 2017 [1068]	%	Nº accidentes <i>in itinere</i> investigados por la Inspección de T. y S.S. España 2018 [1073]	%
Leve	80.327	98,5	197	83,5
Grave	1.064	1,3	10	4,2
Mortal	133	0,2	29	12,3
	Total = 81.524	100	Total = 236	100

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE y de la Inspección de Trabajo [1068] [1073]).

6.1.3. Datos relacionados con la explotación

Los datos relacionados con la explotación contenidos en la encuesta son:

- Número de trabajadores en los invernaderos de Extremadura en temporada alta.

- Morfología de los invernaderos: estructura y material de cubierta.
- Residuos procedentes de invernaderos: tipos, tratamiento y problemas detectados para su gestión.
- Formación medioambiental de los trabajadores de invernadero.

6.1.3.1. Número de trabajadores en invernaderos extremeños en temporada alta (15)

En este apartado se confirma, una vez más, el carácter familiar de los invernaderos extremeños, puesto que el 35,8% de los trabajadores encuestados desarrolla su actividad en instalaciones de 1-2 trabajadores en temporada alta (netamente familiares); de hecho, esta circunstancia se ve confirmada por los porcentajes de trabajadores propietarios y familiares, que suman el 34,6% (Figura 166 del epígrafe 6.1.2.1. Relación laboral en la explotación). El 19,1% de los encuestados trabaja en invernaderos con plantillas de 3-5 trabajadores, y el 12,8% en instalaciones con 6-9 efectivos. Por consiguiente, el 67,7% ejerce su labor profesional en invernaderos con menos de 10 trabajadores. Sin embargo, también existen en Extremadura importantes empresas dedicadas a esta actividad, como demuestra ese 12,8% de encuestados que trabaja en instalaciones con más de 50 personas (Figura 173).

En 2006, en Andalucía, trabajaban aproximadamente 100.000 personas en unas 40.000 ha de invernadero; por tanto, la media era de 2,5 trabajadores por ha [263]. En el estudio efectuado en Extremadura fueron visitadas 87 empresas agrícolas dotadas de instalaciones invernadas que ocupaban una superficie total de 63,9 ha, en las que trabajaban 603 personas. Por tanto, en Extremadura hay 1 trabajador por cada 0,11 ha de invernadero, o dicho de otra forma, 9,4 trabajadores por ha; cifras considerablemente más pobres que las andaluzas y que indican el diferente grado de desarrollo de esta actividad en ambas comunidades autónomas. En cada empresa con invernaderos visitada en Extremadura trabajan aproximadamente 7 personas.

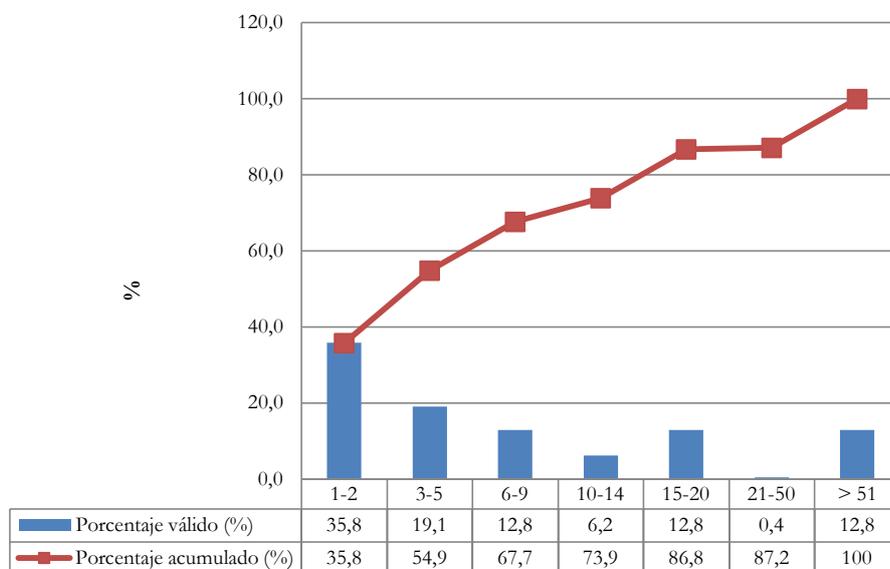


Figura 173. Distribución de los trabajadores de invernadero de Extremadura en función del número de efectivos por instalación.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.3.2. Morfología de los invernaderos: estructura y material de cubierta (16-17)

Tanto la estructura como el material de cubierta del invernadero influyen en una serie de factores que inciden en las condiciones de trabajo, en el desarrollo adecuado de las especies cultivadas y en la calidad del producto final. Así, la elección de un tipo u otro de estructura y cubierta depende del coste y disponibilidad económica, tipo de cultivo, climatología de la zona (resistencia al viento y a la carga debida al peso de la nieve y del agua embalsada por deformación del plástico de cubierta), calidad del control climático interior, transmisividad de la luz, seguridad estructural, condensación de agua en el interior de la cubierta (pudrición del cultivo), grado de aislamiento conseguido, posturas de trabajo, etc.

El tipo de invernadero predominante en Extremadura (Figura 174) es el multitúnel (63,0%), o estructura caracterizada por la unión exterior de varias unidades modulares o túneles sin que exista un cerramiento interior completo. El segundo tipo más abundante es el túnel (29,6%), o módulo aislado, muy frecuente en las pequeñas explotaciones familiares en las que trabajan 1 ó 2 personas. La suma de estas dos modalidades estructurales alcanza una cifra del 92,6%, relegando a posiciones minoritarias los tipos inclinado (5,1%) y plano o parral (2,3%), antaño muy frecuente. En 2002, en la provincia de Almería, paradigma de la concentración de invernaderos, el tipo más frecuente era el plano, parral o tipo Almería (37,1%), mientras que el multitúnel, también conocido como industrial, representaba únicamente el 9,0% y el túnel el 5,0% [1074]. El multitúnel suele ser el que presenta mayor altura, tanto lateral, unos 3 m, como en cumbre, 5 m aproximadamente; mientras que en el plano o tipo Almería estos valores son de 1,6-3,5 m de altura lateral y 1,85-3,5 m de altura máxima.

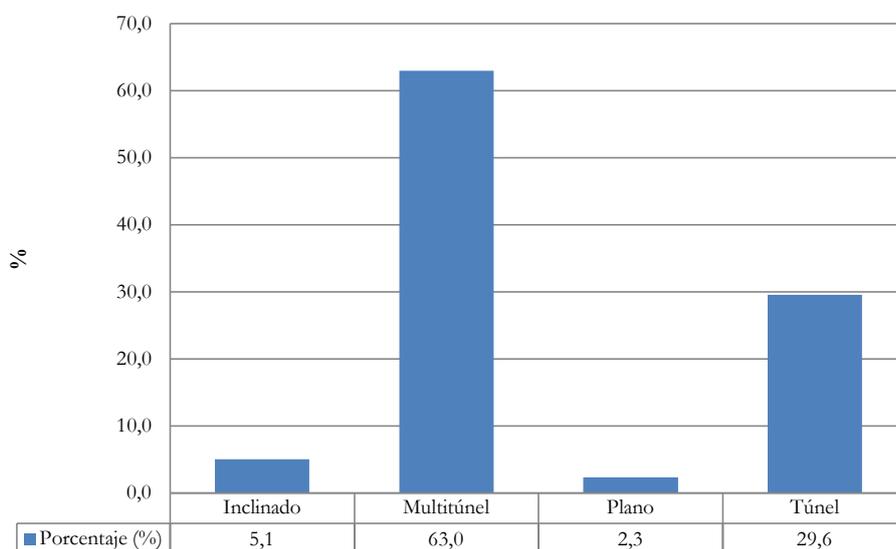


Figura 174. Distribución de los invernaderos de Extremadura en función de su morfología.
(Fuente: elaboración propia).

En Extremadura (Figura 175) el 80,0% de los invernaderos presenta cubierta plástica flexible y sólo el 5,3% utiliza un material plástico rígido. El cristal, minoritario hace unos años, alcanza un valor del 14,7%. Como se señaló en el Capítulo 2 de este trabajo, el invernadero de cristal está tradicionalmente asociado a países fríos y el plástico a territorios cálidos, como la zona mediterránea, en la que es mayoritario. Ahora bien, los invernaderos de cristal presentan las características necesarias para mantener un control climático

exhaustivo mediante la aplicación de los mejores avances tecnológicos. Algunos empresarios de procedencia británica y holandesa se han afincado en Extremadura y han creado sus propios invernaderos, de cristal y muy tecnificados, al estilo centroeuropeo y alejados de los cánones mediterráneos.

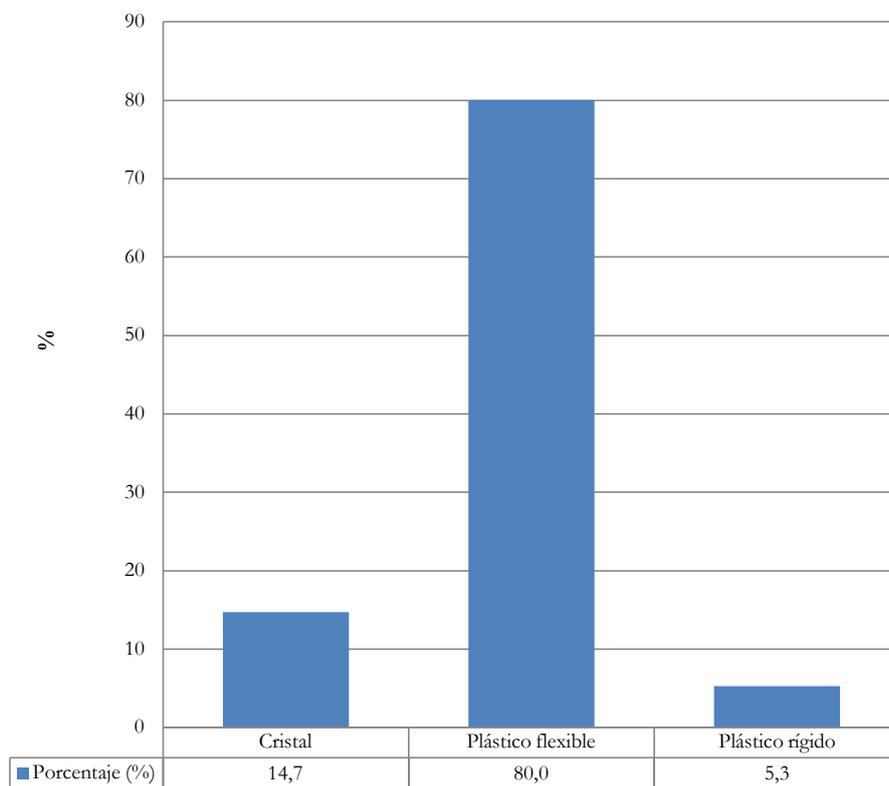


Figura 175. Distribución de los invernaderos extremeños en función del tipo de material de cubierta.
(Fuente: elaboración propia).

Al intentar establecer una correlación entre el tipo de estructura del invernadero y su material de cubierta (Figura 176), resultan las siguientes conclusiones:

- El 84,4% de los invernaderos de cristal presenta una morfología multimodular; suelen ser, por tanto, instalaciones de gran tamaño.
- El 84,9% de los invernaderos que emplean plástico rígido es de tipo monomodular; es decir, de pequeño tamaño.
- El 84,7% de los invernaderos de tipo monomodular presenta una cubierta de plástico flexible.
- Todos los invernaderos planos poseen cubierta plástica flexible.
- El 78,4% de las instalaciones multimodulares utiliza plástico flexible como material de cubierta.

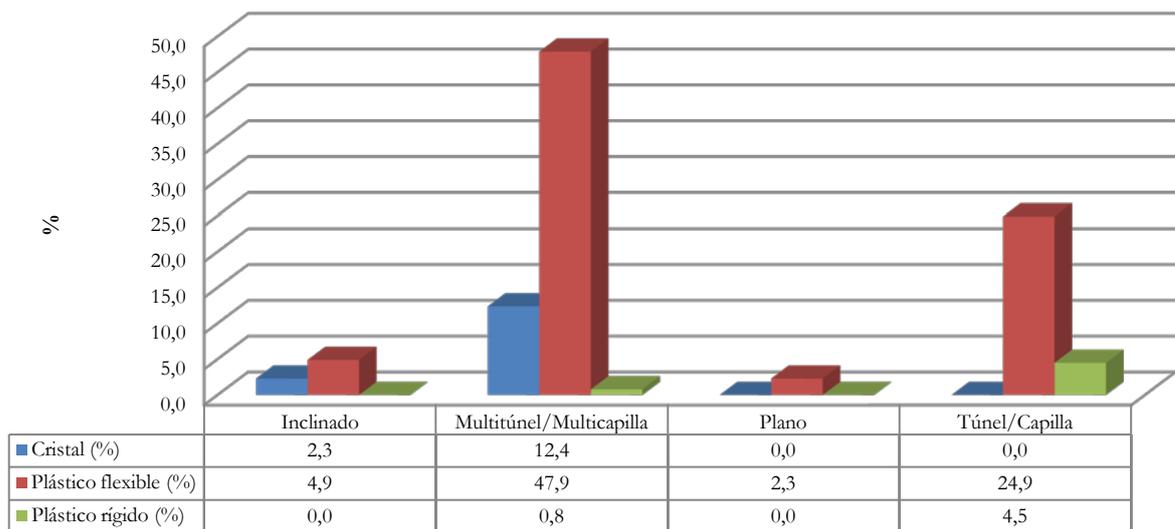


Figura 176. Correlación entre el tipo de estructura de invernadero y su material de cubierta.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.3.3. Residuos de invernadero: tipos, tratamientos y problemas detectados (18-21)

Los residuos generados en los invernaderos han constituido y constituyen aún un problema medioambiental preocupante [54] [55] [56] [57] [64], como se expuso en el epígrafe 2.6 (Gestión de los residuos de los plásticos de uso agrícola). Son muy numerosos los invernaderos que generan residuos plásticos (96,1%), debido a que este material tiene infinidad de aplicaciones. Los residuos orgánicos (44,4%) y de sustratos (43,6%) causan frecuentes inconvenientes y, de forma bastante más reducida, los residuos de cristal (16,3%) (Figura 177).

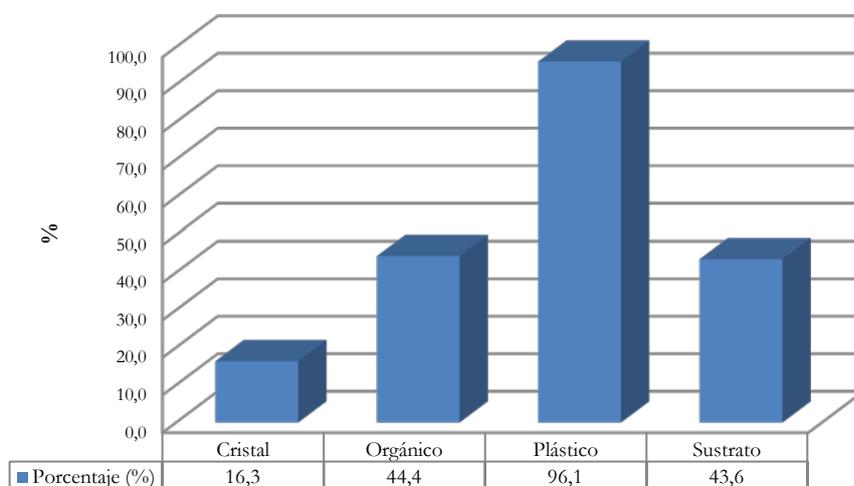


Figura 177. Tipos de residuos generados en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Los residuos orgánicos suelen estar formados por restos vegetales procedentes de podas, arranques de plantas y productos malogrados, no aptos para su comercialización. En 2002, en la zona del Poniente Almeriense se generó una media de 30 t de residuos orgánicos por hectárea y año y 7,2 t de residuos plásticos procedentes de cubiertas, estructuras, amarres de polipropileno y rafias, sin incluir los tres millones de envases de diferentes productos [19]. La gestión integral de los residuos orgánicos va dirigida hacia el compostaje o hacia la producción de energía eléctrica; el proceso de gestión integral de los residuos plásticos se expuso de manera pormenorizada en el mencionado epígrafe 2.6. Por lo que respecta a los residuos de sustratos, el objetivo final debiera ser su reutilización como materia prima por los fabricantes de los mismos.

Los residuos generados en los invernaderos no siempre tienen el mismo destino al final de su vida útil (Figura 178). El 67,3% de los trabajadores encuestados afirma que los residuos se tratan de manera integral, conforme a la normativa vigente [59] [60] [61] [62] [63] [67]; el 18,7% asegura que los residuos acaban en los contenedores municipales de residuos sólidos urbanos; el 12,8% sostiene que se acumulan en los alrededores de la instalación [58], y el 10,1% asevera que son quemados de manera incontrolada (ilegal, por tanto) [54] [55] [56]. La suma de todos los porcentajes asciende a 109, circunstancia de la que se deduce que en un 8,9% de los casos, esas acumulaciones aledañas al invernadero son finalmente quemadas al cabo del tiempo. Por tanto, se puede afirmar que el 32,7% de los trabajadores sugiere que la segregación final de los residuos no es la adecuada.

Los trabajadores fueron también requeridos para mostrar su opinión sobre la posible existencia de dificultades a la hora de segregar, tratar o decidir el destino final de los residuos; el 47,1% considera que no existen problemas en este sentido, aunque el 52,9% confirma las sospechas que se tenían en esta materia.

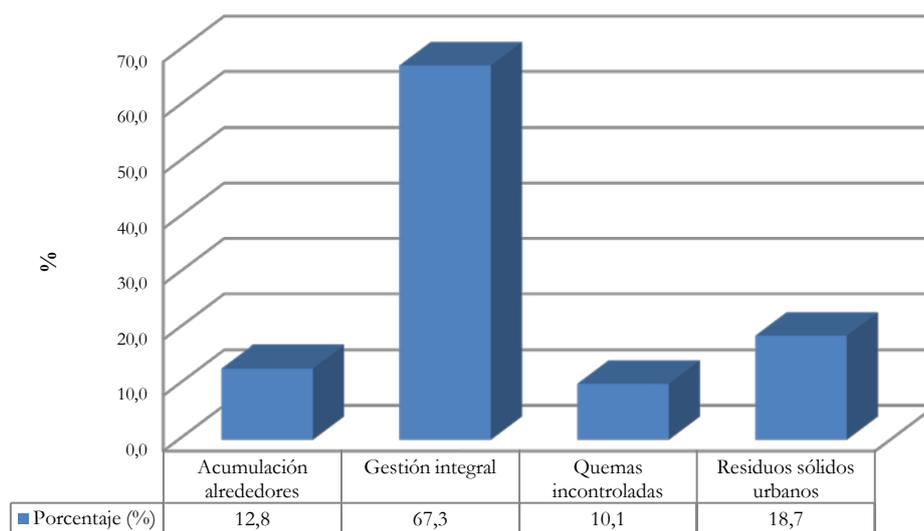


Figura 178. Destino final de los residuos generados en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

El origen de las posibles dificultades (Figura 179) que entorpecen, en opinión del 52,9% de la muestra, una gestión adecuada de los residuos reside, mayoritariamente en la falta de medios (37,7%), seguido por el desinterés del empresario (10,5%) y la desinformación sobre este asunto (4,7%). Sin embargo, la falta de medios podría ser considerada como una fútil excusa justificada, posiblemente, por la apatía de

empresarios y trabajadores, que implica indefectiblemente ausencia de información o falta de voluntad para acometer el proceso de gestión integral de los residuos.

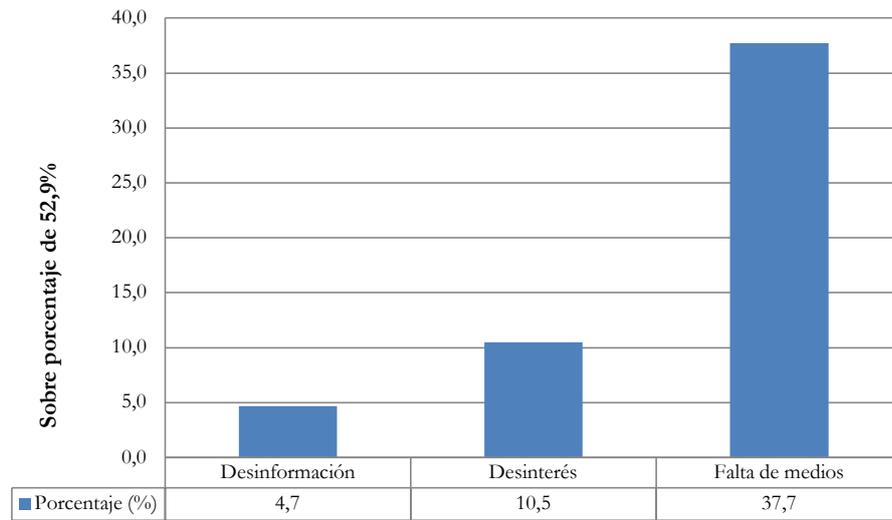


Figura 179. Posibles causas de las dificultades que impiden una gestión correcta de los residuos de los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.3.4. Formación medioambiental de los trabajadores (22-23)

La gestión adecuada de los residuos se ve favorecida, sin duda, por la existencia de una conciencia ambiental en empresarios y trabajadores, cuyo paso previo es la adquisición de conocimientos en esta materia a través de la formación a cargo de sus empresas, a ser posible. En este sentido, dos de cada tres trabajadores (65,4%) afirman no haber recibido dicha formación (Figura 180).

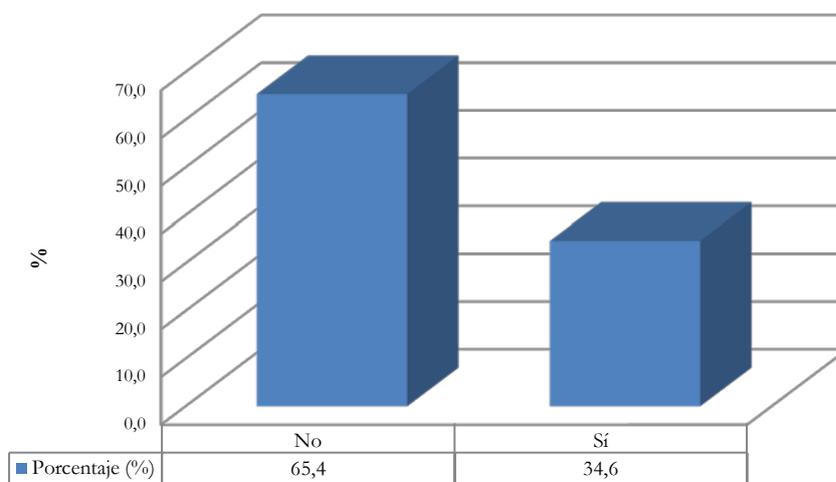


Figura 180. Formación medioambiental, a cargo de la empresa, de los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

De la variedad de tipos de acciones formativas existentes en el mercado laboral, sólo dos han sido contempladas en este trabajo a fin de simplificar esta pregunta para evitar confusiones entre los encuestados; finalmente se seleccionaron las modalidades de impartición de cursos de formación (carácter formal) y la asistencia a charlas informativas (carácter informal), frecuentemente recibidas en el propio puesto o lugar de trabajo. Esta cuestión requirió una explicación previa en las sesiones informativas efectuadas con los trabajadores en el momento de la entrega de las encuestas.

Casi la mitad de los trabajadores (48,3%) que reconocieron haber recibido formación ambiental (n = 89), esta tuvo lugar a través de charlas informativas informales; es decir, ante situaciones como la aparición de un problema puntual, primer día de trabajo, nuevas tecnologías, etc.; el 27,0% asistió a cursos de formación organizados por su empresa y el 24,7% recibió ambos tipos de acciones formativas (Figura 181).

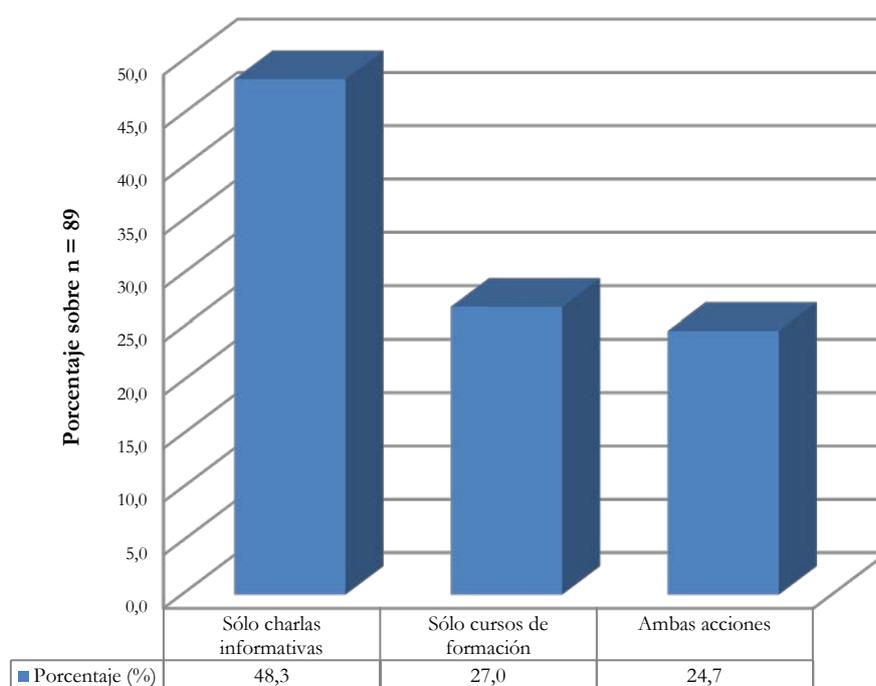


Figura 181. Tipo de acción formativa ambiental recibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Finalmente, los trabajadores fueron preguntados sobre sus posibles carencias o principales desconocimientos en materia ambiental. El 98,1% de los encuestados reconoce tener deficiencias de conocimientos en este aspecto, y sólo el 1,9% se considera perfectamente formado. A la hora de especificar de qué tipo son esas carencias de conocimientos ambientales (Figura 182), el 65,4% de los trabajadores opta por la formación ambiental básica, mientras el resto de carencias muestran unos elevados porcentajes: contaminación de aguas (87,5%), atmosférica (87,9%), de suelos (86,4%), gestión de residuos (81,3%) y legislación ambiental (94,9%).

Este desconocimiento mostrado en materia medioambiental puede presentar cierta conexión con ese 52,9% de trabajadores que manifiesta la existencia de dificultades en la gestión integral de los residuos.

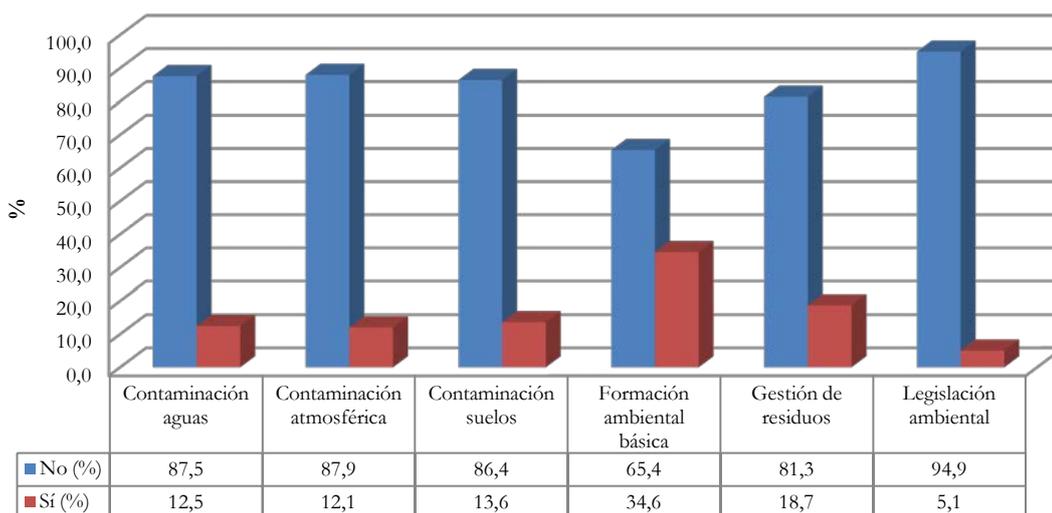


Figura 182. Conocimientos medioambientales de los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4. Resultados en materia de prevención de riesgos laborales

Los resultados procedentes de las principales cuestiones preventivas contenidas en la encuesta han sido agrupados siguiendo la siguiente clasificación:

- Vigilancia de la salud.
- Formación e información en prevención de riesgos laborales.
- Aspectos relacionados con el puesto de trabajo.
- Análisis de los riesgos higiénicos físicos.
- Equipos de trabajo.
- Equipos de protección contra incendios.
- Agentes contaminantes químicos y biológicos.
- Análisis de los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo.

6.1.4.1. Vigilancia de la salud (24)

La protección de la salud es un derecho constitucional (artículo 43) [6] para el conjunto de la población española y un derecho para los trabajadores específicamente recogido en el artículo 22 de la Ley 31/1995 [8], por el cual el empresario está obligado a garantizar la vigilancia periódica de la salud de sus trabajadores en función de los riesgos inherentes a su trabajo.

En el presente estudio, a más de la mitad de los trabajadores (54,1%) nunca se le proporciona vigilancia de la salud (Figura 183); el 38,1% la recibe con periodicidad anual y el 7,8% la tuvo en alguna ocasión (cada dos años o más). En la investigación llevada a cabo en 2004 en el Poniente Almeriense se observan cifras similares [209]; así, al 66,7% de los trabajadores no se le organizó actividad alguna en materia de

vigilancia de la salud, según refieren los propios técnicos de prevención; en el 56,9% de las empresas no existe un plan específico de vigilancia de la salud, y sólo en el 7,1% de los casos se utilizan los resultados de las actividades desarrolladas en esta materia como indicadores de eficacia preventiva. En 2018, la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073] realizó 311.234 actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales, el 6,4% de ellas relacionadas con la vigilancia de la salud, que ocupa la duodécima posición en el *ranking* de actuaciones; como consecuencia de las mismas, se efectuaron 114.779 requerimientos, el 3,5% de los cuales se debió a ausencia o falta de adecuación de la vigilancia de la salud y el porcentaje de infracciones por este motivo supuso el 4,2% del total correspondiente a aspectos del trabajo relacionados con la prevención de riesgos laborales.

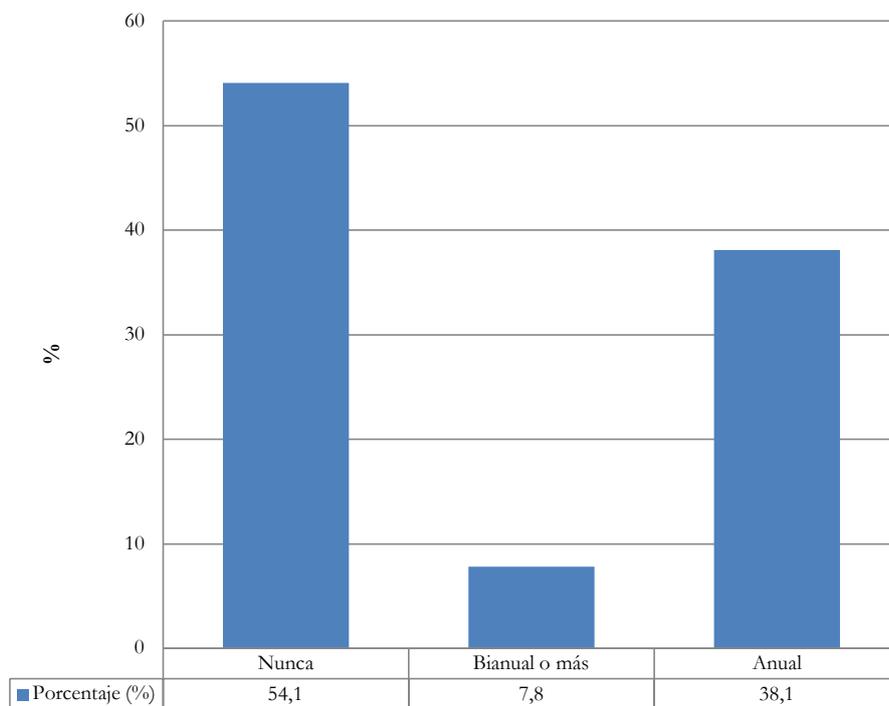


Figura 183. Periodicidad de la vigilancia de la salud en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.2. Formación e información en prevención de riesgos laborales (25-30)

La formación e información en materia de prevención de riesgos laborales constituye un derecho de los trabajadores, recogido en la Ley 31/1995 [8]. Su artículo 19 (Formación de los trabajadores) garantiza el derecho a recibir una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada en varios momentos del ejercicio profesional, como en la primera contratación, cuando se producen cambios en las funciones, o si se introducen nuevas tecnologías o cambios sustanciales en los equipos de trabajo. La formación debe centrarse en el puesto de trabajo, adaptarse a la evolución de los riesgos, a la aparición de otros nuevos y habrá de repetirse periódicamente. La información y la formación preventivas constituyen herramientas fundamentales para conocer, atenuar y neutralizar riesgos laborales específicos y, además, permiten mejorar la eficiencia en el desempeño laboral [1069].

Con respecto a la formación en PRL dirigida a los trabajadores de invernadero de Extremadura, la media de las tres medias correspondientes a las preguntas analizadas mediante la Escala de Likert es de 3,73, con un valor máximo de 3,92 y un valor mínimo de 3,56; por tanto, el nivel de riesgo debido a la existencia y calidad de la formación recibida en PRL se sitúa en un intervalo moderado-elevado.

En el presente estudio, aproximadamente dos de cada tres trabajadores (62,6%) reconocen haber recibido formación preventiva a cargo de la empresa para la que trabajan. En una investigación llevada a cabo en 2006 en invernaderos almerienses [263], sólo el 18,5% de los propietarios reconocía haber facilitado a sus trabajadores formación preventiva o, al menos, nociones básicas relacionadas con su puesto de trabajo. En la ya citada investigación efectuada en 2004 en el Poniente Almeriense [209], el 49,0% de los trabajadores encuestados manifestaba un grado de satisfacción alto o bastante alto en el sentido de que la formación preventiva recibida se había enfocado hacia la realización segura de las tareas habituales, mientras que para el 44,0% dicho grado de satisfacción era bajo o nulo. En este mismo estudio, preguntados los delegados y técnicos de prevención sobre la realización de actividades formativas, el 28,6% afirma que es escasa o nula.

Sin embargo, en otra investigación realizada en 2009 sobre las condiciones laborales de los trabajadores autónomos de invernaderos [284], el 89,1% asegura haberse formado en seguridad, higiene y salud en el trabajo, en algún momento de su vida profesional, y el 84,2% en los dos últimos años.

La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario revela que el 73,0% de los trabajadores autónomos agrícolas poseen información, adquirida en algún instante de su vida profesional, sobre prevención de riesgos laborales, porcentaje que se reduce al 50,8% cuando la información y formación de carácter preventivo se recibió en los dos últimos años. Con respecto a los trabajadores autónomos de invernadero, dicha Encuesta revela que su nivel de información y formación preventiva, recibida en algún momento de su ejercicio profesional, supera a la del resto de autónomos agrícolas; así, el 89,1% se considera muy informado y formado (66,7% en el resto del sector agrícola), el 6,4% asegura que su nivel puede calificarse como "regular" (12,5% en el resto del sector) y el 4,5% reconoce que está poco o nada informado (20,8% en el resto); con respecto al período de los dos últimos años, un 84,2% de los trabajadores de invernadero opina que se encuentra formado e informado en PRL, por el 37,9% del resto del sector.

Por lo que respecta a la Inspección de Trabajo [1073], sus actuaciones en 2018 en materia de formación e información preventiva a los trabajadores supusieron el 8,1% del total, ocupando la decimocuarta posición en el *ranking*. Como consecuencia de estas, los requerimientos representaron el 6,2% y, nada menos que el 20,9% de todas las infracciones, lo que supone la causa más frecuente de sanción a las empresas en aspectos relacionados con la PRL.

Con respecto a la modalidad elegida para desarrollar las actividades formativas en prevención, se ha seguido idéntico patrón al empleado para la formación ambiental; es decir, charlas informativas de carácter informal, o bien cursos de formación, con utilización de aulas, docentes, etc. (transmisión formal de conocimientos). Los trabajadores que recibieron instrucciones preventivas a través de charlas supusieron el 53,4%, frente al 46,6% de los que asistieron a cursos organizados por sus empresas (Figura 184). En la investigación desarrollada en 2004 en los invernaderos del Poniente Almeriense [209], los técnicos y delegados de prevención afirmaron que el 15,9% de los trabajadores recibió una formación preventiva consistente en cursos de carácter general y no enfocados al puesto de trabajo.

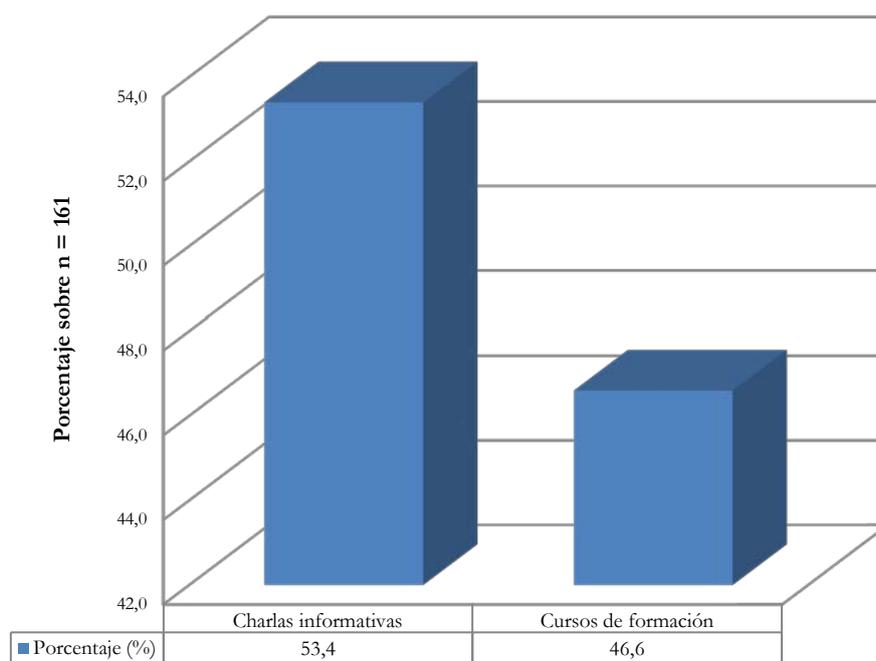


Figura 184. Modalidad de las acciones formativas en PRL recibidas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Se requirió a los encuestados a que expresaran cuál sería, en su opinión y considerando también su propia experiencia, la técnica formativa más efectiva y que aceptarían de mejor grado, proporcionándoles sólo dos opciones: cursos presenciales o cursos virtuales utilizando nuevas tecnologías. El nivel de aceptación de la primera opción es mayoritario: un 72,0% frente a un 28,0%. Sin embargo, la posibilidad de realizar cursos por internet fue rechazada por el 86,4% de los trabajadores y aceptada tan sólo por el 13,6%. Esta circunstancia permite deducir la existencia de un escaso nivel tecnológico general en el grupo estudiado.

Cabe pensar que la frecuencia de la realización de acciones formativas en prevención es un factor de primer orden para conocer el nivel de actualización de los conocimientos adquiridos y de esta manera asegurarse de que no han quedado obsoletos. En este ítem se aplicó, por vez primera en la encuesta, la Escala de Likert (consultar la explicación, sobre el escalonamiento de las preguntas, recogida en el epígrafe 4.1.4. Distribución y recogida de las encuestas) [1033], técnica que requirió una explicación previa en el momento de la entrega de los cuestionarios a los trabajadores, informándoles de la necesidad de señalar una única casilla. Los resultados son reveladores (Figura 185): el 37,7% de los encuestados afirma que la frecuencia de las acciones formativas es nula y para el 23,0% tiene carácter esporádico (alguna vez); así pues, el 60,7% de los trabajadores considera que la frecuencia es escasa o nula; por el contrario, sólo el 17,1% opina que la frecuencia fue constante (siempre) o elevada (a menudo). Es posible deducir, a la vista de estos datos, que muchos trabajadores no consideran como acciones formativas en PRL meras charlas informales o puntuales en esta materia. De los resultados procedentes de los principales parámetros estadísticos (Tabla 89) destacan, para esta cuestión, la media de 3,70, mediana de 4,00, moda de 5, percentil 50 de 4,00, etc., que conforman un nivel de riesgo entre moderado y elevado.

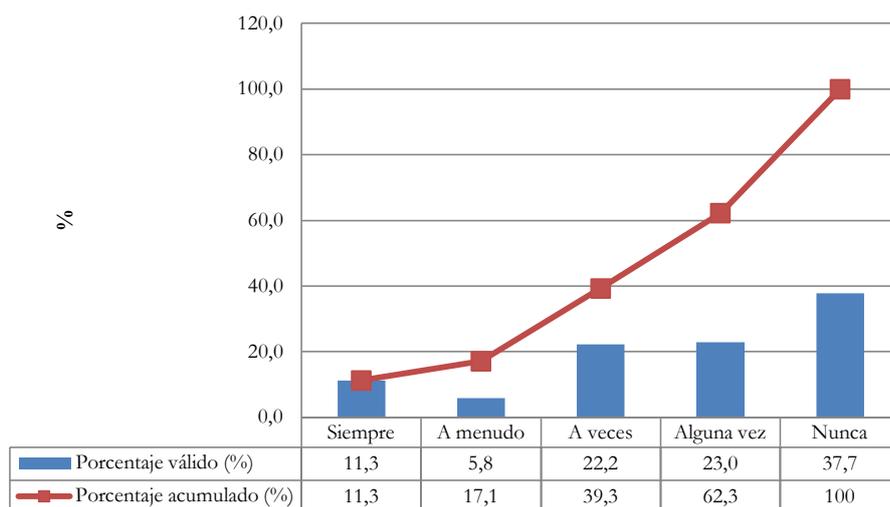


Figura 185. Frecuencia de las acciones formativas en prevención de riesgos laborales entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Siempre que se modifican las condiciones de trabajo hay que formar preventivamente a los trabajadores ante la posibilidad de que aparezcan nuevos riesgos. El artículo 15 (Principios de la acción preventiva) de la Ley 31/1995 [8] insta al empresario a tener en cuenta la evolución de la técnica como medida preventiva de carácter general, y el artículo 19 (Formación de los trabajadores) le exhorta a proporcionar formación preventiva ante cambios en las condiciones de trabajo, en las funciones desempeñadas, cuando se introduzcan nuevas tecnologías o equipos de trabajo desconocidos. Para averiguar la frecuencia de las acciones formativas en prevención ante dichos cambios en las condiciones de trabajo, se utiliza la Escala de Likert con el fin de analizar más profundamente la cuestión. Los resultados (Figura 186) revelan que más de la mitad (58,0%) de los encuestados no ha recibido nunca formación preventiva cuando el empresario ha introducido cambios en sus condiciones de trabajo y sólo el 3,1% y 14,4% se identifican con las opciones a menudo y siempre, respectivamente.

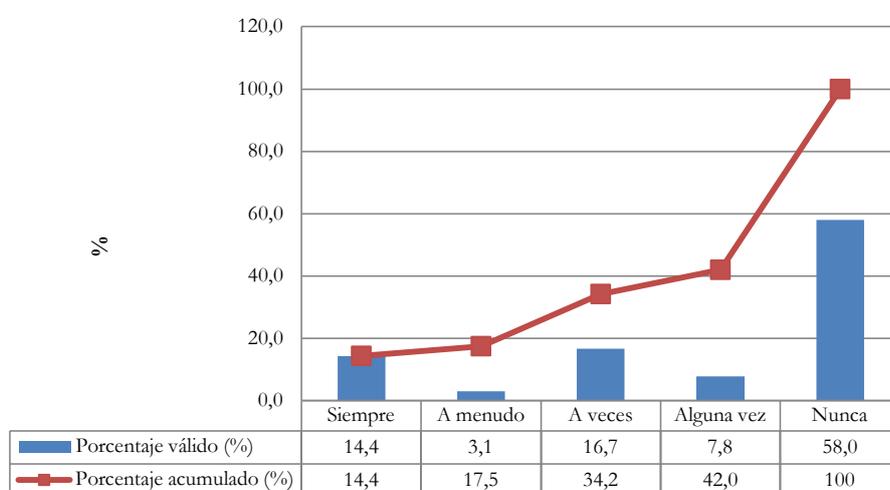


Figura 186. Frecuencia de las acciones formativas en prevención de riesgos laborales ante cambios en las condiciones de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Los resultados del análisis de las principales variables estadísticas para este ítem (Tabla 89), muestran un valor para la media de 3,92, mediana de 5,00, percentil 50 de 5,00, asimetría de -1,011, varianza de 2,169, etc. Por tanto, el nivel de riesgo para esta cuestión se sitúa en un intervalo moderado-elevado.

La formación preventiva debe ser específica y estar orientada al puesto de trabajo o funciones que realiza el trabajador [8]. En este sentido (Figura 187), la mitad de los encuestados (50,6%) afirma que la formación recibida nunca está enfocada al puesto de trabajo, aunque el 21,4% asegura todo lo contrario (siempre). Los resultados del análisis de las principales variables estadísticas (Tabla 89) revelan un valor para la media de 3,56, una mediana de 5,00, percentil 50 de 5,00, etc., mostrando un nivel de riesgo para este ítem entre moderado y elevado.

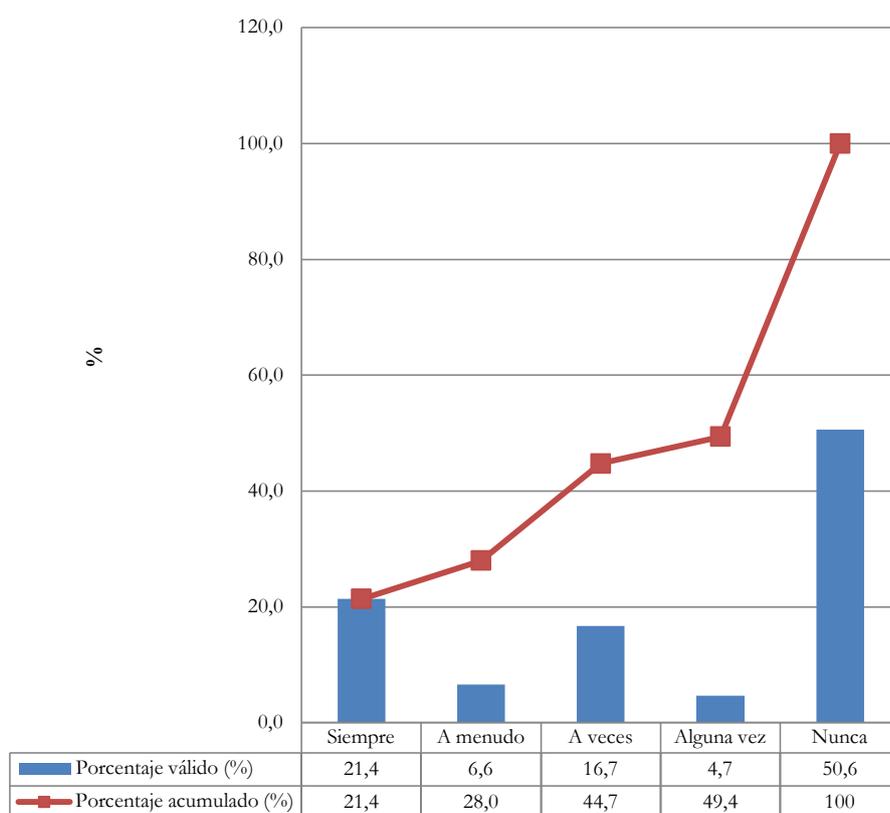


Figura 187. Grado de relación entre las acciones formativas en prevención de riesgos laborales y el trabajo desempeñado en los invernaderos de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

Finalmente, se ha indagado acerca de las posibles carencias formativas en prevención de riesgos laborales. En este aspecto, al 88,3% de los encuestados le faltan conocimientos preventivos, mientras que el 11,7% se considera perfectamente formado. Sin embargo, resulta necesario averiguar a qué tipo de conocimientos hacen referencia los trabajadores, como se hizo anteriormente con los de tipo medioambiental. Así, a más de la mitad de los encuestados (59,9%) le falta formación preventiva básica, mientras que los porcentajes en otros aspectos preventivos más precisos alcanzan valores elevados: 72,8% en formación en manipulación y aplicación de productos fitosanitarios, 75,9% en formación preventiva específica y 81,7% en conocimientos relacionados con la legislación preventiva (Figura 188).

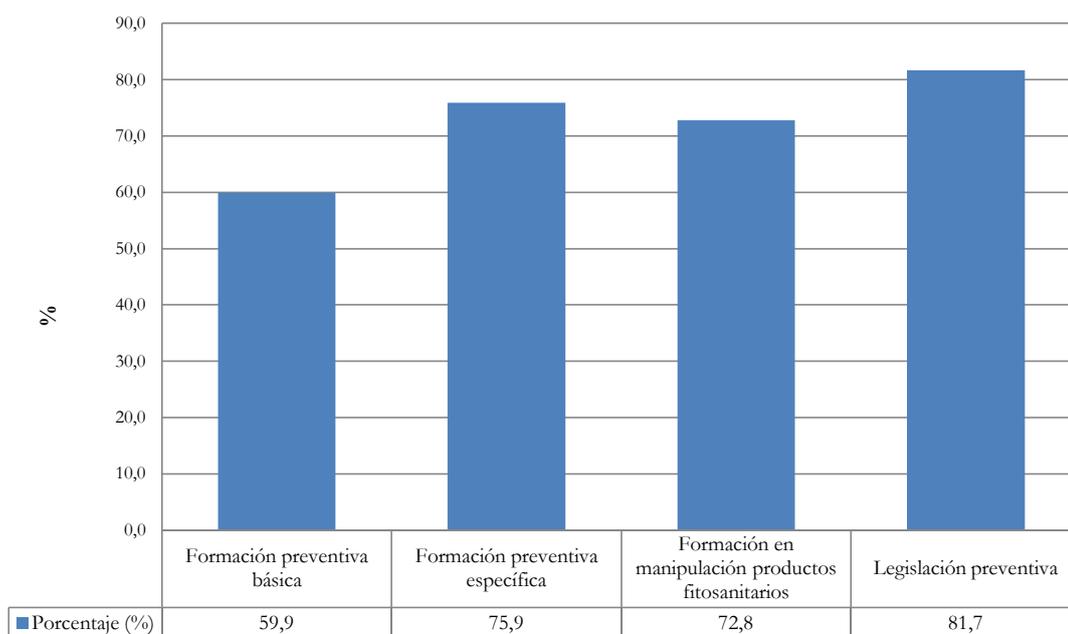


Figura 188. Principales carencias formativas en PRL entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 89. Principales parámetros estadísticos correspondientes a la valoración, mediante la Escala de Likert, de la frecuencia de realización de acciones formativas en PRL en general, y ante cambios en las condiciones de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

Variables estadísticas	Escala Likert (5-1): resultados frecuencia acciones formativas en PRL	Escala Likert (5-1): resultados frecuencia acciones formativas en PRL ante cambios condiciones trabajo	Escala Likert (5-1): resultados relación acciones formativas en PRL y el trabajo desempeñado
Media	3,70	3,92	3,56
Mediana	4,00	5,00	5,00
Moda	5	5	5
Desviación típica	1,329	1,473	1,638
Varianza	1,765	2,169	2,684
Asimetría	-0,755	-1,011	-0,550
Curtosis	-0,523	-0,463	-1,350
Percentil 25	3,00	3,00	2,00
Percentil 50	4,00	5,00	5,00
Percentil 75	5,00	5,00	5,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.3. Aspectos relacionados con el puesto de trabajo

En este apartado se van a analizar los siguientes factores de riesgo relacionados con los puestos de trabajo:

- Dimensiones del puesto de trabajo.
- Posturas de trabajo.
- Manipulación manual de cargas pesadas.
- Exigencia física y cansancio entre jornadas de trabajo.
- Presencia de obstáculos en los lugares de trabajo.
- Riesgos presentes en el trabajo.
- Molestias de etiología laboral en el aparato locomotor y estudio de las regiones anatómicas afectadas.

La media de las siete medias correspondientes a las preguntas en las que se ha empleado la Escala de Likert es de 2,64, con un valor máximo de 3,60 (agotamiento entre jornadas de trabajo) y un valor mínimo de 1,76 (recuperación del cansancio físico entre jornadas laborales), que dibujan un nivel de riesgo comprendido, para los factores relacionados con el puesto de trabajo, en un intervalo entre bajo y moderado.

6.1.4.3.1. Dimensiones del puesto de trabajo (31)

El artículo 2 (Definiciones) del R.D. 486/1997 [1056] entiende por lugares de trabajo aquellas áreas en las que los trabajadores deben permanecer en razón de su actividad. El artículo 3 (Obligación general del empresario) y el Anexo I.2 (Espacios de trabajo y zonas peligrosas) del mismo, instan al empresario a tomar medidas para que el lugar o puesto de trabajo no ocasione riesgos a los trabajadores, siendo uno de los aspectos a considerar el espacio del que dispone el trabajador para moverse libremente y desempeñar adecuadamente sus tareas.

Para analizar el grado de adecuación de las dimensiones del puesto de trabajo a fin de realizar cómodamente las tareas, se utiliza la Escala de Likert. Los resultados (Figura 189) revelan un grado máximo de adecuación para el 40,9% de los trabajadores y un nivel moderado para el 27,2%; sólo el 12,5% de los encuestados considera que existen claras deficiencias en este aspecto.

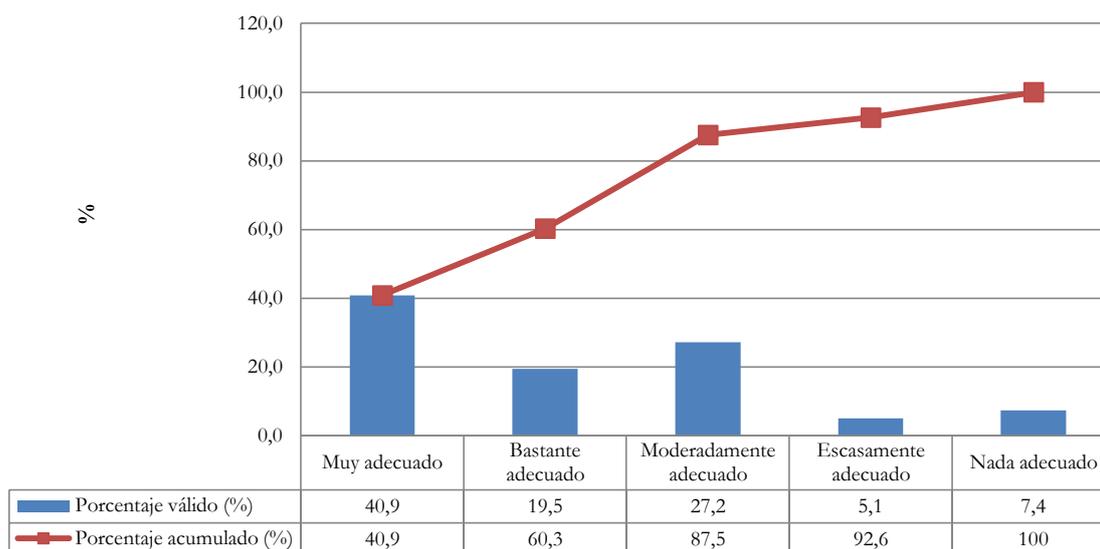


Figura 189. Grado de adecuación de las dimensiones del puesto de trabajo en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Entre los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos para esta cuestión (Tabla 92), destacan la media de 2,19, mediana de 2,00, moda de 1, percentil 50 de 2,00, etc., que configuran un nivel de riesgo para las dimensiones del puesto de trabajo entre bajo y moderado.

6.1.4.3.2. Posturas de trabajo (32-33)

Las posturas de trabajo han de ser siempre evaluadas porque constituyen la principal causa del exceso de carga estática que provoca la aparición de trastornos músculo-esqueléticos (TME) [1075]. Uno de los aspectos más característicos del trabajo agrícola es la dificultad de las posturas que debe adoptar el trabajador para desempeñar sus tareas [9] [209] [286] [511] [513] [514]. Estas posturas forzadas, mantenidas en el tiempo, constituyen una de las principales causas de cronificación de los TME y, por tanto, de limitaciones físicas, bajas laborales y episodios invalidantes [515] [540] [541] [542] [543] [544]. Confirma la importancia que tiene la carga postural en el mundo laboral el hecho de que el INSSST [1076] haya publicado hasta once Notas Técnicas de Prevención (NTP) directamente relacionadas con diferentes métodos para su estudio, abordamiento, evaluación y neutralización.

Esta cuestión ha sido investigada mediante la aplicación de la Escala de Likert. Los resultados obtenidos (Figura 190) revelan que un porcentaje mayoritario de encuestados opina que sus posturas de trabajo son moderadamente cómodas, con el 35,0%; seguido por el 19,8% de aquellos que las califican de bastante cómodas, y el 19,1% de los que creen que el grado de comodidad es mínimo. Sorprendentemente, sólo uno de cada cuatro trabajadores (28,8%) expresa una opinión netamente negativa (comodidad nula o escasa), mientras que el 36,1% considera que sus posturas de trabajo no son una causa importante de discomfort laboral.

Estos resultados contrastan con los recogidos en la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069], en la que el 61,7% de los trabajadores autónomos del sector considera que las posturas de trabajo tienen protagonismo en las demandas físicas inherentes a este tipo de actividad; así, para el 24,6% las posturas son dolorosas o fatigantes y para el 37,1% mantener la misma postura

constituye la segunda demanda física en importancia, sólo por detrás de los movimientos repetitivos de manos y brazos. En este mismo estudio, los valores correspondientes a los trabajadores autónomos de invernadero arrojan cifras diferentes; así, el 70,7% de los encuestados concede a las posturas de trabajo un papel fundamental: el 31,5% refiere posturas dolorosas y fatigantes y el 39,2% malas posturas mantenidas en el tiempo. Con respecto al común de autónomos agrícolas, el 71,3% siempre, a menudo o a veces trabaja en posturas forzadas (el 39,3% en posturas mantenidas y el 32,0% en posturas dolorosas o fatigantes), mientras que en el resto del sector el 58,6% siempre, a menudo o a veces adopta posturas forzadas (el 36,6% manteniendo la misma postura y el 22,0% padeciendo posturas dolorosas o fatigantes). El porcentaje aumenta aún más, hasta el 92,6%, en un estudio efectuado en Almería en 2006 [263]. Ese mismo año en Chile, en una investigación sobre las condiciones de trabajo en invernaderos [778], el 62,1% de los trabajadores identificaba la causa de su cansancio con posturas forzadas mantenidas en el tiempo y el 96,6% trabajaba en la misma postura sin apenas variaciones debido al tipo de tareas desempeñadas.

Los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos para esta cuestión (Tabla 92) revelan un nivel de riesgo para este factor ergonómico situado en un intervalo entre bajo y moderado, pero muy próximo a este, ya que la media es de 2,95 (mediana de 3,00, etc.).

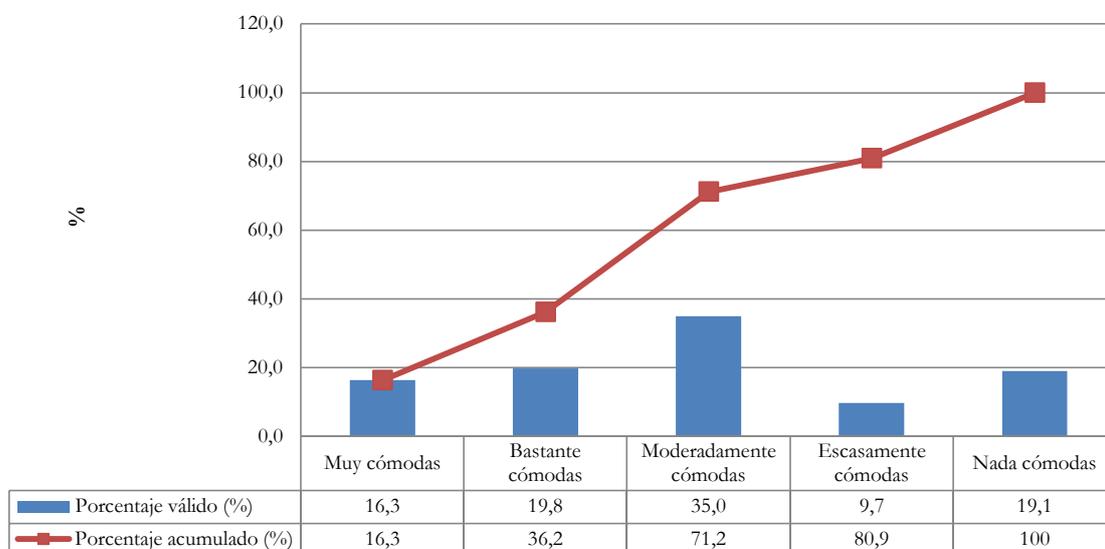


Figura 190. Grado de comodidad de las posturas de trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Estas posturas forzadas y mantenidas en el tiempo pueden ser de un tipo u otro dependiendo de varios factores, como el tipo de tarea, la especie a cultivar, la tecnología disponible, el número de trabajadores en la misma instalación, el tipo de invernadero, etc. Las posturas que han tenido la calificación de forzadas y que posiblemente agrupen a todas las que suele adoptar un agricultor (Figura 191) son: agachado con el tronco flexionado hacia adelante, arrodillado, en cuclillas, de pie andando constantemente (de pie dinámico), de pie sin andar (de pie estático), sentado levantándose con frecuencia (sentado dinámico) y sentado sin levantarse (sentado estático). El análisis postural efectuado entre los trabajadores encuestados arroja cifras muy variadas; así, el 63,4% considera que una postura habitual en su ejercicio profesional es de pie dinámico, quizá atendiendo a multitud de pequeñas tareas e interrupciones; el 53,7% adopta habitualmente la típica postura del agricultor cuando acondiciona el terreno, siembra, instala el riego por goteo, etc.; es decir, agachado con el tronco flexionado hacia adelante y el 24,9% permanece frecuentemente de pie estático, posiblemente en tareas de recolección, entutorado, deshojado de plantas

con porte, etc. El resto de posturas, sin dejar de ser frecuentes en el mundo agrícola, presenta porcentajes menores.

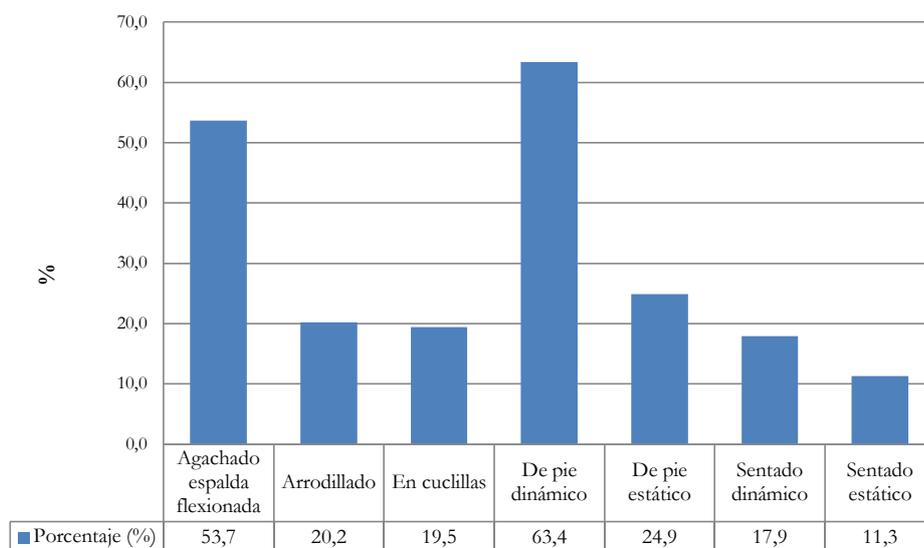


Figura 191. Posturas de trabajo habituales entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

La Tabla 90 compara los resultados obtenidos con los procedentes de otras investigaciones realizadas en España [284] [1069].

Tabla 90. Posturas habituales en el sector agrícola y en los invernaderos: comparación de los resultados del estudio realizado en Extremadura con los obtenidos en otras investigaciones [284] [1069].

Postura trabajo	Trabajadores invernaderos Extremadura ($\Sigma \% \neq 100$)	Trabajadores invernaderos ($\Sigma \% \neq 100$) [1069]	Autónomos sector agrícola ($\Sigma \% \neq 100$) [284]	Autónomos sector agrícola ($\Sigma \% = 97,9$) [1069]	Autónomos invernaderos ($\Sigma \% = 98,6$) [1069]
Agachado	53,7	84,4	33,7	11,8	3,6
Arrodillado	20,2	4,8	-	0,3	-
En cuclillas	19,5	14,4	0,8	5,6	4,5
De pie dinámico	63,4	71,1	54,4	41,6	48,6
De pie estático	24,9	43,2	20,5	21,6	41,4
Sentado dinámico	17,9	0,4	19,9	2,4	0,0
Sentado estático	11,3	0,4	36,9	14,6	0,5

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de González Trávez *et al.* y de la ENCTSA [284] [1069]).

Cada postura de trabajo conlleva una carga metabólica diferente (Tabla 91) [1052] [1077], a la que es preciso descontar la correspondiente al metabolismo basal (situación de reposo), cuyo valor medio se estima en $42,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ para hombres y mujeres de unos 40 años de edad. Sólo dos de las posturas, agachado y de pie dinámico, se encuentran en el intervalo de $115\text{-}190 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ para trabajos catalogados como propios de jardinería [1055]; tres posturas, arrodillado, en cuclillas y de pie estático, lo superan

ligeramente, y las dos restantes están fuera de rango y son catalogadas como de metabolismo ligero, no moderado como todas las anteriores.

Tabla 91. Carga metabólica de las posturas de trabajo habituales en el sector agrícola [1055] [1077].

Postura trabajo	Carga metabólica (W/m ²) [1077]	Tipo metabolismo [1055]	Carga metabólica (W/m ²) [1055]	Tipo metabolismo
Agachado	185	Moderado (165-229 W·m ⁻²)	295	Muy elevado (≥ 290)
Arrodillado	195	Moderado (165-229 W·m ⁻²)	295	Muy elevado (≥ 290)
En cuclillas	195	Moderado (165-229 W·m ⁻²)	-	-
De pie dinámico	188	Moderado (165-229 W·m ⁻²)	170	Moderado (165-229 W·m ⁻²)
De pie estático	193	Moderado (165-229 W·m ⁻²)	110	Ligero (65-164 W·m ⁻²)
Sentado dinámico	92,5	Ligero (65-164 W·m ⁻²)	150*	Ligero (65-164 W·m ⁻²)
Sentado estático	77,5	Ligero (65-164 W·m ⁻²)	95	Ligero (65-164 W·m ⁻²)
(*) Trabajo sentado + caminar 1 km·h ⁻¹ sin carga				

(Fuente: elaboración propia con información procedente de la NTP n° 323 y de Puente Masero, M.J. [1055] [1077]).

6.1.4.3.3. Manipulación manual de cargas (34)

La manipulación manual de cargas pesadas o de difícil agarre (MMQP) constituye uno de los más importantes riesgos de tipo ergonómico. Tanto es así, que tiene su propio R.D., el 487/1997 [1078], dirigido a prevenir los TME que pueden derivarse de la realización incorrecta de determinadas actuaciones presentes, en mayor o menor medida, en cualquier ámbito laboral. El R.D. 298/2009 (Reglamento de los servicios de prevención), en su Anexo VII, incide en la protección del riesgo de MMQP en la trabajadora embarazada o en período de lactancia natural, pues puede afectar negativamente a su salud. Otras normas, de carácter internacional y suscritas por España, tratan exclusivamente sobre el estudio y la prevención de este tipo de riesgo [1079] [1080].

La MMQP consiste en toda operación de transporte o sujeción de una carga, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por unas características ergonómicas inadecuadas pueda causar TME. Por tanto, el empresario está obligado a evaluar este riesgo y, en su caso, a tomar las medidas preventivas de tipo organizativo que resulten necesarias. Dicho riesgo se presenta en los siguientes casos:

- La carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- La carga es voluminosa o de difícil agarre.
- La carga se mantiene en un equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse, alterando dicho equilibrio.
- La carga, para su manipulación, requiere la adopción de posturas forzadas, como torsiones y flexiones del tronco, extensión de los brazos, etc.
- La carga, debido a su aspecto o peso, puede provocar golpes en el trabajador.

Con respecto al peso máximo de la carga, se recomienda que no exceda de 25 kg, aunque en aquellos casos en que la manipulación deba ser realizada por mujeres, trabajadores mayores o jóvenes, el peso máximo debe reducirse a 15 kg, y sólo si el trabajador es un sujeto sano y entrenado físicamente se podría admitir un peso máximo de 40 kg, siempre que la MMQP se realice de forma esporádica y en condiciones de seguridad [703].

Para el estudio de la MMQP entre los trabajadores de invernadero se ha aplicado la Escala de Likert en un único ítem. Los datos obtenidos (Figura 192) revelan que el 33,9% de los encuestados manipula a veces cargas pesadas o de difícil agarre, un sorprendente 19,8% no lo hace nunca y el 18,7% alguna vez; así, resulta que, aproximadamente uno de cada cuatro trabajadores (27,6%), se ve impelido a menudo o siempre a manipular este tipo de cargas.

La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069] muestra que, entre los autónomos del sector agropecuario, levanta o mueve cargas pesadas el 17,9%, mientras que entre los autónomos que poseen invernaderos, este porcentaje asciende hasta el 26,9%; por otra parte, y atendiendo al conjunto de autónomos agrícolas, el 14,5% siempre, a menudo o a veces considera una demanda física de primer orden la MMQP, cifra que crece hasta el 26,9% entre los trabajadores específicos de invernadero. En Extremadura, la suma de los que contestan a esta cuestión con las opciones siempre, a menudo o a veces, representa al 61,5% de los encuestados. En un estudio sobre los riesgos presentes en las instalaciones invernadas de Almería [263], el 51,8% de los empresarios, a pesar de la trascendencia que tiene esta cuestión, no informa a sus trabajadores sobre la forma correcta de manipular y transportar cargas pesadas. Los resultados de este último estudio contrastan con la investigación llevada a cabo en Chile en trabajadores de invernadero [778], en la que se afirma que el 82,8% de los trabajadores manipula las cargas pesadas correctamente.

Los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos para la MMQP se muestran en la Tabla 92. Estos revelan un nivel de riesgo para esta cuestión situado en un rango bajo-moderado, con una media de 2,80, mediana de 3,00, percentil 75 de 4,00, etc.

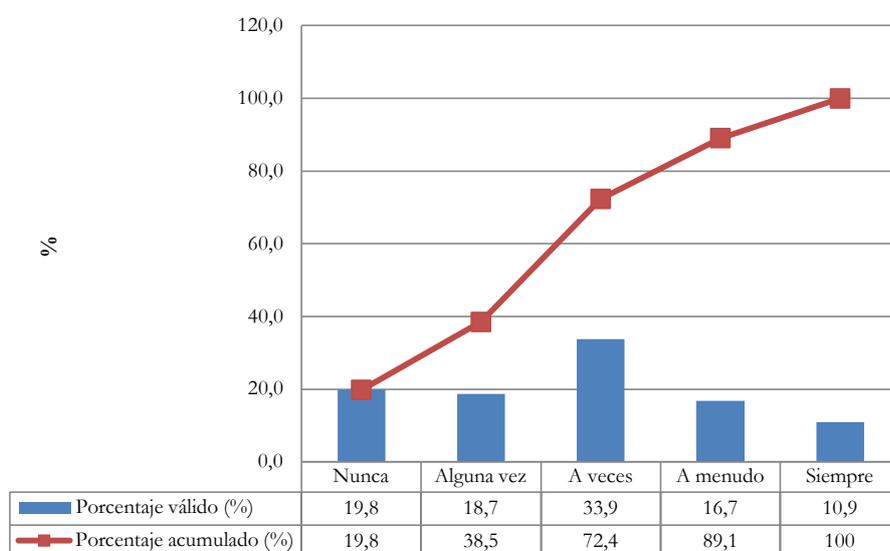


Figura 192. Manipulación manual de cargas en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 92. Principales parámetros estadísticos correspondientes a la valoración, mediante la Escala de Likert, del grado de adecuación de las dimensiones del puesto de trabajo, de la comodidad de las posturas de trabajo y la presencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO ADECUACIÓN DIMENSIONES PUESTO TRABAJO	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO COMODIDAD POSTURAS TRABAJO	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS PESADAS O DE DIFÍCIL AGARRE
Media	2,19	2,95	2,80
Mediana	2,00	3,00	3,00
Moda	1	3	3
Desviación típica	1,233	1,310	1,245
Varianza	1,520	1,717	1,550
Asimetría	0,761	0,160	0,101
Curtois	-0,318	-0,941	-0,873
Percentil 25	1,00	2,00	2,00
Percentil 50	2,00	3,00	3,00
Percentil 75	3,00	4,00	4,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.3.4. Exigencia física y cansancio entre jornadas de trabajo (35-37)

El trabajo agrícola requiere grandes dosis de energía por parte de los trabajadores; más aún en el interior de los invernaderos debido a los elevados valores de temperatura y humedad relativa que necesitan los cultivos. En este epígrafe se estudian tres ítems empleando como herramienta de análisis la Escala de Likert.

Los resultados obtenidos en este estudio (Figura 193) revelan que la mayoría relativa de trabajadores, un 37,4%, considera que los requerimientos físicos necesarios para realizar el trabajo en el interior del invernadero son moderados, seguido del 22,2% que los califica como elevados. Tan sólo uno de cada cinco trabajadores (21,8%) cree que el desempeño de sus tareas requiere una preparación física mínima o baja, porcentaje similar al de los que califican este nivel como máximo (18,7%).

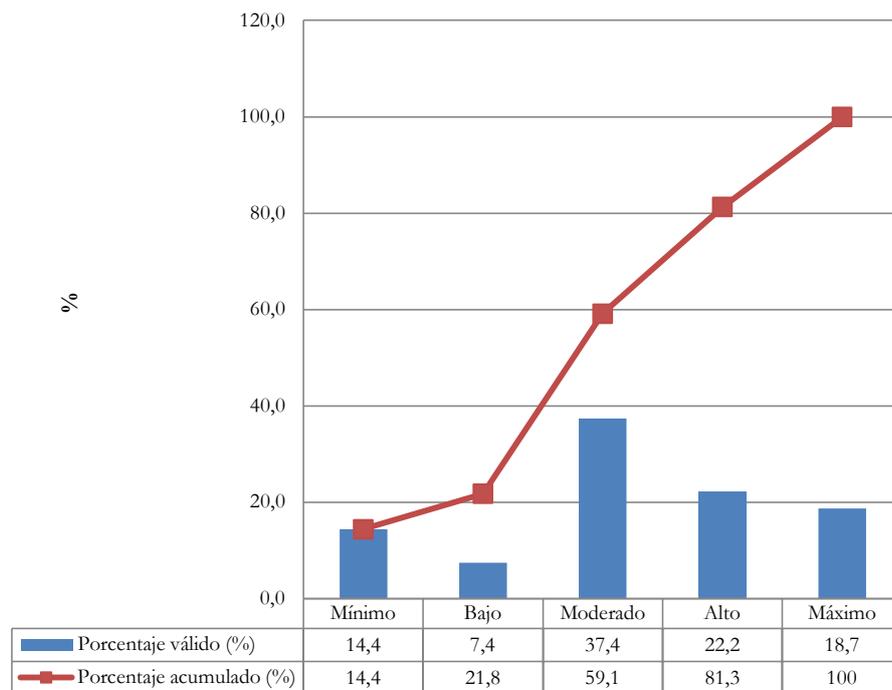


Figura 193. Nivel de exigencia física requerida por el trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos para esta cuestión y las dos siguientes (muy relacionadas entre sí) se muestran en la Tabla 93. En lo concerniente a los requerimientos físicos exigidos por los trabajos de invernadero, el nivel de riesgo se sitúa en un intervalo entre moderado y elevado, con una media de 3,23, mediana de 3,00, percentil 25 de 3,00, etc.

Otra forma de abordar la dureza del trabajo en el interior del invernadero consiste en analizar la frecuencia de aparición de síntomas de agotamiento físico al final de la jornada laboral. Así, el 30,7% de los encuestados se siente siempre agotado cuando finaliza su trabajo diario, seguido por el 28,8% de los que padecen ese estado a veces, y el 23,7% a menudo; por tanto las tres opciones que representan mayor frecuencia de agotamiento físico son mayoritarias (83,2%), y sólo un 16,8% de los trabajadores nunca o alguna vez ha sufrido este cansancio extremo (Figura 194).

Los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos para esta cuestión se muestran en la Tabla 93. En ella se observan valores elevados en casi todas las variables, como una media de 3,60, mediana de 4,00, percentil 50 de 4,00, moda de 5, etc., que conforman un nivel de riesgo para evaluar el agotamiento físico entre jornadas de trabajo situado en un intervalo entre moderado y elevado.

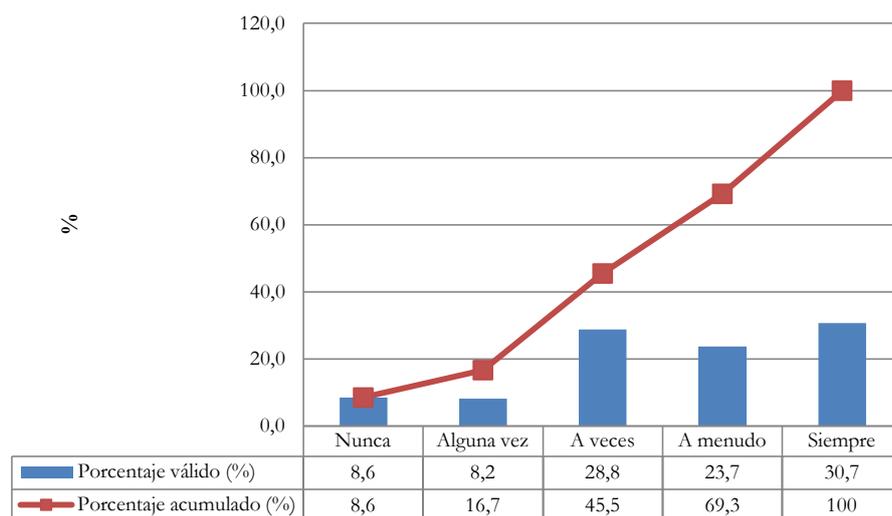


Figura 194. Frecuencia de aparición de agotamiento físico al final de la jornada laboral entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

Finalmente, la recuperación de ese agotamiento físico entre jornadas de trabajo indica que el individuo gestiona correctamente su fatiga, con independencia de que su origen deba ser evaluado y corregido. El problema surge cuando no se produce esa recuperación física entre jornadas laborales, circunstancia que genera una cronificación del cansancio físico. En el presente estudio (Figura 195), más de la mitad de los encuestados, el 54,9%, siempre se recupera físicamente entre jornadas; el 21,4% a menudo y el 17,9% a veces. Afortunadamente, las cifras de los que nunca se recuperan (1,2%) y por tanto padecen fatiga crónica, y las de los que señalan que sólo alguna vez se recobran de dicho cansancio diario (4,7%), aunque significativas, son minoritarias. Los resultados del análisis estadístico de los datos para esta cuestión se muestran en la Tabla 93. Se han obtenido valores positivos, con una media de 1,76, mediana de 1,00, moda de 1, percentil 25 de 1,00 y asimetría de 1,098, entre otros. El nivel de riesgo para este ítem se sitúa, por consiguiente, en un rango mínimo-bajo.

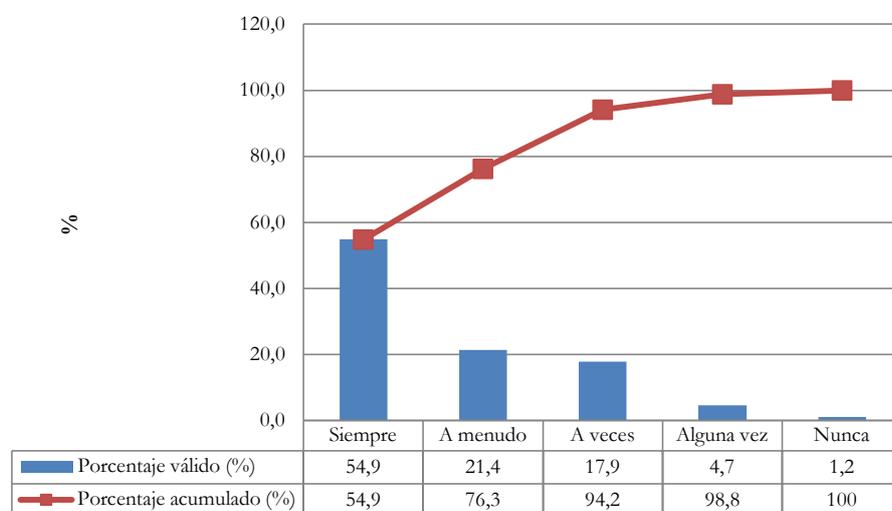


Figura 195. Recuperación física diaria de los trabajadores de invernadero de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.3.5. Presencia de obstáculos en los lugares de trabajo y zonas de paso (38)

La presencia de obstáculos en los lugares de trabajo, zonas de paso y salidas de emergencia, es causa frecuente de accidentes por caídas al mismo nivel (tropiezos), distinto nivel (objetos en escaleras) y cortes y golpes con objetos al caer. Este tipo de accidentes de trabajo suelen presentar gran heterogeneidad en sus consecuencias: desde simples incidentes hasta fracturas que acarrearán varios meses de baja. Asimismo, la existencia de este tipo de estorbos que dificultan la movilidad puede obligar al trabajador a realizar sus tareas empleando posturas forzadas mantenidas en el tiempo con capacidad para provocar la aparición de TME.

El R.D. 486/1997 [1056], a fin de amparar la seguridad y salud del trabajador, obliga a los empresarios y a los propios trabajadores a mantener hábitos de orden y limpieza en los lugares de trabajo; así, su artículo 5 (Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización) indica que el orden y la limpieza en el lugar de trabajo deben ajustarse a las normas recogidas en el Anexo II (Orden, limpieza y mantenimiento) de la referida ley. Dicho Anexo, en su punto 1, expone que las zonas de paso, salidas y vías de emergencia deben permanecer libres de obstáculos que impidan o dificulten una rápida evacuación de las instalaciones. Además, el Anexo I (Condiciones generales de seguridad en lugares de trabajo), en su epígrafe A.5 (Vías de circulación) exige que las vías de paso de peatones, tanto interiores como exteriores, deben quedar expeditas de cualquier obstáculo que impida su uso previsto y que ponga en riesgo la seguridad de los trabajadores; en el mismo anexo, el punto A.10 (Vías y salidas de evacuación) indica que las vías y salidas de emergencia deben estar libres de todo estorbo, ya que en caso de peligro los trabajadores deben abandonar sus lugares de trabajo con presteza y en condiciones de seguridad.

Para abordar esta cuestión se ha empleado la Escala de Likert. Más de la mitad de los encuestados (51,4%) afirma que nunca existen obstáculos que estorben el paso y el normal desempeño del trabajo; el 19,5% reconoce que esta circunstancia se produce alguna vez, y el 17,5% a veces (Figura 196). Las cifras son, por tanto, bastante positivas, pues sólo para el 11,7% de los trabajadores estas situaciones de falta de orden y limpieza se presentan a menudo (7,8%) o siempre (3,9%).

Cabe pensar, a fin de justificar estos datos, que en los invernaderos se procura maximizar la superficie de cultivo, quedando poco espacio disponible para depositar temporalmente objetos que puedan dificultar el paso (ya de por sí exiguo) o el propio trabajo.

Los resultados del análisis estadístico de los datos correspondientes a este ítem se exponen en la Tabla 93. Revelan unos valores bastante positivos, con una media de 1,93, mediana de 1,00, moda de 1, percentil 50 de 1,00, asimetría de 1,032, varianza de 1,351, etc., que representan un escenario favorable desde el punto de vista preventivo, con un nivel de riesgo situado en un intervalo entre mínimo y bajo, muy próximo a este último.

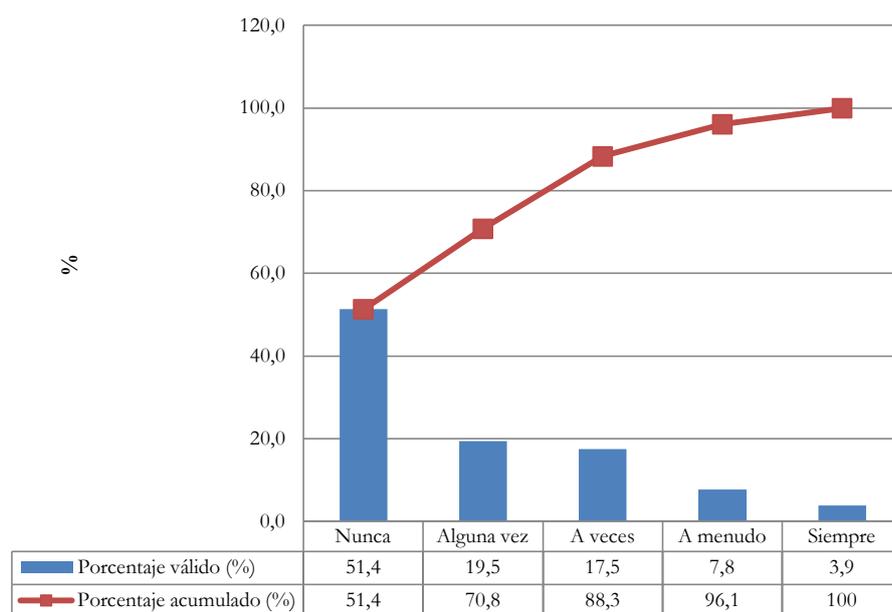


Figura 196. Frecuencia de la presencia de obstáculos en los lugares de paso y de trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 93. Principales parámetros estadísticos correspondientes al nivel de los requerimientos físicos del trabajo, agotamiento al final de la jornada, grado de recuperación física diaria de los trabajadores y presencia de obstáculos en zonas de paso en los invernaderos de Extremadura.

Variables estadísticas	Escala Likert (1-5): resultados requerimientos físicos del trabajo	Escala Likert (1-5): resultados frecuencia agotamiento físico al terminar la jornada de trabajo	Escala Likert (5-1): resultados recuperación física entre jornadas de trabajo	Escala Likert (1-5): resultados presencia obstáculos en zonas de paso y de trabajo
Media	3,23	3,60	1,76	1,93
Mediana	3,00	4,00	1,00	1,00
Moda	3	5	1	1
Desviación típica	1,253	1,240	0,982	1,162
Varianza	1,570	1,538	0,965	1,351
Asimetría	-0,318	-0,551	1,098	1,032
Curtosis	-0,681	-0,573	0,357	0,046
Percentil 25	3,00	3,00	1,00	1,00
Percentil 50	3,00	4,00	1,00	1,00
Percentil 75	4,00	5,00	2,00	3,00
Percentil 95	5,00	5,00	4,00	4,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.3.6. Riesgos presentes en el trabajo (39-40)

En este apartado se ha tratado de descubrir qué condiciones de trabajo son identificadas como riesgos por los trabajadores y cuáles tienen, a su juicio, la capacidad para provocar un accidente de trabajo. La diferencia entre ambos conceptos es sutil y, a menudo ambos coinciden en las valoraciones de los encuestados; es decir, normalmente un riesgo tiene capacidad potencial subjetiva para causar un accidente de trabajo, si bien en ocasiones el trabajador cree tener controlado dicho riesgo, de manera que para él no representa una amenaza con la entidad suficiente para provocarle un accidente laboral.

El número de riesgos brindados a los trabajadores en la encuesta es abundante, hasta 31 opciones no excluyentes, a fin de intentar cubrir todo el arco de posibilidades atendiendo a los riesgos más frecuentes en el sector agrícola. Los resultados obtenidos se representan esquemáticamente en la Figura 197, y clasificados por orden de importancia en la Tabla 94. Del análisis de estas condiciones de trabajo, con consideración subjetiva de riesgo, se pueden extraer importantes conclusiones:

- a **Posturas forzadas (66,5%)**: es el riesgo más señalado por los encuestados. Al estudiar las posturas de trabajo (epígrafe 6.1.4.3.2. Posturas de trabajo), se tuvo ocasión de mostrar que el 63,8% de los trabajadores consideraba dichas posturas nada, escasa o moderadamente cómodas.
- b **Fatiga física (60,3%)**: supone el segundo riesgo más reconocido por los trabajadores de invernadero; afortunadamente no se trata de fatiga crónica, cuyo valor era minoritario, como se expuso en el epígrafe 6.1.4.3.4 (Estado físico y cansancio entre jornadas de trabajo), en el que también figuraba el porcentaje de trabajadores que, siempre o a menudo finalizaban su jornada agotados físicamente, que representaba al 54,4% de los mismos.
- c **Caídas al mismo nivel (57,2%)**: hay que tener en cuenta que el suelo de los invernaderos siempre está húmedo y que las zonas de paso suelen ser estrechas para maximizar el espacio cultivado.
- d **Cortes (52,9%)**: para más de la mitad de los trabajadores este riesgo es relevante, seguramente no por la menor gravedad de sus consecuencias, sino por su elevada frecuencia de materialización, sobre todo en las tareas de poda y de manipulación y ajuste de las gomas del riego por goteo.
- e **Caídas a distinto nivel (51,8%)**: constituye el quinto riesgo en importancia para los trabajadores debido, probablemente, a la gravedad de sus consecuencias y a la frecuente presencia de desniveles y zanjas. Si a este porcentaje se le añade el correspondiente a caídas desde escaleras (15,2%), constituiría entonces el riesgo más valorado (67,0%).
- f **Temperatura excesiva (45,9%)**: más valorada que la humedad (16,0%) como factor de riesgo ambiental. Es posible que muchos trabajadores confundan la temperatura del aire con la sensación de confort térmico, resultado de la interacción de diversas variables. Cabe recordar que la principal causa, en caso de estrés térmico por calor, es la acción combinada de temperatura, humedad y esfuerzo físico.
- g **Presencia de roedores, insectos, etc. (42,0%)**: sorprende en cierta manera este elevado porcentaje. Se trata, sin duda, de un riesgo con capacidad para causar innumerables molestias. Más adelante se valorarán, detalladamente, los riesgos de origen biológico.
- h **Humedad excesiva (16,0%)**: si se consideran los elevados porcentajes de humedad relativa que hay en los invernaderos, sorprende la escasa consideración de este riesgo, responsable de frecuentes caídas al mismo nivel; esta circunstancia permite sospechar que la presencia de obstáculos en zonas de paso y la existencia de zanjas o desniveles puedan tener mayor protagonismo que los suelos y pavimentos mojados en este tipo de caídas.

- i **Agresiones físicas (12,5%)**: es posible que este porcentaje pueda deberse al número de individuos que realizan su trabajo solos y/o aislados, aspecto que se estudiará cuando se aborden los riesgos psicosociales.
- j **Accidentes *in itinere* (9,3%)**: no son considerados un riesgo importante, como se mencionó en el epígrafe 6.1.2.5. (Accidentes *in itinere*).

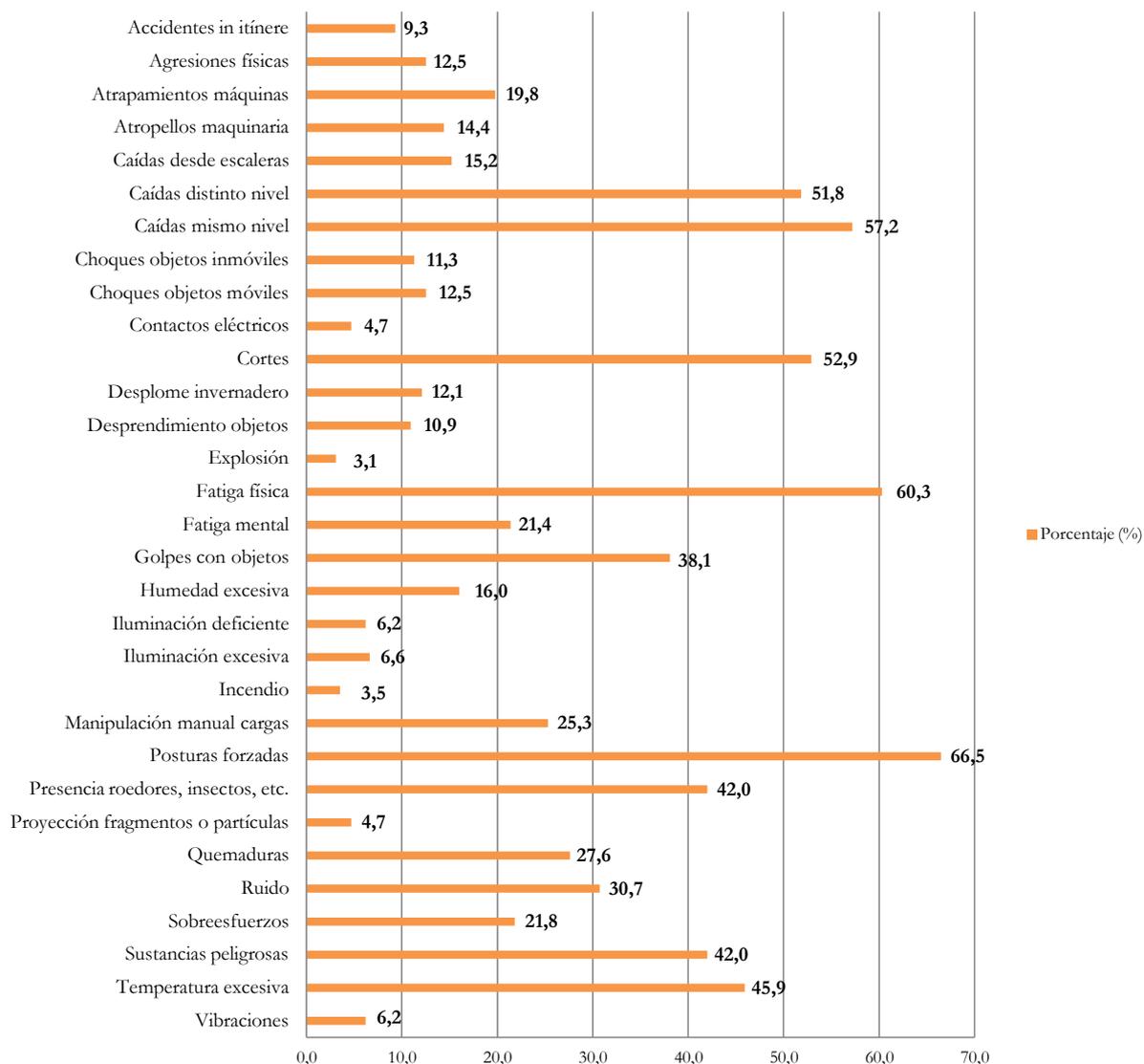


Figura 197. Riesgos señalados por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario (ENCTSA) [1069] ha estudiado también seis aspectos del trabajo con capacidad para constituir un riesgo laboral: fatiga mental (dificultad o complejidad del trabajo + monotonía de las tareas + duración de la jornada laboral), sobreesfuerzos (esfuerzos físicos), posturas de trabajo, ruido, condiciones ambientales (temperatura + humedad) y manipulación de sustancias peligrosas. La Tabla 95 establece una comparación con los resultados obtenidos en Extremadura.

Tabla 94. Riesgos detectados por los trabajadores de invernadero de Extremadura, clasificados por orden de importancia.

Nº orden	Condición de trabajo con consideración subjetiva de riesgo	Porcentaje (Σ % > 100)
1	Posturas forzadas	66,5
2	Fatiga física	60,3
3	Caídas al mismo nivel	57,2
4	Cortes	52,9
5	Caídas a distinto nivel	51,8
6	Temperatura excesiva	45,9
7	Sustancias peligrosas	42,0
8	Presencia de roedores, insectos, etc.	42,0
9	Golpes con objetos	38,1
10	Ruido	30,7
11	Quemaduras	27,6
12	Manipulación manual de cargas	25,3
13	Sobreesfuerzos	21,8
14	Fatiga mental	21,4
15	Atrapamientos por máquinas	19,8
16	Humedad excesiva	16,0
17	Caídas desde escaleras	15,2
18	Atropellos por maquinaria	14,4
19	Choques con objetos móviles	12,5
20	Agresiones físicas	12,5
21	Desplome del invernadero	12,1
22	Choques con objetos inmóviles	11,3
23	Desprendimiento de objetos	10,9
24	Accidentes <i>in itinere</i>	9,3
25	Iluminación excesiva	6,6
26	Vibraciones	6,2
27	Iluminación deficiente	6,2

Nº orden	Condición de trabajo con consideración subjetiva de riesgo	Porcentaje ($\Sigma \% > 100$)
28	Proyección de fragmentos o partículas	4,7
29	Contactos eléctricos	4,7
30	Incendio	3,5
31	Explosión	3,1

(Fuente: elaboración propia).

Como consecuencia de la comparación de los diferentes valores, se observa que en los invernaderos estudiados en la ENCTSA, los porcentajes correspondientes a posturas forzadas, ruido, manipulación de sustancias químicas y condiciones ambientales de trabajo, son significativamente superiores al resto. Este escenario permite explicar, en buena medida y teniendo en cuenta que sólo se han comparado seis condiciones de trabajo, la diferencia entre la actividad propia de los invernaderos y las del resto del sector agrícola:

- Posturas forzadas: a medida que la intensidad del cultivo es mayor, también lo es la dedicación que requiere y las labores necesarias; además, hay que considerar que en los invernaderos se pueden obtener varias cosechas al año.
- Ruido: el invernadero se transforma en un recinto semiconfinado durante gran parte del tiempo de trabajo. Los ruidos, sobre todo los de impacto producidos por generadores, la activación de la extracción, motores diésel, etc., tienen mayor repercusión y causan mayores molestias que en el exterior.
- Manipulación de sustancias peligrosas: como sucede con las posturas de trabajo, la propia intensidad del cultivo explica una mayor utilización de sustancias químicas de todo tipo.
- Condiciones ambientales: la propia idiosincrasia de la instalación invernada explica la enorme diferencia registrada, en este aspecto del trabajo, con el resto de escenarios analizados.

Tabla 95. Comparación de los resultados alcanzados por la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario y el estudio de los invernaderos de Extremadura, sobre determinados aspectos del trabajo con la consideración subjetiva de riesgo.

Condición de trabajo considerada subjetivamente como riesgo	Trabajadores invernadero Extremadura ($\Sigma \% > 100$)	Trabajadores agrícolas España [1069] ($\Sigma \% > 100$)	Trabajadores hortícolas y de vivero España [1069] ($\Sigma \% > 100$)
Sobreesfuerzos	21,8	20,6	29,8
Posturas forzadas	66,5	22,6	20,5
Ruido	30,7	6,3	3,2
Manejo sustancias peligrosas	42,0	23,8	27,1
Condiciones ambientales (Ta + HR)	61,9	21,3	11,9
Fatiga mental	21,4	24,5	42,0

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Resulta complicado averiguar hasta qué punto los trabajadores de invernadero conocen los riesgos a los que se encuentran expuestos, a fin de proporcionar credibilidad a los resultados obtenidos en este ítem. En los invernaderos almerienses se ha estudiado esta cuestión [209]: ese grado de conocimiento es muy alto para el 24% de los trabajadores, bastante alto para el 42%, bajo para el 19% y nulo para el 8% (el 7% no contesta). La suma de las dos primeras opciones arroja una cifra del 66%, dos tercios de los trabajadores encuestados.

Sin embargo, como ya se comentó con anterioridad, existe una sutil diferencia entre la apreciación subjetiva, por los trabajadores, de las condiciones de trabajo que constituyen potenciales riesgos y la consideración de que dichos riesgos puedan provocar un accidente de trabajo. En esta tenue diferencia entran en juego muchas variables; entre otras, el grado de madurez del sujeto, la autoconfianza ante la realización de determinadas tareas, la escasa entidad de las consecuencias derivadas de la posible materialización del riesgo subjetivo o la frecuencia en que se desempeñan las tareas con capacidad para causar accidentes. En el presente estudio se han ofrecido a los trabajadores las 13 posibles causas con mayor probabilidad de provocar accidentes de trabajo. Los resultados obtenidos para este ítem (Figura 198) revelan como causa más probable de accidente de trabajo la distracción o el descuido del propio trabajador (57,6%), seguida por las posturas forzadas (54,1%), el cansancio y la fatiga física (47,5%), las largas jornadas de trabajo (33,9%) y los equipos de trabajo defectuosos (33,5%).

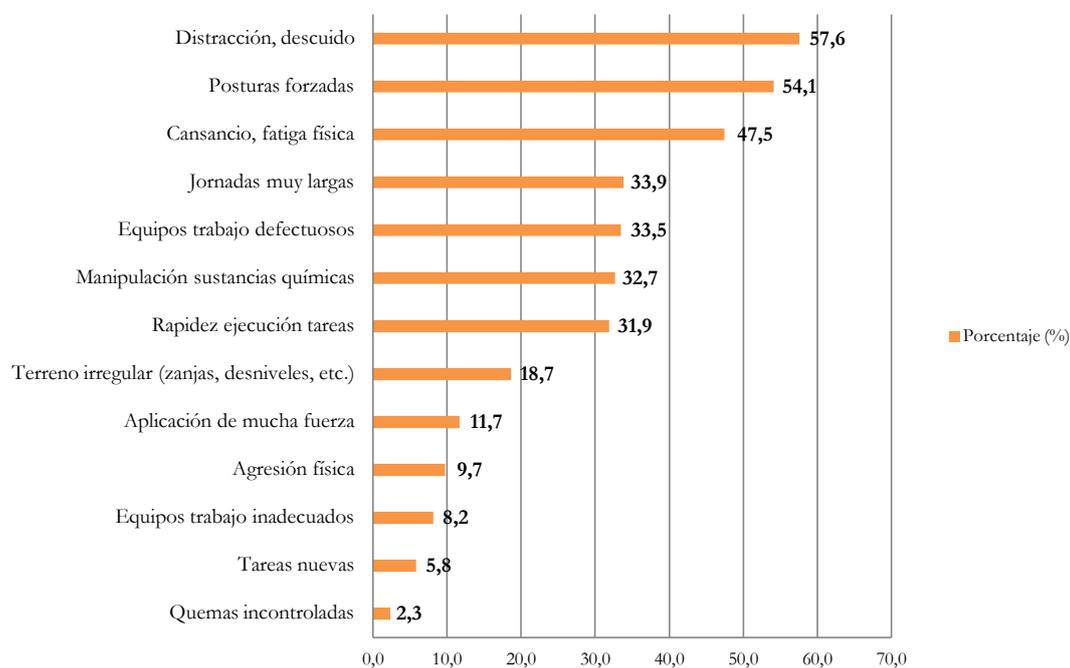


Figura 198. Posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tanto en la ENCTSA [1069] como en una de las investigaciones realizadas en los invernaderos de Almería (n = 108) [209], han sido analizadas las condiciones o aspectos del trabajo que son considerados como potenciales riesgos por los propios trabajadores, así como la posibilidad de que dichos riesgos sean causa probable de accidentes de trabajo. La comparación de estos datos con los obtenidos en el presente estudio se muestra en la Tabla 96. De su examen pueden extraerse varias conclusiones:

- Condiciones de trabajo con elevadas posibilidades de ocasionar riesgo de AT a los trabajadores: caídas al mismo y distinto nivel, cortes, golpes con objetos, manipulación de sustancias químicas peligrosas, sobreesfuerzos, posturas forzadas y distracciones y descuidos, etc.
- Aspectos del trabajo con moderadas posibilidades de originar riesgo de AT: atropellos por maquinaria agrícola, atrapamientos en máquinas, equipos de trabajo defectuosos, cansancio y fatiga, MMQP, rapidez en el trabajo y duración de la jornada laboral.
- Elementos del trabajo susceptibles de causar riesgo de AT, con gran heterogeneidad de valores: ambiente climático y agentes biológicos.
- Agresión, atraco, etc.: ligera diferencia entre las cifras del presente estudio correspondientes a la percepción subjetiva del riesgo (12,5%) y la posibilidad de que dicho riesgo cause accidentes de trabajo (9,5%). Por tanto, hay un 3,0% de trabajadores de invernadero que no cree que el riesgo subjetivo considerado pueda ocasionar un accidente laboral por este motivo.
- Cansancio, fatiga: como en el caso anterior, los valores respectivos del presente estudio son del 60,3% y 47,5%; por tanto, el 12,8% de los trabajadores de invernadero resta relevancia a este aspecto como posible causa de accidente de trabajo.
- Sobreesfuerzos: existe bastante similitud entre la percepción de los trabajadores extremeños para este riesgo, que alcanza un valor del 21,8%, y la de los agricultores de la ENCTSA, que supone el 20,6%.
- Posturas forzadas: cotejando los datos del presente estudio entre la percepción del riesgo y la posibilidad de que cause accidentes, se observa la existencia de un 12,4% (66,5-54,1%) de trabajadores de invernadero que no considera que este aspecto del trabajo tenga la capacidad de transformarse en un riesgo laboral con capacidad para causar un AT.
- Distracción, descuido: el 57,6% de los trabajadores de invernadero de Extremadura considera que este factor puede provocar accidentes; para el 57,8% de los agricultores de la ENCTSA ha supuesto un riesgo directo de accidente laboral; cifra que, según este mismo estudio, crece hasta el 63,9% como causa demostrada de accidentes de trabajo entre los autónomos del sector agrícola.

Tabla 96. Comparación de los resultados procedentes de la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario⁽³⁾ [1069] y los estudios sobre trabajadores de invernadero^(a), autónomos agrícolas^(b) y trabajadores agrícolas en general^(c) efectuados en Almería⁽²⁾ [209] y Extremadura⁽¹⁾, sobre los riesgos existentes^(A), la posibilidad de que ocasionen accidentes de trabajo^(B) o hayan sido causa de accidente laboral con baja^(C).

Tipo de riesgo	(A1a) (Σ%>100)	(A2a) (%)	(A3b) (Σ%>100)	(A3c) (Σ%>100)	(B1a) (Σ%>100)	(B3a) (Σ%>100)	(B3b) (Σ%>100)	(C2c) (%)	(C3b) (Σ%>100)	(C3a) (Σ%>100)	(C3c) (Σ%>100)
Terreno irregular /resbaladizo		29,0			18,7				16,1		
Obstáculos zonas paso									0,7	0,0	0,9
Caídas distinto nivel	67,0	21,0	17,0			2,9	22,6	6,6		3,1	21,5
Caídas mismo nivel	57,2		26,8			52,0	16,7	14,8			
Atropellos maquinaria	14,4	17,0	9,5			0,0	13,3				

Tipo de riesgo	(A1a) (Σ%>100)	(A2a) (%)	(A3b) (Σ%>100)	(A3c) (Σ%>100)	(B1a) (Σ%>100)	(B3a) (Σ%>100)	(B3b) (Σ%>100)	(C2c) (%)	(C3b) (Σ%>100)	(C3a) (Σ%>100)	(C3c) (Σ%>100)
Cortes	52,9		39,9			55,5	34,0				
Atrapamientos máquinas	19,8	13,0	6,3			0,4	8,6				
Quemaduras	27,6	7,0	1,4			0,4	1,8				
Contactos eléctricos	4,7	13,0	0,4			0,0	0,5				
Golpes con objetos	61,9		39,2			38,9	39,6	19,8			
Desprendimiento objetos	10,9		4,9			2,9	5,6				
Equipos defectuosos				30,3	33,5				3,3	0,5	4,4
Desplome instalación	12,1		0,5			0,0	0,7				
Proyección partículas	4,7		6,4			0,4	8,8				
Ambiente climático	61,9		5,5	21,3		0,4	7,5				
Incendio	3,5		0,8			0,4	0,9				
Quemas incontroladas					2,3				0,5	1,3	0,2
Explosión	3,1		0,0			0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Agresiones, atracos	12,5		1,0		9,7	0,8	1,2				
Accidentes <i>in itinere</i>	9,3		3,8			0,0	5,4		3,0	0,0	4,1
Ruido	30,7			6,3							
Sustancias peligrosas	42,0		4,4	23,8	32,7	0,8	5,8		3,0	1,1	3,8
Agentes biológicos	42,0		4,6			0,8	6,2				
Cansancio, fatiga	60,3				47,5				11,0	13,9	10,0
Sobreesfuerzos	21,8			20,6	11,7			32,2			
Posturas forzadas	66,5			22,6	54,1						
MMQP	25,3		10,1								
Posturas + sobreesfuerzos									10,9	5,4	13,1

Tipo de riesgo	(A1a) (Σ%>100)	(A2a) (%)	(A3b) (Σ%>100)	(A3c) (Σ%>100)	(B1a) (Σ%>100)	(B3a) (Σ%>100)	(B3b) (Σ%>100)	(C2c) (%)	(C3b) (Σ%>100)	(C3a) (Σ%>100)	(C3c) (Σ%>100)
MMQP + sobreesfuerzos						4,1	12,6				
Distracción, descuido					57,6				63,9	80,3	57,8
Tareas nuevas					5,8				1,6	1,1	1,7
Rapidez trabajo				21,9	31,5				16,3	24,3	13,4
Duración jornada				9,7	33,9				12,4	16,8	10,8

EXPLICACIÓN SÍMBOLOS:

- | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|--|
| 1: Datos del estudio de Extremadura. | a: Trabajadores invernadero. | A: Percepción subjetiva del riesgo. |
| 2: Datos del estudio de Almería. | b: Autónomos agrícolas. | B: Riesgo como causa probable de accidente de trabajo. |
| 3: Datos de la ENCTSA. | c: Trabajadores agrícolas. | C: Riesgo causante de accidente de trabajo. |

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de García *et al.* y de la ENCTSA [209] [1069]).

6.1.4.3.7. Molestias de origen laboral en el aparato locomotor. Regiones afectadas (41)

Los riesgos ergonómicos son los causantes del mayor número de bajas laborales y, por tanto, de pérdidas económicas en las empresas, sobre todo en el sector agrícola, no siendo una excepción los invernaderos. Al analizar la frecuencia de aparición de molestias y lesiones, de etiología laboral, que afectan al aparato locomotor, se observa que el 45,1% de los trabajadores de invernadero del presente estudio han sufrido o sufren problemas musculares o articulares susceptibles de originar TME de mayor entidad si no son corregidos.

En la ENCTSA [1069], el 81,5% de los trabajadores autónomos de invernadero ha padecido o padece TME de etiología laboral, mientras que en el resto de propietarios del sector agrícola este porcentaje es del 74,3%.

En 2018, del total de actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales llevadas a cabo por la Inspección de Trabajo [1073], el 0,9% correspondió a aspectos del trabajo relacionados con riesgos de tipo ergonómico; como consecuencia de aquellas, el porcentaje de requerimientos fue del 1,6%, y el de las infracciones del 0,8%.

A fin de poder implementar las correspondientes medidas correctoras, resulta imprescindible conocer cuáles son las zonas corporales más afectadas por este tipo de trastornos. Para ello, se ha dividido el cuerpo en cinco regiones anatómicas básicas: nuca/cuello, hombros, espalda, miembros superiores y miembros inferiores.

Los resultados (Figura 199) revelan que la parte del cuerpo más afectada es la espalda con el 32,7%, confirmando los datos procedentes de otras investigaciones [227] [250] [284] [506] [511] [513] [515] [531] [539] [546] [596] [624] [631] [654] [655] [659] [1069]. Tras la espalda, le siguen en importancia los TME que afectan a miembros inferiores (21,0) y superiores (14,4%).

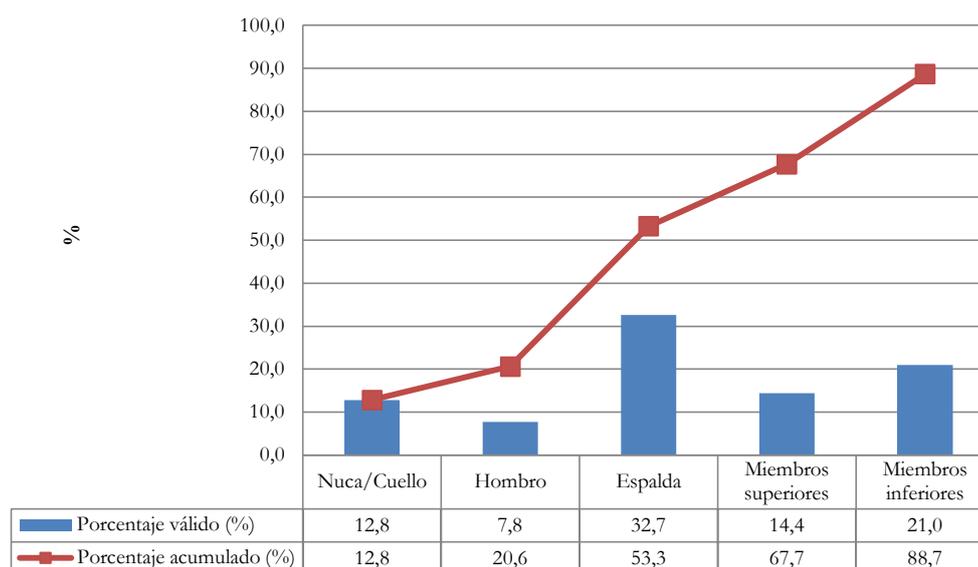


Figura 199. Regiones anatómicas afectadas por trastornos musculares y articulares (TME) de origen laboral entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La Tabla 97 compara diecinueve estudios sobre este aspecto de los TME. En trece de ellos la espalda es la región anatómica más afectada, en uno comparten esta posición la espalda y los miembros superiores [513], en otro este primer puesto registra un triple empate entre espalda, miembros superiores y miembros inferiores [515], en dos de estas investigaciones son los miembros inferiores los más afectados [545] [623] y, por último, en uno son los miembros superiores [535]. La segunda región anatómica más afectada, en general, son los miembros inferiores, seguida de miembros superiores, hombros y nuca/cuello.

Con respecto a la diferencia entre los porcentajes correspondientes a países desarrollados y en vías de desarrollo, se observa que en naciones como India, Indonesia, Malasia y Trinidad y Tobago las cifras de TME son mucho más elevadas (en ocasiones, todos los trabajadores refieren algún trastorno del aparato locomotor) que las de España, EEUU, Corea del Sur y Suecia.

Tabla 97. Comparación de la existencia de trastornos del aparato locomotor en diferentes estudios realizados sobre trabajadores del sector agrícola.

Referencia/País/Población	Cuello/Nuca	Hombro	Miembro superior	Espalda	Miembro inferior
Extremadura (España)/ n = 257	12,8	7,8	14,4	32,7	21,0
[284]/España/n = 220	25,8	19,6	55,5	85,1	19,0
[1069] ⁽¹⁾ /España/n = 1.503	19,2	12,5	18,1	71,4	25,4
[1069] ⁽²⁾ /España/n = 220	25,8	19,6	21,0	85,1	20,3
[1069] ⁽³⁾ /España/n = 557	16,6	9,8	16,5	66,6	27,3
[506]/Indonesia/n = 251	45,3	58,2	84,1	100	88,7
[511]/Corea del Sur/n = 1.013	21,8	42,9	51,9	63,8	43,3

Referencia/País/Población	Cuello/Nuca	Hombro	Miembro superior	Espalda	Miembro inferior
[513]/India/n = 140	42,1	57,1	100	100	-
[515]/India/n = 166	73,2	81,3	100	100	100
[535]/India/n = 60	65,0	66,7	100	61,7	
[559]/India/n = 120	88,3	53,3	83,3	100	93,3
[545]/EEUU/n = 759	8,9	-	14,5	24,5	25,8
[596]/India/n = 138	41,4	56,4	98,5	100	-
[623]/Malasia/n = 143	32,2	32,9	26,6	86,0	91,7
[624]/Trinidad y Tobago/n = 100	15,0	16,0	6,0	81,0	13,0
[631]/Suecia/n = 66	33,0	47,0	46,0	65,0	54,0
[654]/EEUU/n = 499	22,4	25,6	-	37,5	23,6
[659]/India/n = 300	15,4	17,8	8,7	42,7	34,8
[664]/EEUU/n = 971	-	-	14,0	22,0	30,0
(1) Trabajadores agrícolas. (2) Autónomos invernaderos. (3) Autónomos agrícolas.					

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de diferentes investigaciones).

6.1.4.4. Análisis de los riesgos higiénicos físicos

Los aspectos del trabajo relacionados con los riesgos higiénicos de tipo físico analizados en este apartado son:

- Temperatura.
- Humedad.
- Vestimenta.
- Radiación solar.
- Corrientes de aire.
- Ruido.
- Iluminación.
- Contaminación del aire del invernadero.

La media de las doce medias correspondientes a las preguntas en las que se ha empleado la Escala de Likert, es de 2,35, con un valor máximo (menos favorable) de 3,61 (conocimiento de la humedad presente en el trabajo) y un valor mínimo (más favorable) de 1,42 (incomodidad por corrientes de aire), que dibujan un nivel de riesgo general, para los factores relacionados con los factores higiénicos físicos, comprendido en un intervalo entre bajo y moderado.

6.1.4.4.1. Temperatura (42-44)

La temperatura y la humedad han sido tratadas profusamente en el presente estudio debido a que son las variables con mayor influencia en el posible discomfort de los trabajadores y en el éxito del cultivo. En este epígrafe se intentará discernir entre temperatura y sensación térmica, pues es fácil que los encuestados tiendan a identificar la primera con la segunda.

En primer lugar resulta prioritario averiguar en qué medida los trabajadores conocen la temperatura a la que trabajan. Esta cuestión ha sido abordada empleando la Escala de Likert. Los resultados obtenidos (Figura 200) indican que, en general, suelen conocer la temperatura a la que están expuestos durante el trabajo; así, el 35,8% de los encuestados siempre es consciente del valor de este parámetro, el 24,1% lo conoce a veces y el 18,7% a menudo. Las puntuaciones netamente negativas (nunca y alguna vez) representan al 21,4% de los trabajadores.

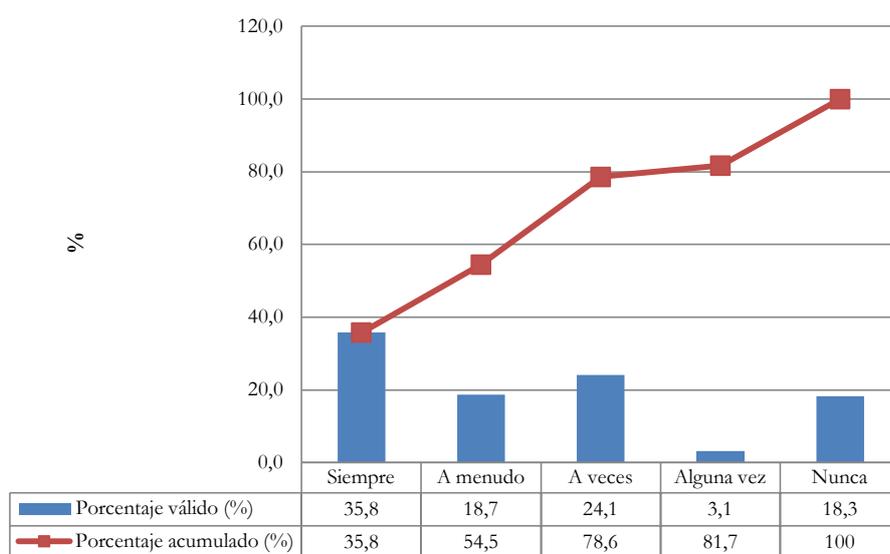


Figura 200. Grado de conocimiento de la temperatura por parte de los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Los datos correspondientes al análisis de las principales variables estadísticas para este ítem (Tabla 100) muestran una media de 2,49, mediana de 2,00, moda de 1, percentil 75 de 3,00, varianza de 2,134, etc., que informan de un nivel de riesgo para el grado de conocimiento de la temperatura de trabajo situado en un intervalo bajo-moderado.

En segundo lugar procede valorar el grado de satisfacción de los trabajadores con la temperatura en el interior del invernadero. Como en el ítem precedente, para analizar esta cuestión se ha aplicado la Escala de Likert. El grado de satisfacción es en general moderado, porcentaje que representa al 34,2% de los encuestados, seguido del 31,1% que afirma que su satisfacción es mínima y del 14,4% que asegura que su nivel de agrado con la temperatura es elevado (Figura 201). En definitiva, sólo uno de cada cuatro trabajadores (24,1%) manifiesta un grado de satisfacción máximo o elevado. El análisis de los parámetros estadísticos (Tabla 100) muestra un valor del riesgo, en relación a la satisfacción con la temperatura de trabajo, situado en un intervalo entre moderado y elevado, con una media de 3,39, percentil 25 de 3,00, etc.

En la investigación desarrollada en Almería sobre autónomos de invernadero y del sector agrícola en general [284], los trabajadores fueron consultados sobre el problema que para ellos podría suponer la exposición a temperaturas extremas en el trabajo; así, el 94,5% de los que desempeñaban su labor en invernaderos afirmaba su disconfort por calor en verano, por sólo el 25,5% en el resto del sector; finalmente, mientras el 43,8% manifestaba que en invierno padecía disconfort por frío, para el resto de autónomos del sector este porcentaje era del 15,0%.

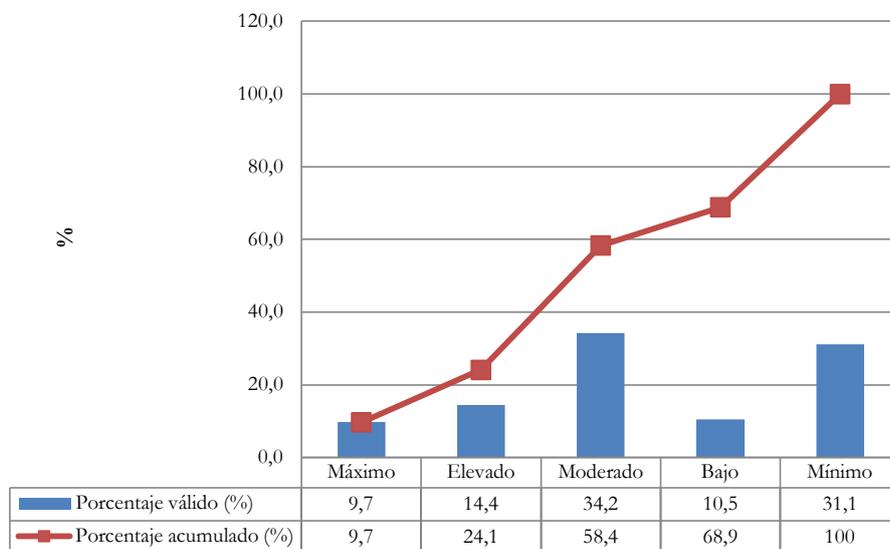


Figura 201. Grado de satisfacción de la temperatura de trabajo por los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Como se señaló con anterioridad, es preciso distinguir entre la valoración de la temperatura y la sensación térmica percibida que, como se ha expuesto en epígrafes precedentes, depende de la acción conjunta de numerosas variables, no sólo de la temperatura. Un trabajador puede reconocer la existencia de una temperatura elevada o muy baja en el interior del invernadero, pero quizá esto no le resulte incómodo, bien por su grado de aclimatación, estado físico, presencia de corrientes de aire, calefacción en invierno, nivel de penosidad del esfuerzo realizado, etc. En este estudio se han ofrecido seis opciones a los encuestados:

- En verano se está bien en el invernadero.
- En verano se pasa frío en el invernadero.
- En verano se pasa calor en el invernadero.
- En invierno se está bien en el invernadero.
- En invierno se pasa frío en el invernadero.
- En invierno se pasa calor en el invernadero.

La Figura 202 muestra los resultados obtenidos sobre la sensación térmica percibida. El 94,9% de los trabajadores afirma que pasa calor en verano; este porcentaje es muy similar al de autónomos de invernadero disconformes con la temperatura en verano (94,5%) [284]. Ningún trabajador extremeño pasa frío en verano en el interior del invernadero. En cuanto al período invernal, el 67,1% de los encuestados no padece sensaciones incómodas y sí el 32,9%, un 7,6% por calor y un 25,3% por frío.

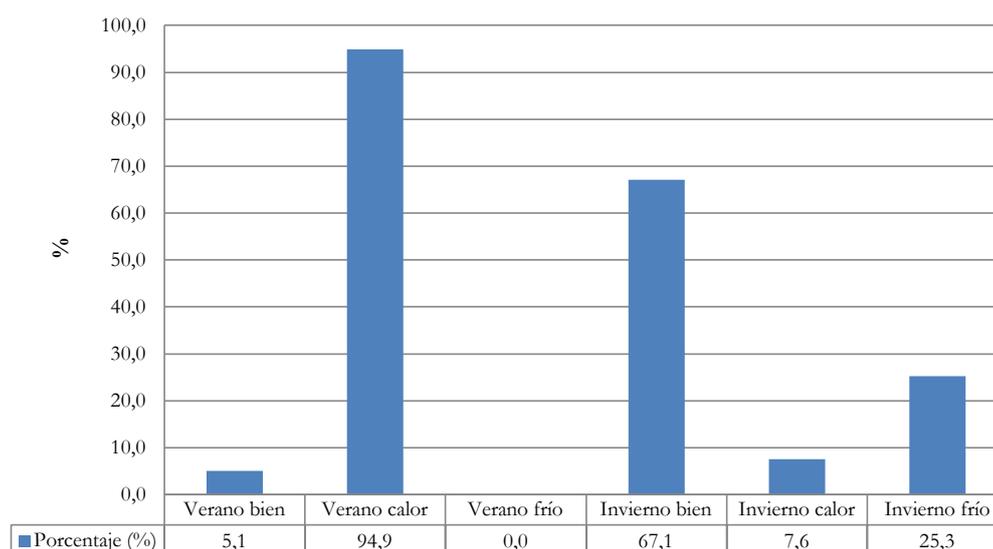


Figura 202. Sensación térmica percibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Al comparar estos datos con los de la ENCTSA [1069] (Tabla 98), se aprecian algunas diferencias, por ejemplo entre los trabajadores de invernadero (5,1% y 3,7%) y los del resto del sector agrícola que no trabaja al aire libre (27,7% y 74,5%) en cuanto a la sensación de confort en verano; existe cierto consenso en la falta de comodidad en verano, salvo entre los autónomos de invernadero (sólo un 25,5%); acuerdo total en los mínimos valores de incomodidad en verano por frío y el nivel de confort en invierno; la incomodidad por calor en invierno sólo registra el valor positivo (7,6%) de los trabajadores extremeños de invernadero y, finalmente, la incomodidad por frío en invierno registra valores intermedios, con un intervalo de 15,0% (autónomos de invernadero) a 43,8% (autónomos agrícolas que no trabajan al aire libre).

Tabla 98. Comparación de los resultados obtenidos en el estudio sobre los invernaderos de Extremadura y los procedentes de la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [1069].

Estación/Opinión sensación térmica	Trabajadores invernadero Extremadura (%)	Trabajadores agrícolas(*) (ENCTSA) (%)	Trabajadores autónomos agrícolas(*) (ENCTSA) (%)	Trabajadores autónomos invernadero (ENCTSA) (%)
Verano: Confortable	5,1	27,7	3,7	74,5
Verano: Inconfortable por calor	94,9	71,1	94,5	25,5
Verano: Inconfortable por frío	0,0	1,2	1,6	0,0
Invierno: Confortable	67,1	66,0	56,2	85,0
Invierno: Inconfortable por calor	7,6	0,0	0,0	0,0
Invierno: Inconfortable por frío	25,3	34,0	43,8	15,0

(*) No trabajan al aire libre.

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Ante los valores tan elevados de incomodidad por calor en verano, se hace necesaria la implementación de medidas que protejan a los trabajadores sin alterar las condiciones termohigrométricas que requieren las especies cultivadas, pues no se ha de olvidar que esta actividad constituye un negocio y obtener el mejor rendimiento posible es el principal objetivo del empresario. No obstante, la ley le exhorta a tomar las medidas que sean precisas para proteger la seguridad y la salud de sus trabajadores. En este sentido, existe una batería de actuaciones preventivas de sencilla implementación:

- a Evaluar el estrés térmico por calor para conocer hasta qué punto constituye un riesgo.
- b La duración de la jornada de trabajo debe depender del período estacional.
- c Vigilar las franjas horarias más peligrosas y centrar las actuaciones preventivas sobre ellas.
- d La rotación de los trabajadores es muy útil en las horas de mayor calor y para las tareas más pesadas, de manera que los individuos dispongan de períodos de trabajo y descanso diferentes a los habituales, a fin de mantener un buen estado de hidratación y termorregulación interna [290] [306]. Las pausas deben realizarse fuera del invernadero, en lugares frescos.
- e Modificar el régimen de descansos en el período estival si existe riesgo por estrés térmico por calor. Será necesario establecer unos porcentajes de trabajo-descanso por hora [316]; así, este régimen puede alcanzar relaciones de 25%-75% en personas aclimatadas, con ropa de trabajo de verano e hidratados, cuando el Índice WBGT alcance valores de 32,2 °C para trabajos ligeros; 31,1 °C para actividades moderadas y 30,0 °C para tareas pesadas. La relación es de 50%-50% si, para idénticas condiciones, los valores del Índice WBGT son, respectivamente, de 31,4, 29,4 y 27,9 °C.
- f La corrección del riesgo de estrés térmico por calor puede acometerse mediante la aplicación de la legislación de seguridad y salud laboral y el diseño e instauración de políticas preventivas basadas en la formación y la experiencia de trabajadores y empresarios [317].
- g La vigilancia de la salud debe proporcionar al trabajador seguridad sobre su estado de salud y condición física.
- h Respetar los períodos de aclimatación.
- i Realizar frecuentes cambios posturales.
- j Reponer líquidos, aunque no se tenga sed, para evitar las consecuencias nocivas de la deshidratación.
- k La automatización del invernadero resulta muy efectiva para controlar el ambiente interior y evitar que se sobrepasen los valores estipulados para el cultivo. De esta manera, como ocurre con el invernadero de referencia de este estudio, cuando la temperatura interior llega a 30 °C en los meses de calor, se activan de forma automática la pantalla húmeda y el sistema de extracción forzada (corrientes de aire), aliviando temporalmente el estado de incomodidad del trabajador.

6.1.4.4.2. Humedad (45-46)

La humedad es el segundo parámetro ambiental susceptible de causar incomodidad a los trabajadores de invernadero. Los cultivos requieren elevados porcentajes de humedad para su subsistencia y esto provoca que la acción conjunta de humedad y temperatura cause disconfort en el trabajador, sobre todo durante los meses de calor. Por tanto, y como se hizo con la temperatura, es preciso valorar la percepción de la humedad a la que se encuentran expuestos los trabajadores, y para ello se han confeccionado dos ítems estructurados mediante la Escala de Likert.

En primer lugar es preciso averiguar si los trabajadores son conscientes del porcentaje de humedad que les acompaña durante su actividad. Casi la mitad de ellos (47,1%) nunca sabe el porcentaje de humedad presente en la instalación, el 19,8% afirma que a veces conoce este dato y el 15,2% está siempre al corriente (Figura 203). En definitiva, sólo uno de cada cuatro trabajadores (25,3%) conoce a menudo o siempre la humedad que existe en el invernadero. En España, el 60,6% de los trabajadores autónomos de invernadero no puede controlar las condiciones de humedad porque, sencillamente, son las que requiere el cultivo, y para un 2,7% esta opción no es viable porque no existen acondicionadores en la instalación; por tanto, sólo un 36,7% podría modificar las condiciones higrométricas estipuladas [1069].

Los resultados correspondientes a los principales parámetros estadísticos sobre el grado de conocimiento de la humedad por los encuestados, arrojan unas cifras netamente peores a las correspondientes al grado de conocimiento de la temperatura de trabajo (Tabla 100). Así, la media es de 3,61, la mediana es de 4,00, la moda es 5, el percentil 50 es 4,00, el valor de la varianza es 2,294, etc., que informan de un nivel de riesgo para esta cuestión situado en un intervalo entre moderado y elevado. Cabe pensar que la humedad es la gran desconocida de los trabajadores, de entre las principales variables del ambiente interior del invernadero.

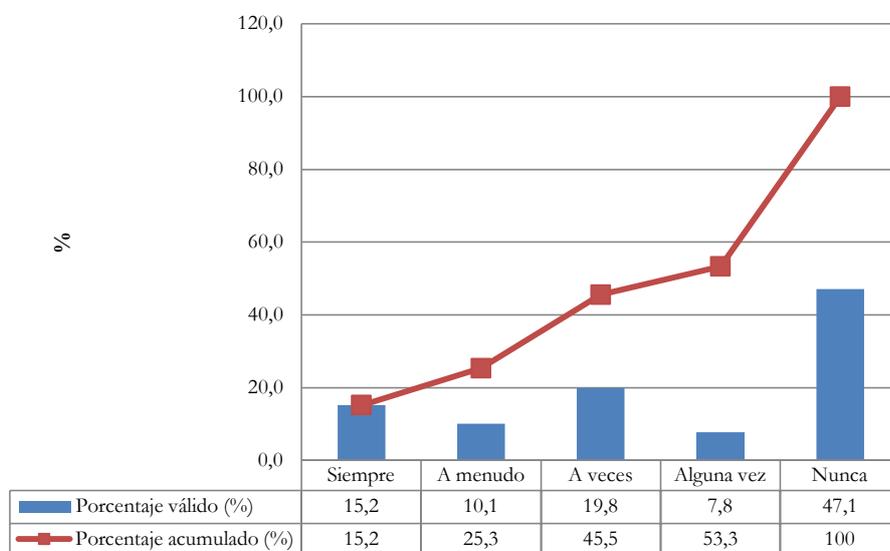


Figura 203. Grado de conocimiento, por los trabajadores, de la humedad existente en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

En segundo lugar se aborda el estudio del grado de satisfacción de los trabajadores en relación a la humedad en el interior de los invernaderos. Dicha satisfacción es mínima para el 33,5% de los encuestados, moderada para el 31,9% y elevada para el 16,3%. Tres de cada cuatro trabajadores (77,4%) se encuentran en posiciones de grado de satisfacción mínimo, bajo y moderado; el porcentaje de los que siempre consideran que la humedad del invernadero es satisfactoria para desempeñar sus tareas representa sólo al 6,2% de los trabajadores (Figura 204). El análisis de las principales variables estadísticas muestra en general valores poco favorables (Tabla 100); así, se ha obtenido una media de 3,50, una moda de 5, etc.; por tanto, el nivel de riesgo respecto al grado de satisfacción con la humedad de trabajo, se sitúa en un intervalo entre moderado y elevado. Sorprendentemente, los trabajadores se muestran ligeramente más disconformes con los niveles de humedad que con los de temperatura.

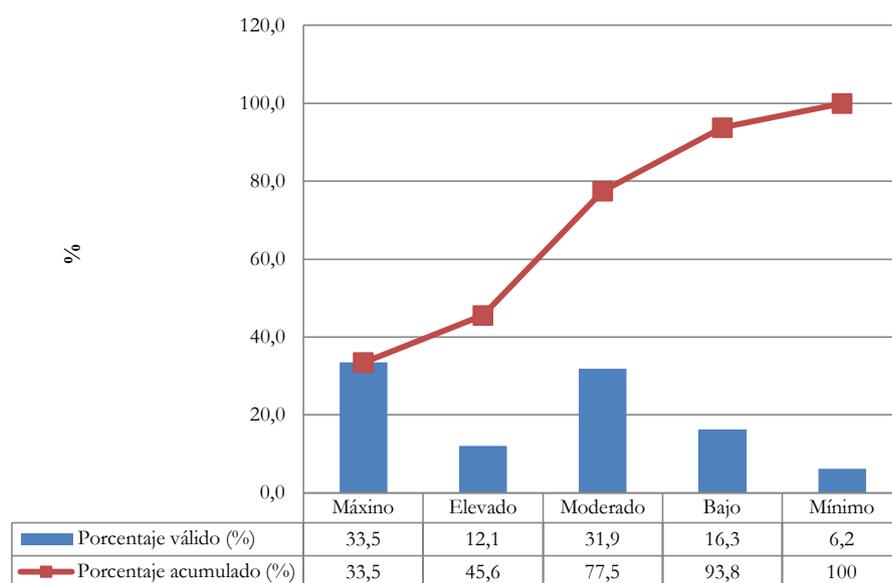


Figura 204. Grado de satisfacción con la humedad por parte de los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Los niveles de humedad en los invernaderos son los requeridos por la especie cultivada. Resultan, por tanto, muy superiores a los del resto del sector agrícola, incluso en el caso de aquellos que no trabajan al aire libre. En los invernaderos de Almería, el 52,1% de los trabajadores de invernadero considera que en su trabajo el ambiente resulta muy húmedo (9,2% en el resto del sector), el 9,5% opina que es muy seco (30,5% en el resto) y el 38,4% (40,6%) que el porcentaje de humedad es el adecuado para trabajar [284]. Por otra parte, la ENCTSA [1069] revela también valores muy diferentes en esta cuestión entre trabajadores autónomos de invernadero y los del resto del sector agrícola que no trabajan al aire libre. En la Tabla 99 se han recopilado y comparado los datos hallados en la bibliografía consultada para un aspecto tan concreto como la opinión que tienen los agricultores sobre las condiciones de humedad con las que deben desempeñar su actividad, sea esta la que fuere. Del análisis de estos datos resulta evidente la diferencia entre los valores procedentes de los invernaderos en los grados negativos de satisfacción (intervalo 45,6-61,7%) y los del resto del sector (intervalo 22,8-45,8%).

Tabla 99. Grado de satisfacción de diferentes colectivos agrícolas con las condiciones de humedad presentes en su trabajo, procedente de distintas fuentes bibliográficas.

Grado de satisfacción humedad de trabajo	Trabajadores invernadero Extremadura (%)	Trabajadores invernadero Almería [284] (%)	Autónomos agrícolas España [1069] ($\Sigma\% < 100$)	Autónomos agrícolas(*) España [1069] (%)	Autónomos invernadero España [1069] (%)
Nulo/Bajo	45,6	61,6	45,8	22,8	61,3
Moderado/Elevado/Máximo	54,4	38,4	40,1	72,2	38,7

(*) Trabajadores agrícolas que no trabajan al aire libre.

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de González Través *et al.* y de la ENCTSA [284] [1069]).

Tabla 100. Principales parámetros estadísticos correspondientes al grado de conocimiento y de satisfacción, por los trabajadores, de la temperatura y la humedad de trabajo en el interior de los invernaderos de Extremadura.

Variables estadísticas	Escala Likert (5-1): resultados grado conocimiento temperatura trabajo	Escala Likert (5-1): resultados grado conocimiento humedad trabajo	Escala Likert (5-1): resultados grado satisfacción temperatura trabajo	Escala Likert (5-1): resultados grado satisfacción humedad trabajo
Media	2,49	3,61	3,39	3,50
Mediana	2,00	4,00	3,00	3,00
Moda	1	5	3	5
Desviación típica	1,461	1,515	1,319	1,275
Varianza	2,134	2,294	1,739	1,626
Asimetría	0,584	-0,549	-0,180	-0,209
Curtosis	-0,963	-1,186	-1,055	-1,098
Percentil 25	1,00	2,00	3,00	3,00
Percentil 50	2,00	4,00	3,00	3,00
Percentil 75	3,00	5,00	5,00	5,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.4.3. Vestimenta (47)

La vestimenta o ropa de trabajo proporciona cierto grado de aislamiento entre la superficie de la piel y el ambiente climático existente en el invernadero. Su valor debe encontrarse en el intervalo de 0-2 clo, aunque durante los meses estivales de zonas cálidas este guarismo debe acomodarse a 0,6 clo, que se corresponde con el uso de pantalón y camiseta de manga corta confeccionados con tejidos naturales de color claro. La vestimenta influye significativamente en la sensación térmica percibida.

Para conocer el grado de adecuación de la ropa de trabajo en las condiciones ambientales existentes en los invernaderos de Extremadura se ha confeccionado una única pregunta empleando la Escala de Likert. Aproximadamente un tercio de los trabajadores (30,4%) afirma que su ropa de trabajo no puede ser más adecuada, el 24,5% manifiesta un grado de satisfacción moderado y para el 18,3% este es mínimo (Figura 205). En definitiva, más de la mitad de los encuestados (52,1%) considera que el grado de adecuación de su vestimenta es nulo, bajo o moderado. Cabe pensar que este porcentaje encubra cierta falta de formación e información sobre aspectos como el empleo de tejidos naturales y colores claros.

El estudio de las principales variables estadísticas para evaluar el nivel de riesgo debido al grado de adecuación de la vestimenta arroja unos resultados que lo sitúan en un intervalo entre bajo y moderado (Tabla 102), con una media de 2,68, moda de 1, etc.

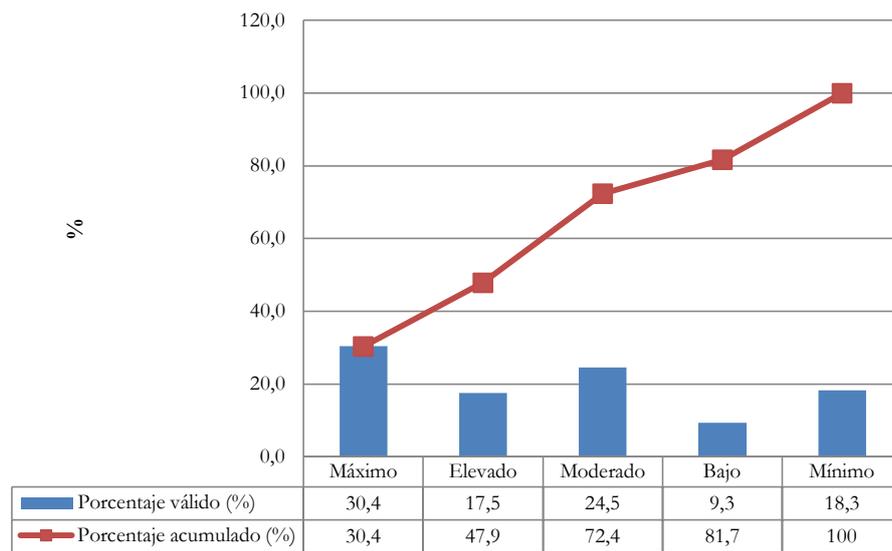


Figura 205. Grado de adecuación de la vestimenta entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.4.4. Radiación solar (48)

La radiación solar está compuesta por la radiación ultravioleta (responsable de la pigmentación de la piel), la infrarroja y la fotosintéticamente activa o PAR. Una buena cubierta debe favorecer la penetración de la radiación infrarroja cercana o NIR y neutralizar la infrarroja lejana. La unidad de medida de la radiación solar es el kiloLangley·año⁻¹, cuyo rango, en función de la zona climática, se sitúa en 70-160 kLy·año⁻¹. La zona mediterránea, en la que se encuadra Extremadura, recibe altas dosis de radiación solar (130-160 kLy·año⁻¹). La cubierta del invernadero debe ser permisiva y optimizar la transmisión de la radiación solar para maximizar el rendimiento del cultivo [15]. Su nivel debe ser controlado mediante la implementación de las tecnologías adecuadas o empleando métodos manuales tradicionales. Las instalaciones con cubiertas curvas captan más radiación solar que las rectas a dos aguas y estas, a su vez, más que las planas.

La radiación solar es percibida en forma de luz y calor (radiación fotosintética y calorífica), circunstancia que contribuye al incremento del estrés térmico por calor [286]. Como resultado de su acción sobre el organismo del trabajador, la radiación solar puede causar patologías cutáneas (erupciones), molestias oculares y otros problemas, como cefaleas, procesos de deshidratación, mareos, hiperhidrosis, etc. Ante niveles excesivos de radiación solar es posible tomar medidas preventivas protectoras dirigidas tanto a los cultivos como a los trabajadores, como el blanqueo de cubiertas para reflejar la radiación solar (método muy utilizado en los invernaderos del sureste español), las mallas de sombreado, tanto interiores como exteriores (umbráculos) y, finalmente toda la batería de medidas preventivas generales (ya mencionadas), aplicables a un ambiente térmico hostil para el trabajador.

Una radiación solar excesiva, por consiguiente, puede causar problemas leves, pero incómodos, a los trabajadores. Para conocer esta cuestión se ha empleado la Escala de Likert complementada con la información referida al tipo de molestia padecida. La Figura 206 muestra los resultados obtenidos para este ítem. Destaca el hecho de que dos de cada tres trabajadores (61,5%) nunca padecen molestias ni otras alteraciones de tipo orgánico debidas a un exceso de radiación solar; el resto de porcentajes son

minoritarios, como el 4,7% de encuestados que afirma sufrir siempre problemas o incomodidades por esta razón. El análisis de las principales variables estadísticas en esta materia (Tabla 102) arroja cifras muy bajas, positivas por tanto, con una media de 1,82, mediana de 1,00, percentil 50 de 1,00, etc., que conforman un nivel de riesgo, para la frecuencia de molestias causadas por la radiación solar, situado en un intervalo entre mínimo y bajo, muy cercano a este último.

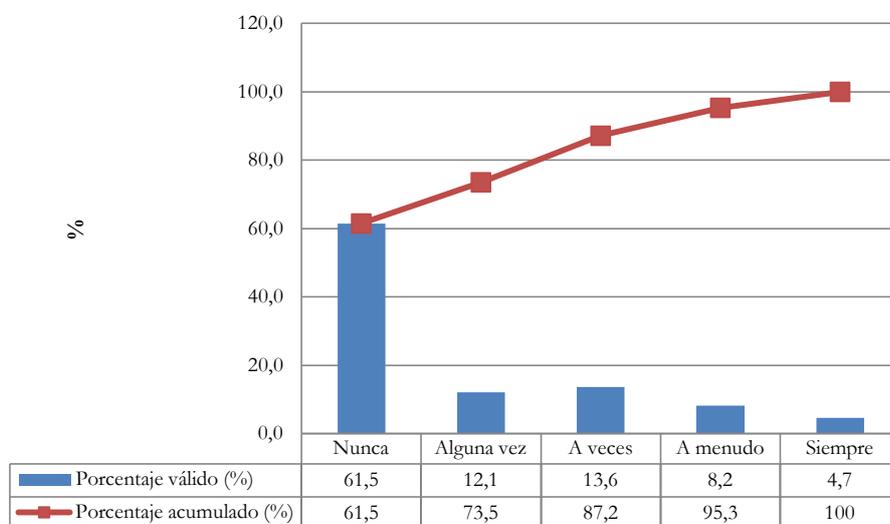


Figura 206. Frecuencia de materialización de molestias causadas por la radiación solar a los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Las molestias causadas a los trabajadores por un exceso de radiación solar (Figura 207) son muy específicas y afectan sobre todo a los ojos (irritación, lagrimeo, etc.), con el 37,4% y a la piel (erupciones, dermatitis, etc.), con el 5,8%. Algunos trabajadores han referido otros problemas (1,9%), entre los que destacan cefaleas, alteraciones ocasionadas por procesos de deshidratación, mareos y exceso de sudoración o hiperhidrosis.

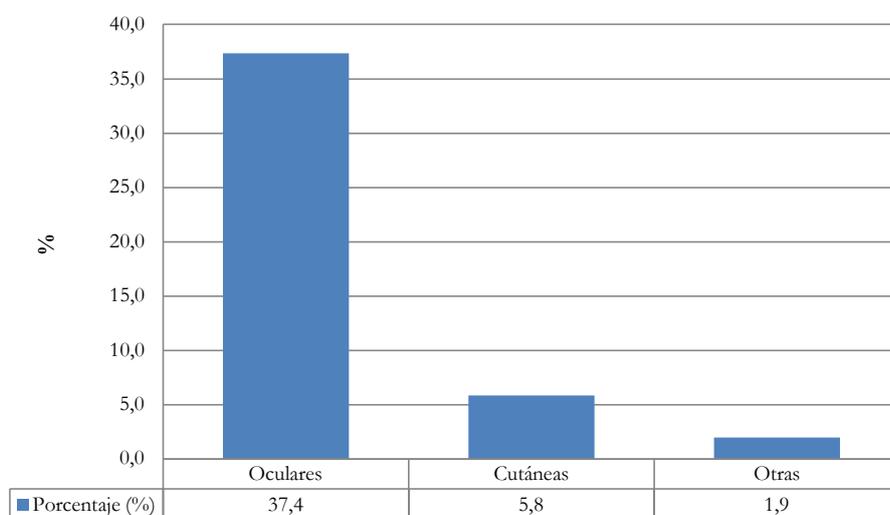


Figura 207. Tipo de molestias causadas por la radiación solar a los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.4.5. Corrientes de aire (49)

El viento, los gradientes de presión originados en el invernadero, la ventilación natural y la acción combinada de la pantalla húmeda y el sistema de extracción (ventilación forzada) generan corrientes de aire cuyo objetivo es renovar continuamente el ambiente interior. Estos movimientos de aire pueden causar incomodidad en el trabajador en función, principalmente, de su temperatura, velocidad y persistencia en ambientes fríos o moderados. Sin embargo, las corrientes de aire pueden aliviar el disconfort cuando el trabajador está sometido a elevados regímenes de temperatura y humedad, de forma que cuando se activa la ventilación (natural o forzada), el individuo encuentra, durante unos minutos, un ambiente de trabajo más agradable, reduciendo dicho estado de incomodidad.

Los resultados para esta cuestión se han conseguido empleando la Escala de Likert (Figura 208). Destaca la uniformidad de criterio entre los trabajadores, ya que el 79,4% manifiesta que el grado de incomodidad es nulo y tan sólo un 6,6% lo considera elevado o máximo (persistente). Por tanto, los valores de los principales parámetros estadísticos son muy bajos, positivos por tanto, destacando una media de 1,42, mediana de 1,00, percentil 75 de 1,00, etc., que informan de un nivel de riesgo, para el grado de incomodidad por corrientes de aire, situado en un intervalo entre mínimo y bajo.

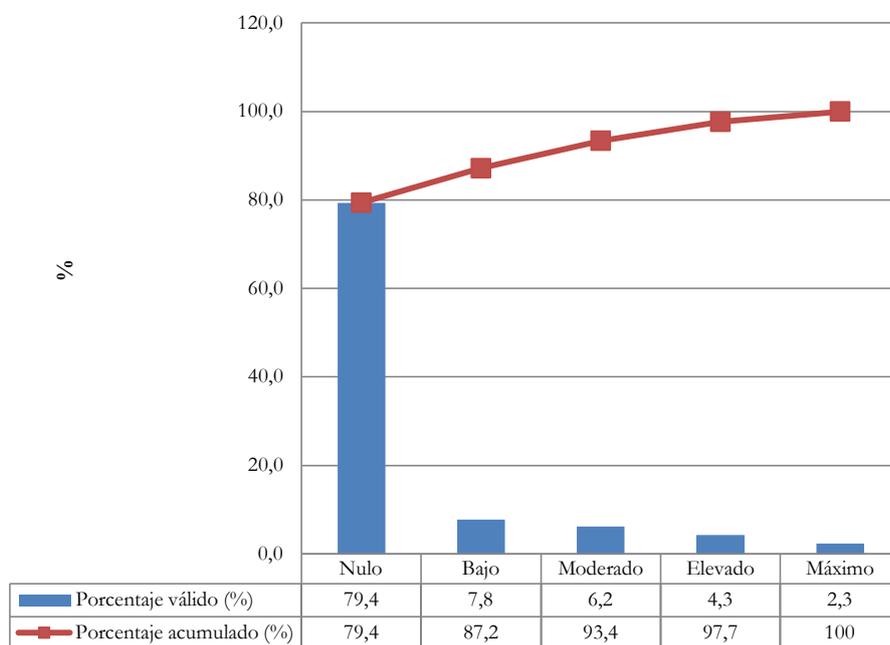


Figura 208. Nivel de incomodidad por la presencia de corrientes de aire entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.4.6. Ruido (50)

El ruido constituye un riesgo con capacidad para originar accidentes de trabajo; por consiguiente, debe ser evaluado. El ruido presente en los invernaderos suele ser de dos tipos: persistente y de impacto. El primero puede tener su origen, por ejemplo, en el funcionamiento de máquinas eléctricas, mientras el

segundo puede aparecer por la activación de los generadores o por el sistema de extracción de aire, todo ello en un espacio semiconfinado. Tras exposiciones repetidas y prolongadas, el ruido puede provocar la aparición de una enfermedad profesional por pérdida auditiva crónica.

La gravedad de sus lesiones depende de varios factores, como su persistencia y duración, intensidad, distancia a la que trabaja el sujeto, uso de EPI específicos (protectores auditivos) y grado de cerramiento del invernadero (si la ventilación está activada, o no). Las alteraciones orgánicas derivadas de la presencia de ruido son muy variadas: desde efectos leves, como cefaleas y problemas auditivos poco trascendentes, hasta afecciones graves, como las pérdidas auditivas mencionadas.

Si el ruido no puede ser eliminado, deberá atenuarse mediante el aislamiento de su fuente generadora; otras medidas a adoptar para combatir el ruido en el trabajo consisten en adquirir maquinaria y vehículos con bajo nivel de sonoridad, en los procesos de implementación de nuevas tecnologías para el interior del invernadero elegir las más silenciosas (el objetivo de la tecnificación es facilitar el trabajo y reducir los riesgos existentes, no crear uno nuevo) y el empleo de EPI específicos.

La procedencia del ruido que afecta a los trabajadores agrícolas ha sido estudiada detalladamente en España [1069]; así, en el 50,0% de los casos el ruido tiene su origen en vehículos y maquinaria agrícola pesada, en el 22,1% en máquinas, el 7,0% en equipos generales (compresores, ventiladores, etc.) y el 1,2% en herramientas manuales. Asimismo, se puede relacionar el grado de intensidad del ruido con la procedencia del mismo:

- Si el ruido es moderado procede, en orden de importancia, de vehículos y maquinaria agrícola pesada (50,7%), máquinas (19,5%), equipos generales (7,4%) y herramientas manuales (1,4%).
- Si el ruido es elevado, sus fuentes generadoras son los vehículos y maquinaria agrícola pesada (59,3%), máquinas (29,6%) y equipos generales (7,4%).
- Si el ruido es muy elevado, su procedencia se localiza en máquinas (85,7%) y vehículos y maquinaria agrícola pesada (14,3%).

En el presente estudio, al analizar la percepción de los riesgos existentes en el trabajo, quedó documentada la décima posición ocupada por el ruido (30,7%), aunque a nivel nacional, esta cifra desciende a 6,3% para los trabajadores autónomos agrícolas y a 3,2% entre los trabajadores autónomos hortícolas y de viveros [1069]. Para el análisis del grado de molestia debida al ruido en el ámbito laboral, se ha empleado una vez más la Escala de Likert (Figura 209).

Como sucedía con la incomodidad por la presencia de corrientes de aire, el grado de molestia debida al ruido registra valores netamente positivos, como el 74,3% de los que afirman no padecer nunca este tipo de inconveniente y los pírricos 2,7% y 5,1% de aquellos que lo sufren siempre y a menudo, respectivamente.

No por ser estos últimos porcentajes muy bajos deben provocar conformidad en el investigador; al contrario, trabajar siempre o a menudo con este tipo de molestia podría causar a largo plazo pérdidas auditivas severas, en el caso del presente estudio, a unos 20 trabajadores, que son los que afirman estar sometidos a elevados niveles de ruido siempre o a menudo.

En una investigación desarrollada en Chile en trabajadores de invernadero [263], ninguno de ellos empleaba protectores auditivos, a pesar de que el 25,9% consideraba estar expuesto a elevados niveles esporádicamente.

Los parámetros estadísticos procedentes del análisis del grado de molestia causada por el ruido (Tabla 102), muestran valores bajos (positivos), con una media de 1,53, mediana de 1,00, moda de 1, percentil 75 de 2,00, etc., que configuran un nivel de riesgo, para esta cuestión, situado en un intervalo entre mínimo y bajo.

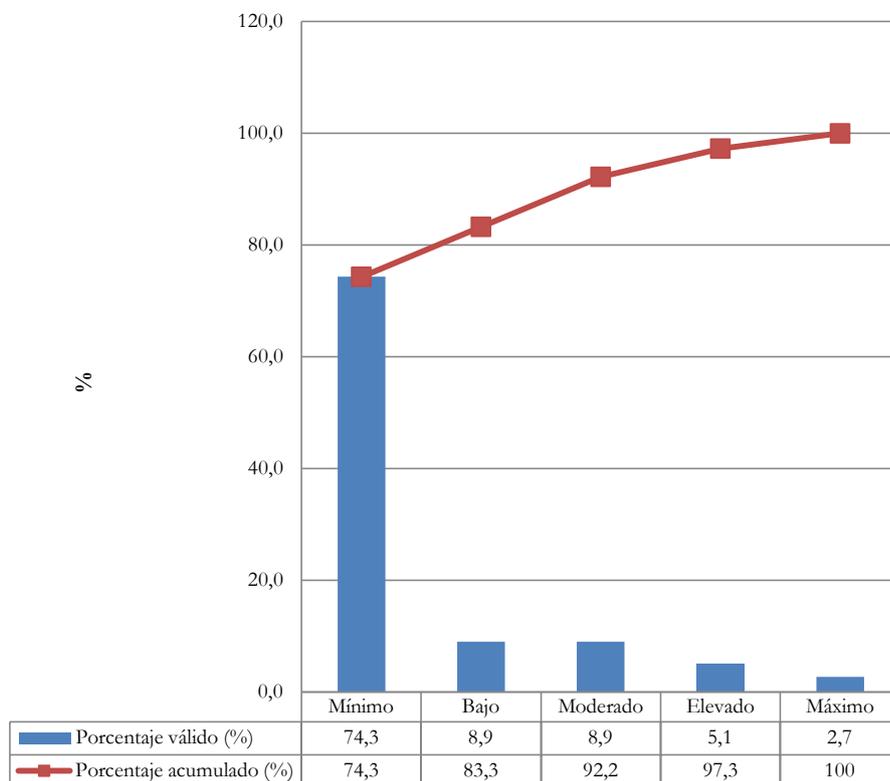


Figura 209. Grado de molestia debida al ruido entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

La comparación de estos resultados con otros de procedencia nacional [1069] revela una tendencia clara (Tabla 101), con porcentajes muy altos de trabajadores para los que el ruido no constituye ni un riesgo importante, ni fuente de molestia o incomodidad.

Tabla 101. Comparación del grado de incomodidad causada por el ruido en los trabajadores de invernadero de Extremadura y autónomos agrícolas y de invernadero de España [1069].

Grado de incomodidad por ruido	Trabajadores invernadero Extremadura (%)	Autónomos agrícolas España (%) [1069]	Autónomos invernadero España (%) [1069]	Autónomos agrarios España (%) [1069]
Muy bajo	83,3	88,2	97,7	87,6
Moderado	8,9	9,0	0,9	7,6
Elevado	5,1	1,8	1,1	3,3
Muy elevado	2,7	0,5	0,3	1,5

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Tabla 102. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes al grado de adecuación de la vestimenta, frecuencia de aparición de molestias causadas por la radiación solar, grado de incomodidad originado por la presencia de corrientes de aire y de ruido entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO ADECUACIÓN VESTIMENTA	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS FRECUENCIA MOLESTIAS CAUSADAS POR LA RADIACIÓN SOLAR EN EL TRABAJO	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS GRADO INCOMODIDAD CORRIENTES AIRE EN EL TRABAJO	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS GRADO MOLESTIA RUIDO EN EL TRABAJO
Media	2,68	1,82	1,42	1,53
Mediana	3,00	1,00	1,00	1,00
Moda	1	1	1	1
Desviación típica	1,455	1,214	0,954	1,031
Varianza	2,118	1,473	0,909	1,063
Asimetría	0,338	1,252	2,330	1,927
Curtosis	-1,191	0,336	4,572	2,716
Percentil 25	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	3,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 75	4,00	3,00	1,00	2,00
Percentil 95	5,00	4,10	4,00	4,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.4.7. Iluminación (51-53)

El grado de intensidad lumínica natural en el interior del invernadero es consecuencia directa de la radiación solar y de otros factores, como la orientación espacial de la instalación, zona climática, estación del año, ángulo de incidencia de los rayos solares, tipo de cubierta, grado de transparencia del material plástico o de vidrio, estado de limpieza del mismo, presencia de sombras interiores, nubosidad, etc. Existe también una iluminación artificial cuyo objetivo es prolongar la duración del día, sobre todo en otoño e invierno y durante el período nocturno en las instalaciones intensivas más tecnificadas. En todo caso, la iluminación debe ser evaluada, de forma que permita a los trabajadores desempeñar su trabajo con seguridad, teniendo siempre en cuenta los requerimientos de la especie cultivada. Su nivel debe adaptarse al grado de dificultad de la tarea, con especial atención a los lugares de trabajo en los que exista riesgo mecánico (atrapamientos, golpes, cortes, etc.). La iluminación influye en la concentración de CO₂ en el interior del invernadero, de manera que durante las horas centrales del día desciende a valores próximos a 200 ppm, mientras en el período nocturno aumenta hasta unas 400 ppm.

La iluminación tiene consideración de riesgo laboral; de hecho, ocupa el puesto número 25, con un grado de preocupación del 6,6% entre los trabajadores de invernadero encuestados. Por lo que respecta a la consideración subjetiva de riesgo de AT, su posición es la número 27, votada por el 6,2% de los trabajadores. Para abordar su grado de satisfacción con la iluminación del recinto de trabajo, el de las molestias causadas por deslumbramientos o reflejos y la frecuencia de aparición de afecciones oculares

inespecíficas en el trabajo, se han confeccionado tres ítems para cuya valoración se ha empleado la Escala de Likert.

Los resultados sobre el grado de satisfacción de los trabajadores de invernadero de Extremadura con la iluminación en sus instalaciones (Figura 210) presenta valores netamente favorables: el 37,7% manifiesta un grado de satisfacción elevado y el 32,3% máximo. El porcentaje de los que están nada o poco satisfechos representa el 8,2% de los encuestados.

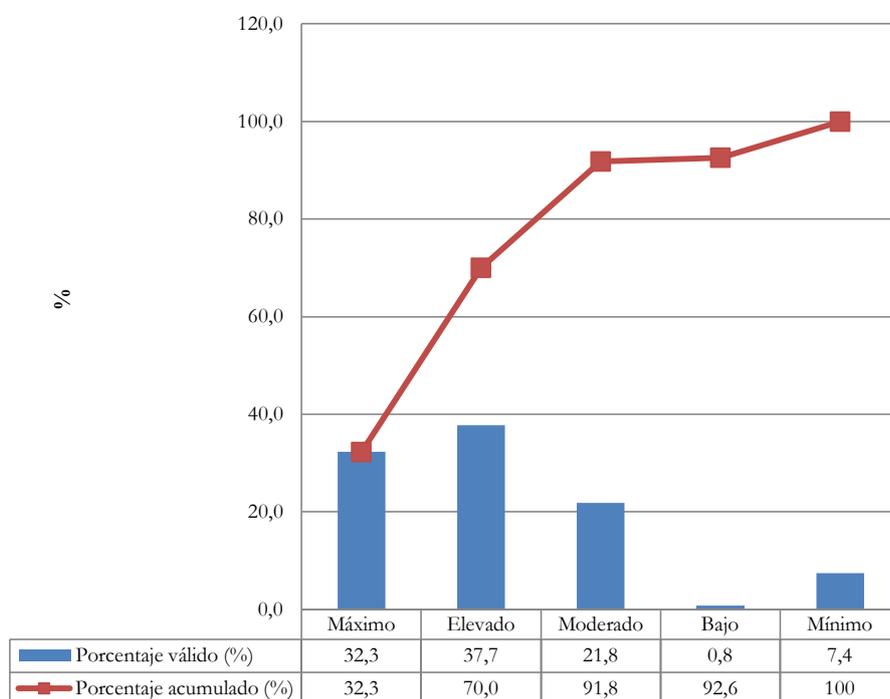


Figura 210. Grado de satisfacción por el nivel de iluminación entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Del tratamiento estadístico de estos datos resultan cifras muy favorables en el nivel de satisfacción con la iluminación, con una media de 2,13, mediana de 2,00, percentil 75 de 3,00, etc. (Tabla 103), que configuran un nivel de riesgo, para esta cuestión, situado en un intervalo entre bajo y moderado, pero cercano al primero.

Las molestias por deslumbramientos o reflejos de luz son habituales en lugares de trabajo con niveles elevados de radiación solar y de iluminación, como son los invernaderos. La frecuencia de aparición de dichas molestias (Figura 211), muestra cifras alentadoras; así, la mitad de los trabajadores (51,4%) nunca ha padecido este inconveniente; a veces, el 22,6% de los encuestados, mientras el 14,4% se decanta por las opciones siempre y a menudo.

Del tratamiento estadístico de estos datos derivan valores bajos (positivos) sobre este aspecto del trabajo: media de 2,08, mediana de 1,00, percentil 50 de 1,00, etc. (Tabla 103), que conforman un nivel de riesgo, para el grado de molestias debidas a deslumbramientos o reflejos, situado en un intervalo entre bajo y moderado, muy próximo al primero.

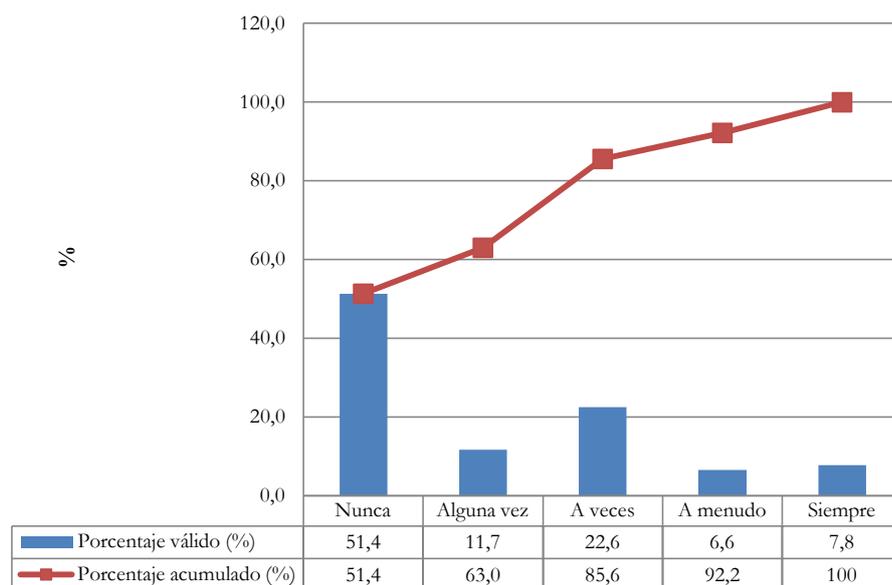


Figura 211. Frecuencia de aparición de molestias por deslumbramientos o reflejos de luz entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

El análisis del posible origen de afecciones oculares inespecíficas entre los trabajadores de invernadero muestra que puede deberse a varias causas, persistentes en el tiempo, como los deslumbramientos o reflejos, el exceso o defecto de iluminación del recinto, el efecto molesto de la hiperhidrosis, procesos alérgicos relacionados con la actividad laboral, presencia de contaminantes ambientales, existencia de polvo en suspensión, etc. Casi la mitad de los trabajadores (45,9%) ha padecido afecciones oculares leves de origen inespecífico a consecuencia de su trabajo: 20,6% a veces, 12,8% alguna vez y 12,4% a menudo o siempre (Figura 212). Como resultado del tratamiento estadístico de estos datos, se obtienen valores bajos (favorables), con una media de 1,97, mediana de 1,00, percentil 50 de 1,00, etc. (Tabla 103), que configuran un nivel de riesgo, para esta cuestión, situado en un intervalo entre mínimo y bajo, muy próximo a este último.

Se requirió a los encuestados a que manifestaran su opinión sobre el origen de dichas afecciones oculares inespecíficas, mediante una pregunta abierta (no dirigida). Posteriormente, durante el tratamiento de los datos, a fin de unificar criterios y dar cuerpo a las opiniones expresadas por los encuestados, sus respuestas se agruparon en cinco bloques principales: radiación solar excesiva, presencia de polvo en suspensión, procesos alérgicos relacionados con las condiciones de trabajo, otras causas y no sabe. Los porcentajes obtenidos sobre los 118 trabajadores (45,9% del total de 257) que manifestaron haber padecido este tipo de problemas son los siguientes:

- Radiación solar excesiva: 75,0%.
- Procesos alérgicos relacionados con las condiciones de trabajo: 4,6%.
- Presencia de polvo en suspensión: 2,4%.
- Otras causas (patologías previas agravadas por el trabajo, restos de productos fitosanitarios, acción molesta de pequeños insectos, hiperhidrosis y roces con plantas): 7,8%.
- No lo sabe: 10,2%.

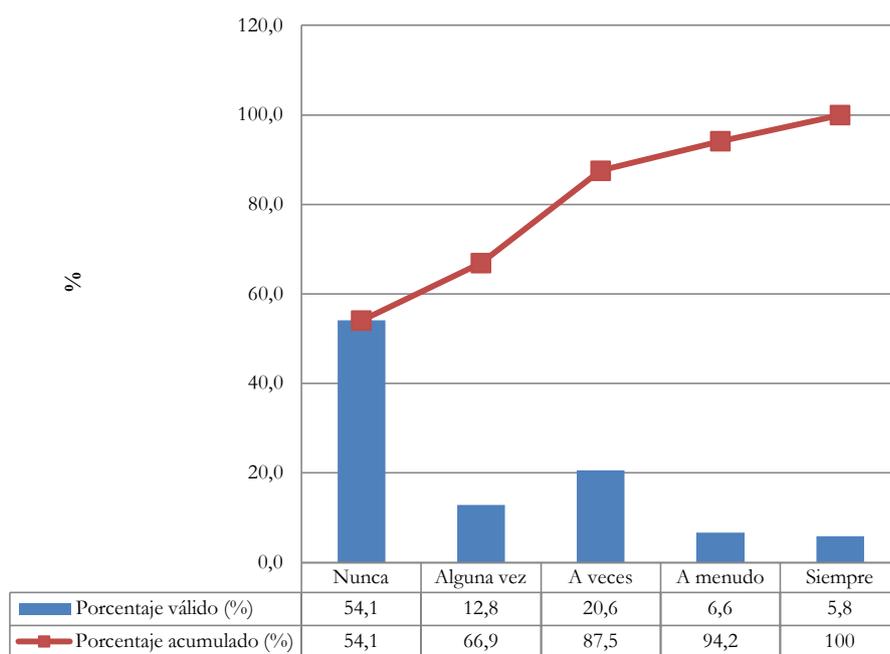


Figura 212. Frecuencia de aparición de afecciones oculares inespecíficas, de etiología laboral, entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.4.8. Contaminación del aire del invernadero (54)

En algunas de las visitas efectuadas a los invernaderos de la región se pudo observar la presencia de un ambiente interior tenuemente caliginoso o brumoso, ajeno a la mayor concentración de vapor de agua que suelen presentar estas instalaciones. Para averiguar qué pensaban los trabajadores y si esta circunstancia podía deberse a algún tipo de contaminación del aire interior, se confeccionó una pregunta empleando la Escala de Likert, complementada con una segunda parte en la que se recababa la opinión, entre aquellos que contestaran afirmativamente, sobre cuatro opciones posibles para identificar las causas: residuos de productos fitosanitarios, polvo o gases en suspensión, malos olores y no sabe. Dos de cada tres trabajadores (68,1%) opinan que el aire del invernadero nunca está contaminado y sólo el 7,0% considera que lo está a menudo o siempre (Figura 213). Como resultado del tratamiento estadístico de estos datos, se obtienen valores muy bajos (favorables), con una media de 1,59, mediana de 1,00, percentil 75 de 2,00, etc. (Tabla 103), que configuran un nivel de riesgo, para la contaminación del aire del invernadero, situado en un intervalo entre mínimo y bajo.

Por lo que respecta al posible origen de la contaminación en los casos detectados (31,9%, con independencia de su frecuencia), los resultados son los siguientes:

- Polvo o gases en suspensión: 8,9%.
- Malos olores: 8,9%.
- Residuos de productos fitosanitarios: 0,8%.
- No lo sabe: 13,3%.

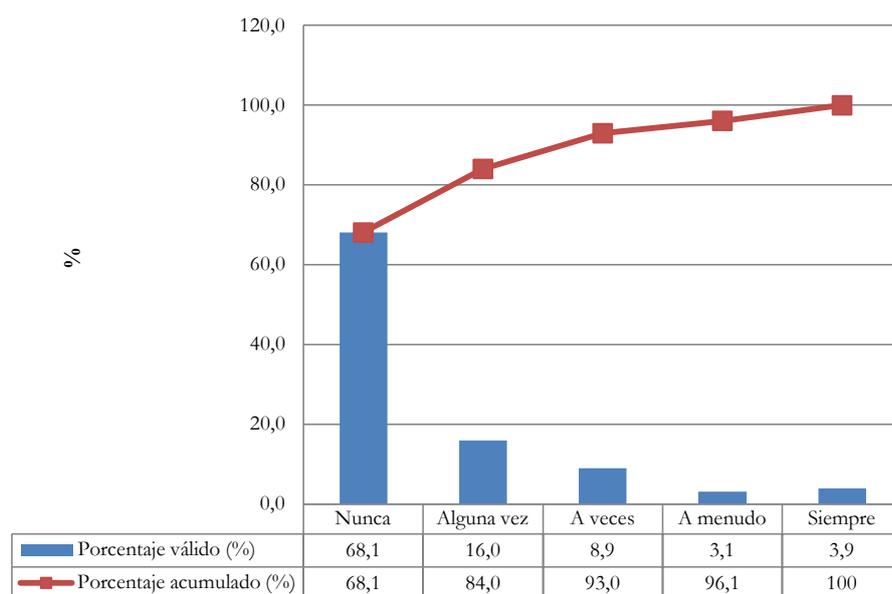


Figura 213. Opinión de los trabajadores de invernadero de Extremadura sobre la posible presencia de contaminación en el aire interior.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 103. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes al grado de satisfacción con la iluminación, la frecuencia de molestias por deslumbramientos o reflejos, de afecciones oculares inespecíficas y el nivel de contaminación del aire interior entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO SATISFACCIÓN ILUMINACIÓN	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS FRECUENCIA MOLESTIAS POR DESLUMBRAMIENTOS O REFLEJOS	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS FRECUENCIA AFECCIONES OCULARES INESPECÍFICAS	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS GRADO CONTAMINACIÓN AIRE DEL INVERNADERO
Media	2,13	2,08	1,97	1,59
Mediana	2,00	1,00	1,00	1,00
Moda	2	1	1	1
Desviación típica	1,107	1,306	1,242	1,039
Varianza	1,225	1,705	1,542	1,079
Asimetría	1,095	0,884	1,002	1,903
Curtosis	0,904	-0,407	-0,126	2,941
Percentil 25	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	2,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 75	3,00	3,00	3,00	2,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00	4,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.5. Equipos de trabajo

En este apartado se estudian las siguientes cuestiones:

- Equipos de trabajo considerados peligrosos por los trabajadores.
- Equipos de trabajo en mal estado.
- Grado de satisfacción sobre la información recibida en relación al uso correcto de los equipos de trabajo.
- Procedencia de dicha información.
- Accesibilidad a los manuales de los equipos de trabajo.
- Grado de satisfacción con el mantenimiento de los equipos de trabajo.
- Equipos de protección.
- Tipos de equipos de protección.
- Grado de conocimiento del uso correcto de los equipos de protección.
- Grado de satisfacción sobre la información recibida sobre el uso correcto de los equipos de protección.

La media de las ocho medias correspondientes a las preguntas en las que se ha empleado la Escala de Likert es de 2,37, con un valor máximo (menos favorable) de 3,28 (accesibilidad a los manuales de los equipos) y un valor mínimo (más favorable) de 1,49 (utilización de equipos de trabajo defectuosos), que dibujan un nivel de riesgo general, para los factores relacionados con los equipos de trabajo, comprendido en un intervalo entre bajo y moderado.

6.1.4.5.1. Equipos de trabajo peligrosos (55)

Las tareas desempeñadas en los invernaderos son muy heterogéneas; esta circunstancia explica la gran variedad de equipos de trabajo necesarios. La utilización de un nuevo equipo de trabajo requiere una formación o información previa sobre su empleo correcto y conocimiento de sus dispositivos de seguridad. La existencia de equipos de trabajo defectuosos constituye un riesgo con capacidad para generar accidentes de trabajo. Por ello resulta esencial averiguar cuáles tienen la consideración de peligrosos para aquellas personas que trabajan a diario con ellos.

La norma que regula el empleo de equipos de trabajo es el R.D. 1215/1997 [265], que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de dichos equipos. Esta disposición legal exhorta al empresario a adoptar una adecuada protección en relación a la presencia y utilización de los equipos de trabajo. Existen, asimismo, normas internacionales ratificadas por nuestro país y que, por tanto, le obligan en esta materia [1081] [1082] [1083].

Se entiende por equipo de trabajo cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación presente en el ámbito laboral [265]. El empresario está obligado a poner a disposición de los trabajadores equipos adecuados y seguros y, si esto no fuera posible, debe adoptar las medidas necesarias para disminuir el riesgo. Además, a la hora de seleccionar un equipo, el empresario ha de guiarse por criterios ergonómicos. Los equipos de trabajo sólo deben ser utilizados para los usos previstos por el fabricante y que están compendiados en el manual de mantenimiento y seguridad. Asimismo, deben ser correctamente mantenidos y cuidados, siguiendo en todo momento las instrucciones del fabricante. En determinadas circunstancias, como en recintos mojados o excesivamente húmedos, como los invernaderos, no se deben

emplear equipos que supongan un riesgo adicional al que ya tienen *per se*. De las actuaciones realizadas en 2018 por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073] en materia de prevención de riesgos laborales, el 5,2% correspondió a aspectos del trabajo relacionados con las máquinas y equipos de trabajo, ocupando la novena posición en el *ranking* general de actuaciones; como consecuencia de estas, el porcentaje de requerimientos fue del 11,8% (segunda causa más frecuente), el de infracciones el 12,0% (segunda posición) y el de paralizaciones de la actividad laboral el 13,3% (tercera posición).

Los equipos de trabajo pueden generar riesgos de todo tipo:

- Riesgos de Seguridad: proyección de fragmentos o partículas; caída del equipo sobre el trabajador; caídas al mismo o distinto nivel; explosión; incendio; atrapamientos, golpes y cortes por sus partes móviles (riesgo mecánico); quemaduras; aplastamientos; accidentes de tráfico; atropellos; etc.
- Riesgos higiénicos: emanaciones de gases, vapores, líquidos o polvo; ruido; vibraciones; radiaciones; etc.
- Riesgos ergonómicos: TME por la falta de adaptación o inadecuación de los equipos a las características del trabajador.
- Riesgos psicosociales: fatiga mental y estrés causados por equipos que requieren, por parte del trabajador, una observación pasiva (tareas de control) o intervenciones rutinarias, aburridas y poco motivadoras, etc.

Para abordar la presencia de equipos de trabajo peligrosos (todos lo son en mayor o menor medida) se ha confeccionado una pregunta empleando la Escala de Likert, complementada con una relación de nueve tipos de equipos susceptibles de ser utilizados, en algún momento, por los trabajadores, a fin de que seleccionen los de mayor uso. La Figura 214 muestra los resultados obtenidos para esta cuestión, entre los que destaca el hecho de que ningún trabajador no haya empleado nunca equipos de trabajo peligrosos, mientras algo más de la mitad (52,1%) manifiesta un empleo esporádico (alguna vez); en el extremo opuesto se encuentra el 16,0% de aquellos que los utilizan siempre.

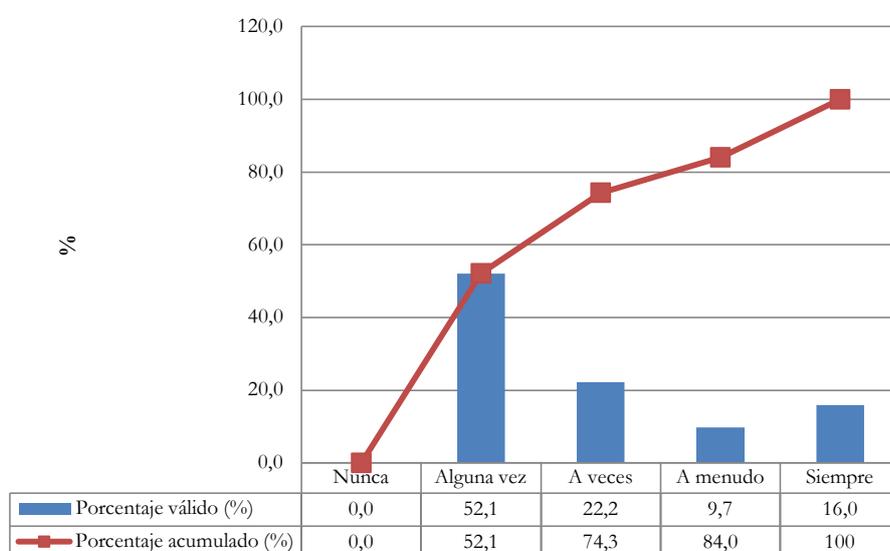


Figura 214. Frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Del análisis estadístico de los datos correspondientes a la frecuencia de uso de equipos de trabajo peligrosos, se desprenden unos valores (Tabla 104), entre los que destaca una media de 2,89, moda de 2, percentil 50 de 2,00, etc., que configuran un nivel de riesgo, para esta cuestión, situado en un intervalo entre bajo y moderado, cercano a este último.

Por lo que respecta a qué clase de equipos de trabajo peligrosos son más utilizados por los trabajadores participantes en este estudio (Figura 215), la mayoría se decidió por la herramientas manuales con el 72,4%, seguidas por los vehículos y maquinaria agrícola con el 44,7% y las herramientas eléctricas con el 21,8%. La enorme diferencia hallada entre los porcentajes de uso de herramientas eléctricas y manuales constituye un nuevo indicio del escaso nivel de tecnificación de los invernaderos estudiados, apoyado por los exiguos porcentajes correspondientes a los equipos de ventilación (8,6%), calefacción (7,4%) y elevación (12,5%).

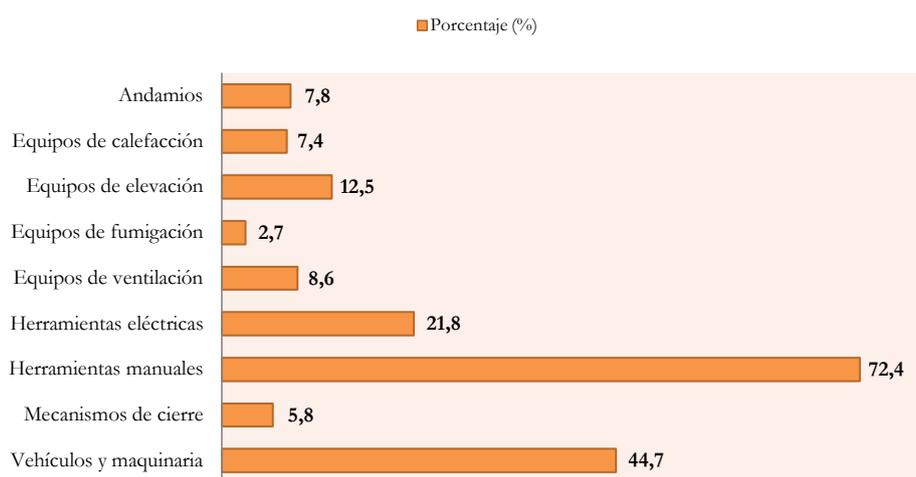


Figura 215. Equipos de trabajo peligrosos más utilizados por los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.5.2. Equipos de trabajo defectuosos (56)

Es obligación del empresario cuidar y mantener en condiciones de seguridad los equipos de trabajo. El mantenimiento ha de realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante, recogidas en el manual del equipo. Esta operación, junto con las de reparación o transformación, siempre que supongan un riesgo específico, habrán de ser encomendadas a trabajadores especialmente capacitados, quienes llevarán actualizado un diario de mantenimiento y reparaciones con todas las operaciones efectuadas sobre el equipo [265].

Como en el epígrafe anterior, la cuestión ha sido abordada mediante la aplicación de la Escala de Likert complementada con la relación, ya expuesta, de equipos, a fin de que los encuestados señalen aquellos que están en mal estado. Aproximadamente dos tercios de los trabajadores (66,5%) nunca emplea equipos en mal estado, el 21,8% manifiesta que los ha usado alguna vez, mientras el 11,7% reconoce utilizarlos a veces, a menudo o siempre (Figura 216). Al analizar los riesgos susceptibles de causar accidentes de trabajo, el uso de equipos de trabajo defectuosos fue considerado por el 33,5% de los encuestados. A escala nacional se ha estudiado el grado de preocupación, entre los autónomos del sector agrícola, sobre el

estado de máquinas, herramientas y equipos; así, esta condición de trabajo resulta bastante o muy preocupante para el 30,3% de estos trabajadores y, en el caso concreto de los autónomos hortícolas o que trabajan en viveros, dicho grado de preocupación representa al 23,9% [1069]. Del tratamiento estadístico de los datos correspondientes a la frecuencia de uso de equipos de trabajo en mal estado, se desprenden valores positivos (Tabla 104), entre los que destaca una media de 1,49, moda de 1, percentil 75 de 2,00, valores bajos para la desviación típica y la varianza, etc., que configuran un nivel de riesgo, para esta cuestión, situado en un intervalo entre mínimo y bajo.

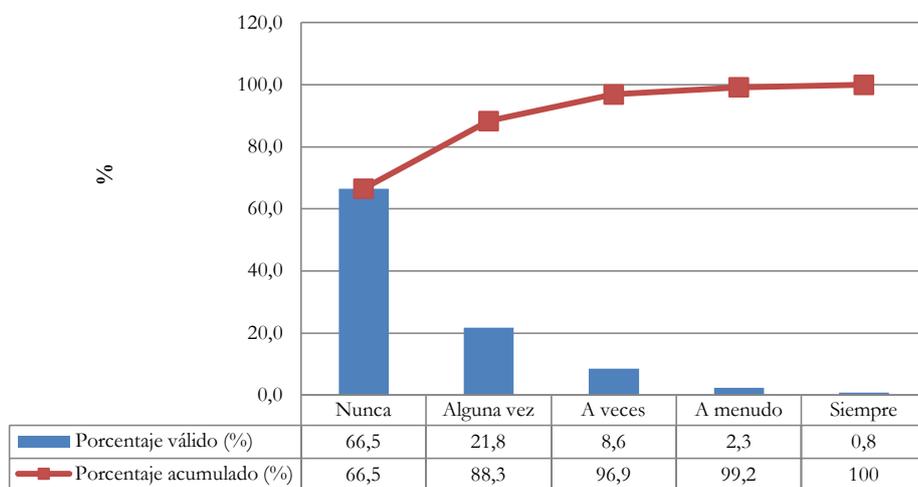


Figura 216. Frecuencia de utilización de equipos de trabajo defectuosos en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Por lo que se refiere a qué clase de equipos de trabajo defectuosos son más frecuentemente utilizados por los trabajadores de invernadero, son las herramientas manuales las que alcanzan un mayor porcentaje (15,2%), seguidas por los vehículos y maquinaria agrícola (10,5%) y equipos de elevación (5,8%) (Figura 217).

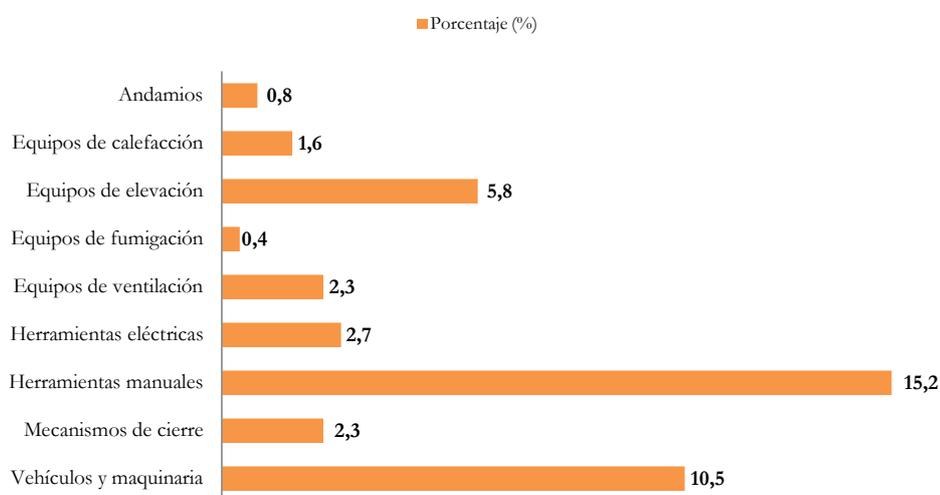


Figura 217. Equipos de trabajo defectuosos más utilizados en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.5.3. Formación e información sobre el uso correcto de los equipos de trabajo (57)

La Ley 31/1995 [8] (artículos 18 y 19) exhorta al empresario a proporcionar formación e información a sus trabajadores; el R.D. 1215/1997 [265] (artículo 6: Obligaciones en materia de formación e información), le obliga específicamente a que dicha formación e información esté enfocada hacia el uso correcto de los equipos de trabajo puestos a disposición. Esta información se suministrará preferiblemente por escrito y contendrá aspectos como la forma adecuada de utilizar los equipos, siempre siguiendo las instrucciones del fabricante; las situaciones peligrosas que deben ser evitadas; las medidas de seguridad; el aseguramiento, por parte del empresario, de que esa información ha sido comprendida; y, por último, el manual del equipo ha de estar a disposición de los trabajadores, cerca de aquel y en un lugar bien identificado.

Para afrontar el estudio de la formación e información recibidas por los trabajadores de invernadero de Extremadura, se confeccionó una pregunta empleando la Escala de Likert, complementada con otra en la que se les pide que manifiesten cómo recibieron dicha formación o información. El grado de satisfacción por la información/formación recibida (Figura 218) es máximo para el 30,7% de los trabajadores, seguido por el 26,8% de los que se muestran moderadamente satisfechos y por el 19,5% de aquellos cuyo grado de satisfacción es nulo. Uno de cada cuatro trabajadores (25,7%) muestra niveles de satisfacción muy bajos en este aspecto. Del tratamiento estadístico de los datos obtenidos, se desprenden valores discretos (Tabla 104), entre los que destaca una media de 2,67, mediana de 3,00, moda de 1, etc., que conforman un nivel de riesgo, para el grado de satisfacción por la información recibida sobre el uso correcto de los equipos de trabajo, situado en un intervalo entre bajo y moderado.

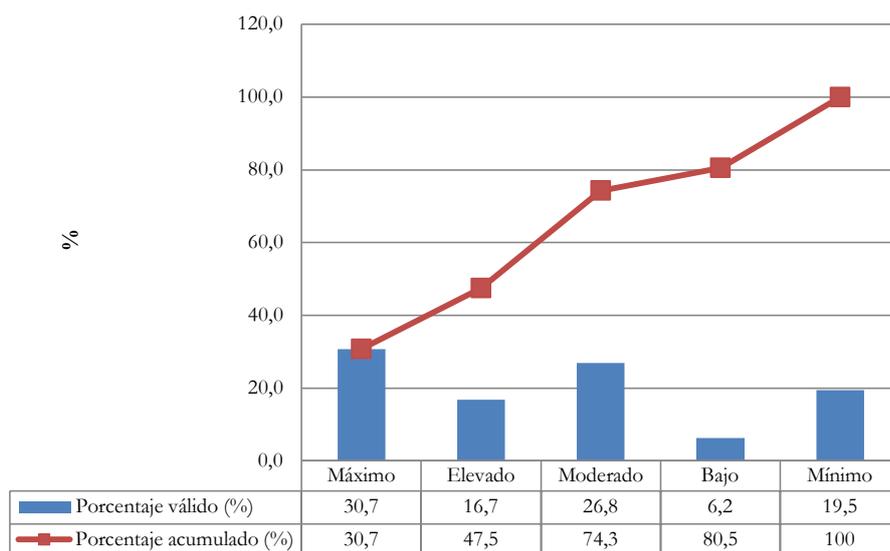


Figura 218. Grado de satisfacción por la información recibida sobre el uso correcto de los equipos de trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

En cuanto a cómo reciben los trabajadores la información sobre el uso adecuado de sus equipos (Figura 219), el 86,4% la adquirió por el encargado de la instalación a través de una charla, mientras el resto de modalidades son minoritarias, destacando los bajos porcentajes correspondientes a los manuales de los equipos (3,1%) y cursos de formación (5,8%). De todo ello se deduce que la información específica

sobre los equipos de trabajo suele consistir en una charla a pie de máquina, que los manuales de los equipos no parecen ser consultados con frecuencia y que la formación recibida no suele enfocarse hacia los equipos que utilizan los trabajadores, sino hacia cuestiones generales.

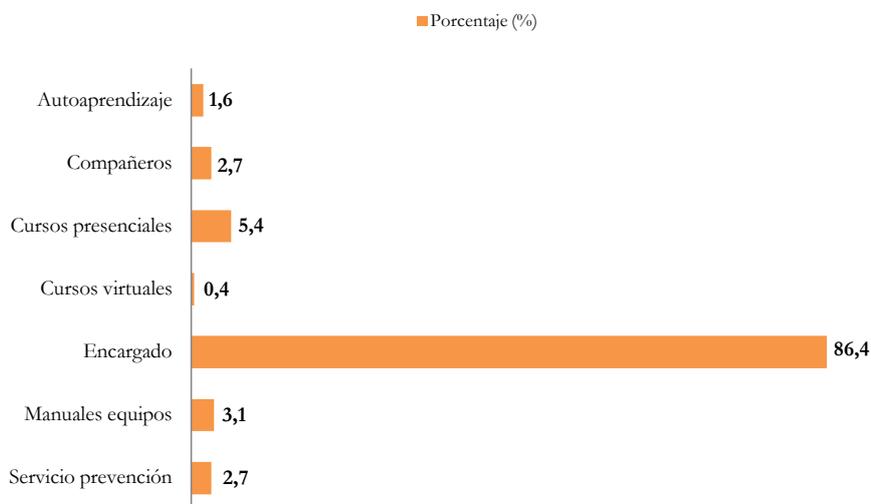


Figura 219. Modalidad de adquisición de la información relativa al uso correcto de los equipos de trabajo en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.5.4. Manuales de los equipos de trabajo (58)

En el campo de la seguridad de los equipos de trabajo, la normativa que los regula [265] [1084] contiene disposiciones que obligan a los fabricantes en cuestiones como:

- Razón social y dirección completa.
- Designación de la máquina.
- Declaración CE de conformidad o documento similar.
- Descripción general del equipo.
- Planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para su uso, mantenimiento y reparación, así como para comprobar su correcto funcionamiento.
- Descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
- Descripción de su uso previsto.
- Advertencias relativas a los modos en que no se debe utilizar y que, por experiencia, pueden materializarse.
- Instrucciones de montaje, instalación y conexión, medios de fijación y designación del chasis o de la instalación en la que deba montarse.
- Instrucciones relativas a la instalación y montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.
- Instrucciones relativas a la puesta en servicio y su utilización y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores.
- Información sobre posibles riesgos residuales, a pesar de las medidas de diseño seguro, de protección y preventivas complementarias.

- Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual a proporcionar.
- Características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.
- Condiciones en las que los equipos responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible.
- Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina.
- Modo operativo a practicar en caso de accidente o de avería y, en caso de bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad.
- Descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se han de cumplir.
- Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, incluidas las medidas preventivas que deban adoptarse durante este tipo de operaciones.
- Características de las piezas de recambio, sobre todo si afectan a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Indicaciones sobre ruido emitido, vibraciones y radiaciones.

El manual de instrucciones debe acompañar siempre al equipo y permanecer a disposición de los trabajadores en un lugar identificado y conocido por todos los que lo utilizan.

Con el fin de conocer el grado de accesibilidad hacia los manuales de los equipos por parte de los trabajadores de las instalaciones invernadas de Extremadura, se ha confeccionado un ítem mediante la Escala de Likert (Figura 220). Así, el 38,9% de los encuestados reconoce que nunca tiene acceso a los manuales de los equipos, el 24,1% siempre y el 22,6% a veces; casi la mitad de los trabajadores (45,1%) nunca o alguna vez dispone de los manuales de sus equipos, por el 32,3% de los que pueden acceder a ellos a menudo o siempre. Del tratamiento estadístico de los datos obtenidos, se desprende la existencia de un nivel de riesgo, respecto a la disponibilidad de los manuales de los equipos, ubicado en un intervalo entre moderado y elevado, destacando una media de 3,28, mediana de 3,00, moda de 5, etc. (Tabla 104).

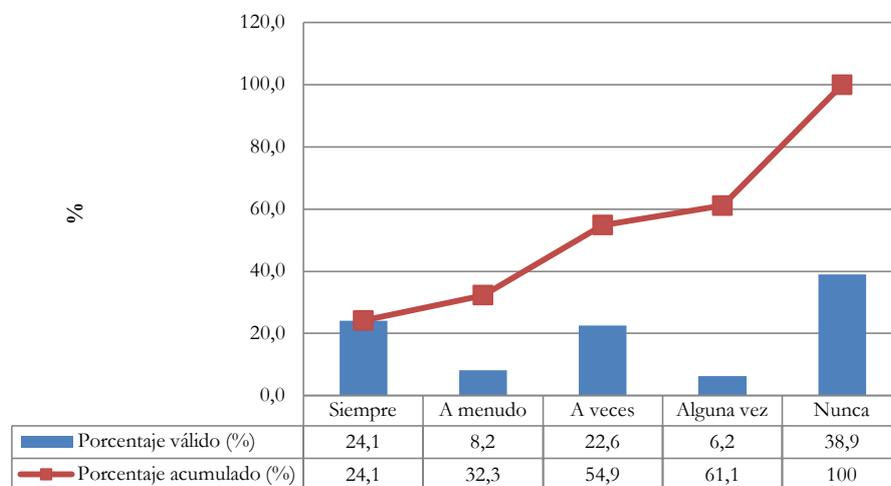


Figura 220. Accesibilidad a los manuales de los equipos por los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 104. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes a la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos y defectuosos, el grado de satisfacción por la información sobre el uso correcto de los equipos y la accesibilidad a los manuales de los equipos por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS FRECUENCIA UTILIZACIÓN EQUIPOS TRABAJO PELIGROSOS	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS FRECUENCIA UTILIZACIÓN EQUIPOS TRABAJO DEFECTUOSOS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS SATISFACCIÓN INFORMACIÓN USO CORRECTO EQUIPOS DE TRABAJO	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS FRECUENCIA ACCESIBILIDAD MANUALES EQUIPOS DE TRABAJO
Media	2,89	1,49	2,67	3,28
Mediana	2,00	1,00	3,00	3,00
Moda	2	1	1	5
Desviación típica	1,118	0,811	1,462	1,612
Varianza	1,251	0,657	2,136	2,599
Asimetría	0,901	1,805	0,369	-0,242
Curtosis	-0,662	3,164	-1,153	-1,492
Percentil 25	2,00	1,00	1,00	2,00
Percentil 50	2,00	1,00	3,00	3,00
Percentil 75	4,00	2,00	4,00	5,00
Percentil 95	5,00	3,00	5,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.5.5. Mantenimiento de los equipos de trabajo (59)

El adecuado mantenimiento de los equipos de trabajo influye directamente en la seguridad de los trabajadores. La normativa española que regula todo lo relativo a las máquinas [1084], recoge el contenido de los manuales de los equipos, en los que deben figurar, a fin de prolongar su vida útil en condiciones de seguridad, los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias y detalladas para su mantenimiento, las operaciones de manutención aptas para ser efectuadas por el operador y las que son exclusivas del servicio oficial designado por el fabricante, así como las características de las piezas de recambio.

Por todo ello, resulta muy conveniente conocer cuál es el grado de satisfacción con el mantenimiento de los equipos de trabajo por los trabajadores de los invernaderos. Así, existe un grado máximo de satisfacción en el 40,1% de los trabajadores, seguido del 25,7% correspondiente a los que manifiestan un nivel moderado de satisfacción; para el 15,6% esta es baja o nula (Figura 221). El análisis de la siniestralidad en el sector agrícola español revela que en el 13,0% de los accidentes o incidentes que sufren los autónomos agrícolas, la tarea que se estaba realizando cuando sobrevino el AT era la de mantenimiento, manipulación o reparación de maquinaria [1069]. Este porcentaje da idea de la relevancia de este aspecto del trabajo.

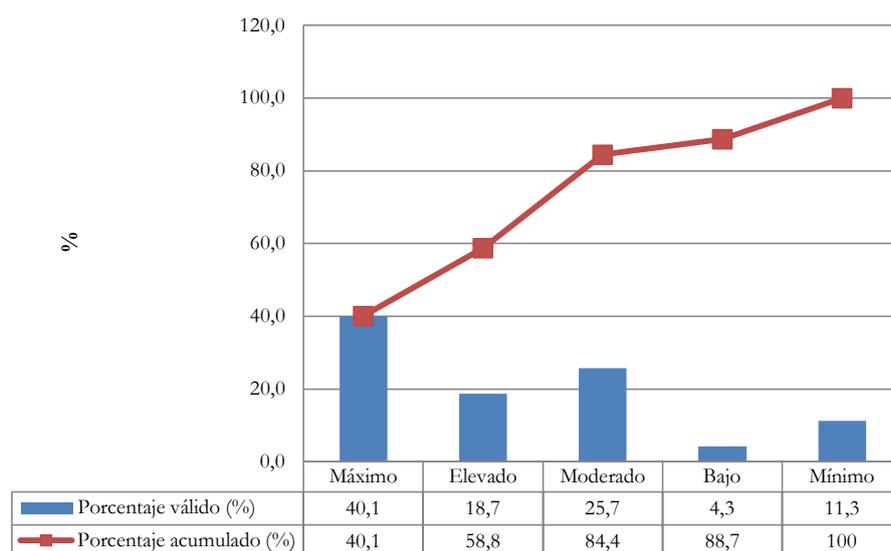


Figura 221. Grado de satisfacción de los trabajadores de invernadero de Extremadura por el mantenimiento de sus equipos de trabajo.
(Fuente: elaboración propia).

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos en relación al grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de trabajo está recogido en la Tabla 106. Los valores de los principales parámetros muestran un nivel general de riesgo entre bajo y moderado, con una media de 2,28, mediana de 2,00, moda de 1 y percentil 75 de 3,00, entre otros.

6.1.4.5.6. Equipos de protección (60-63)

En el trabajo agrícola, debido precisamente a la elevada heterogeneidad de tareas, el uso de equipos de protección es muy dispar. Su falta de utilización o hacerlo de forma incorrecta puede ser causa de un accidente de trabajo (el 53% de los trabajadores accidentados en Taiwán no empleó los EPI puestos a disposición [229]). A la hora de adquirir equipos de protección es recomendable considerar los siguientes aspectos:

- Calidad: no deben seguirse criterios exclusivamente económicos. Cabe recordar que la inversión en prevención es rentable a medio y largo plazo.
- Elegir el equipo de protección adecuado para cada tipo de tarea.
- Deben llevar Marcado CE e instrucciones detalladas para su correcto uso, montaje, desechado, etc.
- Han de ser revisados periódicamente.
- Hay que atender a su fecha de caducidad.
- El desechado de los EPI debe realizarse en condiciones de seguridad.

El empresario está obligado a proporcionar equipos de protección, a revisarlos periódicamente, a reponer los defectuosos y a conservarlos en condiciones adecuadas. Algunos EPI resultan muy incómodos, sobre todo en condiciones ambientales hostiles, pero su empleo es necesario para evitar males mayores. En la agricultura en general, y en los invernaderos en particular, los equipos de protección son

imprescindibles en la aplicación de productos fitosanitarios; de hecho, su falta de uso para este tipo de tarea ha incrementado las cifras de morbilidad y mortalidad en agricultores de países subdesarrollados [427]. Todos los equipos de protección tienden a reducir la superficie de piel expuesta a la acción pernicioso de todo tipo de agentes relacionados con los riesgos higiénicos y de seguridad [370].

La frecuencia de utilización de equipos de protección en los invernaderos de Extremadura ha sido abordada en un único ítem confeccionado mediante la Escala de Likert. El 43,6% de los encuestados los emplea siempre; por tanto, el 56,4% no los utiliza constantemente. En esta ocasión, la circunstancia de mayor gravedad es que el 41,6% manifiesta un grado de asiduidad, en el uso de los equipos de protección, nulo, bajo o moderado (Figura 222). Entre los autónomos agrícolas españoles [1069], el 2,6% considera como causa de riesgo de accidente de trabajo la ausencia o inadecuación de los EPI puestos a disposición de los trabajadores. En la evaluación subjetiva que los autónomos del sector agropecuario hacen de las condiciones de trabajo en sus instalaciones, el uso de EPI es una cuestión que preocupa mucho al 2,1% de los encuestados, bastante al 13,1%, regular al 25,4%, poco al 9,6% y nada al 49,8%, mientras que entre los autónomos agrícolas esta cuestión preocupa mucho o bastante al 21,0% y entre los autónomos hortícolas y de vivero esta cifra desciende al 19,0%. Por lo que se refiere a las causas de los riesgos de accidentes de trabajo identificados, la ausencia o inadecuación de EPI es tenida en cuenta por el 4% de los autónomos agrícolas y merece una consideración nula (0%) entre los autónomos de invernaderos. En las instalaciones almerienses, la cuestión de la puesta a disposición por los empresarios de los medios de protección necesarios preocupa mucho al 20% de los trabajadores, bastante al 32%, poco al 33% y nada al 10% [209].

Por lo que respecta a las actuaciones realizadas en 2018 por la Inspección de Trabajo en materia de prevención de riesgos laborales [1073], el 5,7% correspondió a aspectos del trabajo relacionados con los medios de protección personal, ocupando la quinta posición en el *ranking* de actuaciones; como resultado de estas, los requerimientos efectuados supusieron el 7,5%, en tercera posición; las infracciones alcanzaron el 4,5%, en el séptimo puesto, y las paralizaciones de la actividad laboral el 5,8%, en quinto lugar.

Los valores de los principales parámetros estadísticos obtenidos en el análisis de la frecuencia de uso de equipos de protección en los invernaderos de Extremadura (Tabla 106), muestran un nivel de riesgo entre bajo y moderado, próximo al primero, con una media de 2,18, mediana de 2,00, moda de 1 y percentil 50 de 2,00, entre otros.

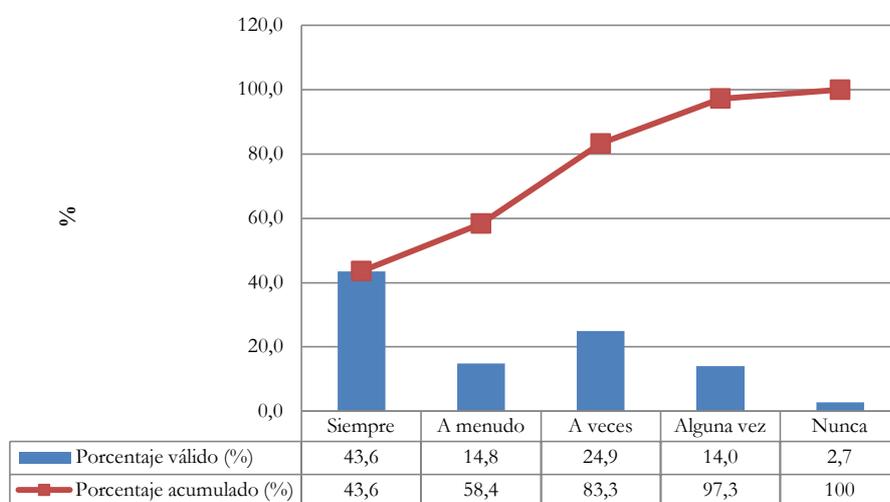


Figura 222. Asiduidad en el empleo de equipos de protección en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Los equipos de protección pueden ser colectivos (EPC) o individuales (EPI). Los primeros neutralizan o reducen el riesgo en su origen de forma eficaz; los segundos se emplean cuando los anteriores no se pueden implementar o resultan insuficientes, han de ser llevados por el trabajador, pierden sus cualidades protectoras con el tiempo y deben ser desechados, por consiguiente, al finalizar su período de vida útil. Se expone a continuación una relación, no exhaustiva, de los equipos de protección más asiduamente empleados en los invernaderos, diferenciándolos en función de su aplicación colectiva o individual (Tabla 105).

Tabla 105. Clasificación de los equipos de protección más utilizados en los invernaderos en función de su uso colectivo o individual.

Equipo de protección	EPC	EPI
Arneses de seguridad		X
Asientos ergonómicos	X	
Calzado de seguridad		X
Casco		X
Cinturones de seguridad		X
Equipos contra incendios	X	
Gafas de seguridad		X
Guantes de protección		X
Herramientas eléctricas protegidas	X	
Luces de emergencia	X	
Máquinas protegidas	X	
Mascarillas		X
Protección soldaduras		X
PVD anti-fatiga	X	
Ropa de trabajo adecuada		X
Señalización de seguridad	X	

(Fuente: elaboración propia).

Los equipos de protección más utilizados por los trabajadores de invernadero de Extremadura son mayoritariamente EPI (suele ser la opción más económica y menos eficaz), como ropa de trabajo adecuada (74,3%) que no siempre es suministrada por el empresario, guantes de protección (64,6%), calzado de seguridad (54,1%), mascarillas (35,0), etc. Entre los EPC, los más frecuentemente empleados son las máquinas protegidas con resguardos, doble aislamiento, etc. (19,5%), los equipos contra incendios (18,7%), luces de emergencia (11,3%), señalización de seguridad (10,9%), herramientas eléctricas protegidas con doble circuito, toma de tierra y otros dispositivos (5,4%), etc. (Figura 223).

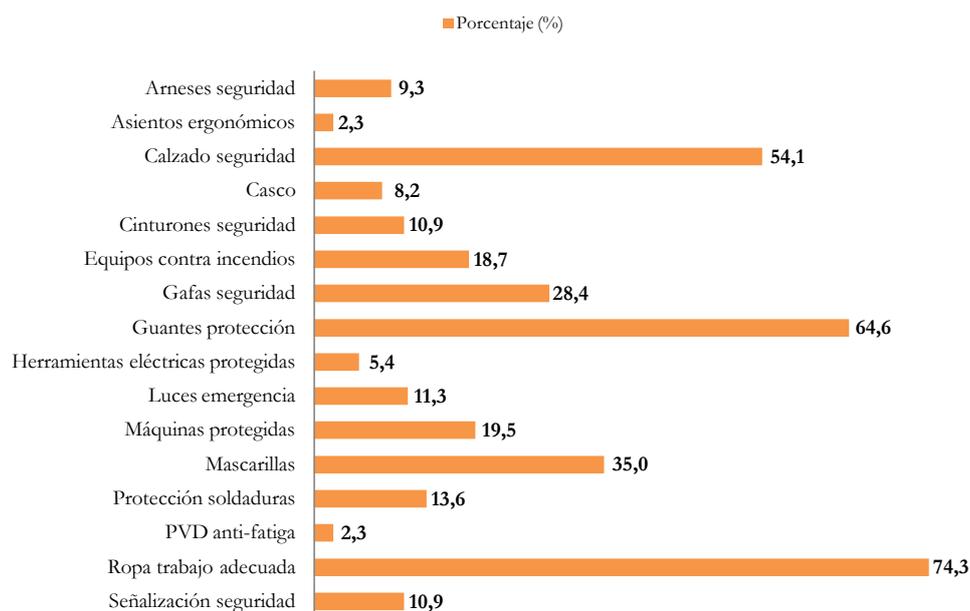


Figura 223. Equipos de protección más utilizados en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La Figura 224 recoge una comparación, en el uso de los EPI más comunes en el sector agrícola, entre los trabajadores de invernadero de Extremadura y los autónomos agrícolas del Estado [1069]. Se observan, en general, importantes diferencias entre los valores de los dos grupos de trabajadores, aunque en ambos el EPI más empleado es la ropa de trabajo adecuada.

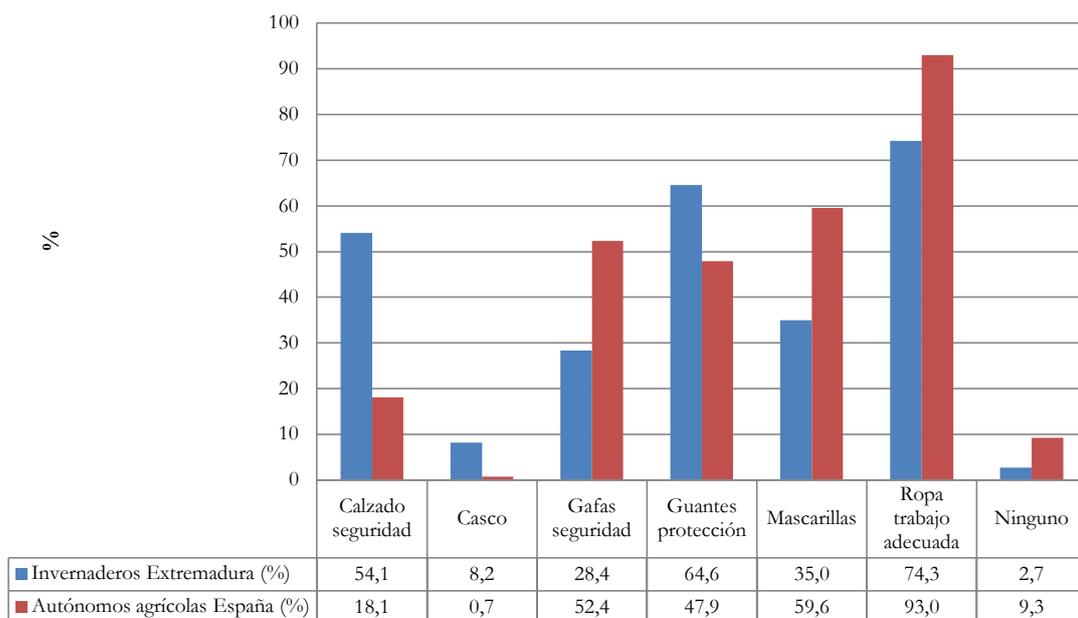


Figura 224. Comparación en la utilización de los principales EPI entre trabajadores de invernadero de Extremadura y autónomos agrícolas de España [1069].
(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

El grado de conocimiento del funcionamiento y manejo de los equipos de protección puestos a disposición de los trabajadores de invernadero de Extremadura se ha valorado mediante una pregunta en la que se ha aplicado la Escala de Likert. Los resultados (Figura 225) revelan que el 45,9% de los trabajadores posee un conocimiento máximo, el 19,5% elevado y el 17,1% mínimo o escaso.

Los valores de los principales parámetros estadísticos obtenidos en el análisis de esta cuestión (Tabla 106), muestran un riesgo entre mínimo y bajo, con una media de 1,75, mediana de 1,00, moda de 1 y percentil 75 de 2,00, entre otros.

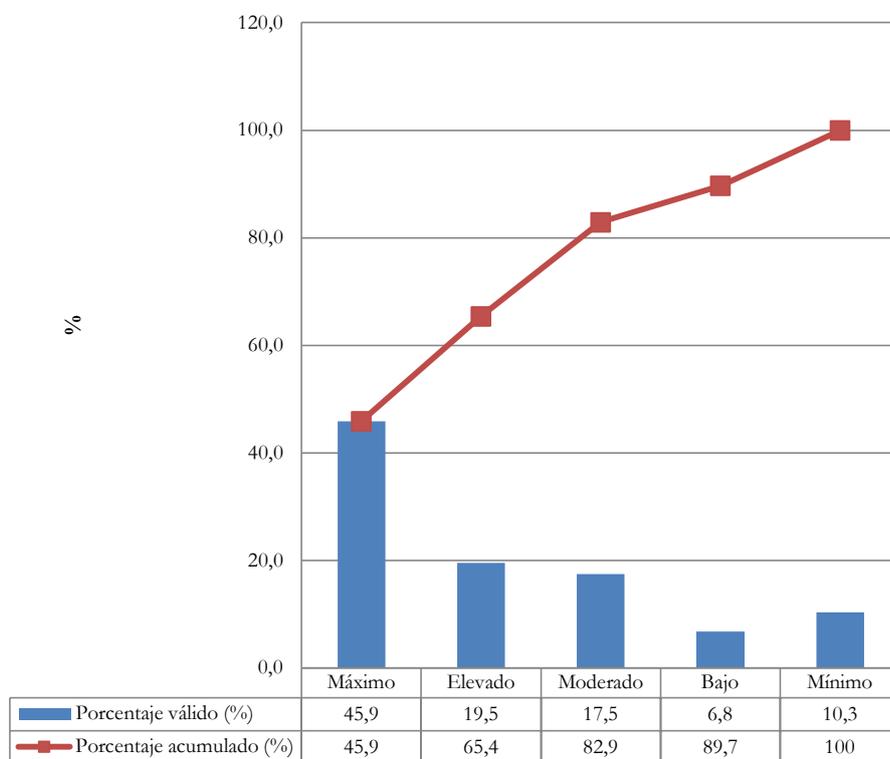


Figura 225. Grado de conocimiento del manejo correcto de los equipos de protección disponibles en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

El grado de satisfacción por la formación e información recibida, relacionada con la manipulación y uso correcto de los equipos de protección disponibles en los invernaderos, se ha medido mediante la aplicación de la Escala de Likert en un único ítem. Los resultados (Figura 226) muestran que para el 41,8% de los encuestados el grado de satisfacción es máximo, seguido del 18,7% de los que opinan que es moderado y del 23,5% de aquellos que consideran que el nivel de satisfacción, para esta cuestión, es escaso o nulo.

Los valores de las principales variables estadísticas procedentes del análisis de este ítem (Tabla 106), muestran un nivel de riesgo situado en un intervalo entre bajo y moderado, con una media de 2,41, mediana de 2,00, moda de 1 y percentil 50 de 2,00, entre otros.

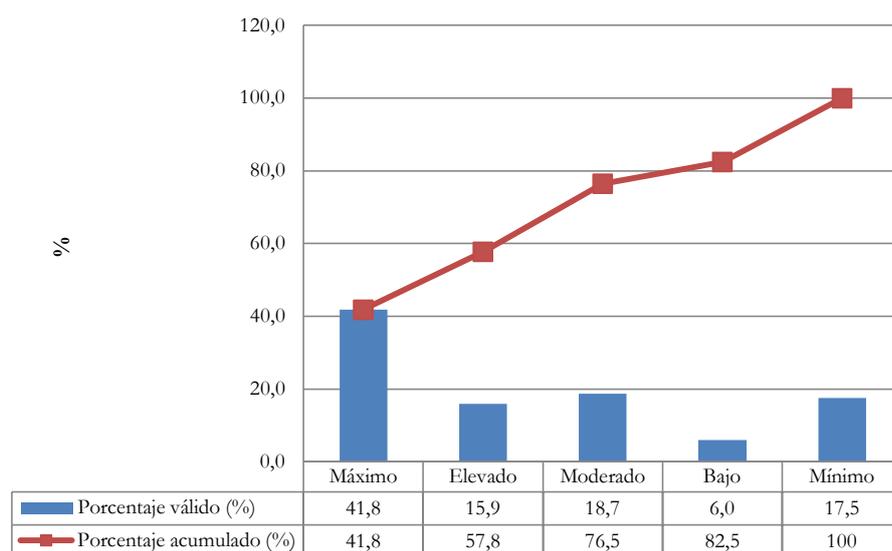


Figura 226. Grado de satisfacción por la formación e información recibida sobre la manipulación y uso correcto de los equipos de protección disponibles en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 106. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes al grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de trabajo, la frecuencia de uso de equipos de protección, el grado de conocimiento de su manejo y de la satisfacción por la información recibida sobre su uso correcto por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO SATISFACCIÓN MANTENIMIENTO EQUIPOS DE TRABAJO	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS FRECUENCIA UTILIZACIÓN EQUIPOS DE PROTECCIÓN	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO CONOCIMIENTO MANEJO CORRECTO EQUIPOS DE PROTECCIÓN	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS GRADO SATISFACCIÓN INFORMACIÓN SOBRE USO CORRECTO EQUIPOS DE PROTECCIÓN
Media	2,28	2,18	1,75	2,41
Mediana	2,00	2,00	1,00	2,00
Moda	1	1	1	1
Desviación típica	1,331	1,211	1,348	1,503
Varianza	1,773	1,465	1,817	2,260
Asimetría	0,745	0,512	0,967	0,629
Curtosis	-0,519	-1,009	-0,356	-1,040
Percentil 25	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	2,00	2,00	1,00	2,00
Percentil 75	3,00	3,00	2,00	3,00
Percentil 95	5,00	4,00	4,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.6. Equipos de protección contra incendios (64-67)

La presencia de sustancias y elementos combustibles en el invernadero (sustancias químicas, plásticos, cartones, etc.) puede originar y/o propagar un incendio, cuya gravedad dependerá de la cantidad y tipo de materiales combustibles y de la disposición y número de equipos de protección contra incendios disponibles en la instalación. Además de posibles quemaduras, los humos de combustión de determinados materiales, como los plásticos, son tóxicos, afectan a las vías respiratorias y pueden provocar pérdidas de consciencia, con el peligro que ello supone en una situación de emergencia. La posibilidad de atacar un conato de incendio y evitar su descontrol depende, además de lo ya mencionado, de los medios materiales y humanos disponibles, de su cantidad, calidad y nivel de preparación, a fin de que el tiempo de reacción sea el mínimo posible; de esta manera se podrá asegurar la integridad de la instalación y de sus trabajadores. Todos los equipos han de ser mantenidos y revisados periódicamente por empresas mantenedoras debidamente autorizadas.

El R.D. 513/2017 [1085] contiene el Reglamento que regula las instalaciones de protección contra incendios. El Código Técnico de la Edificación, aprobado por el R.D. 314/2006 [1086] y el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, aprobado por el R.D. 2267/2004 [1087], establecen el diseño, instalación, ejecución, puesta en servicio, inspección y mantenimiento de estas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos.

Los equipos contra incendios constituyen medios de protección colectiva; pueden definirse como el conjunto de medios, equipos y sistemas con capacidad para contener y/o extinguir un incendio, facilitando la evacuación de los trabajadores, impidiendo la propagación del fuego y minimizando las posibles pérdidas personales y materiales. De la revisión y mantenimiento de estos equipos se encargan empresas mantenedoras habilitadas que reúnen los requisitos contenidos en el reglamento mencionado [1085]. El empresario, por consiguiente, debe suscribir un contrato con estas empresas, a no ser que asuma estas operaciones bajo su responsabilidad. En el caso de las instalaciones comerciales con una superficie inferior a 500 m², el empresario está eximido de solicitar, cada 10 años, la inspección obligatoria de este tipo de equipos, salvo que en estos locales confluyan situaciones de especial riesgo. El mantenimiento de las instalaciones y equipos de protección contra incendios ha de estar sujeto al programa establecido por el fabricante y siempre se llevará a cabo por personal cualificado de las empresas mantenedoras o de los propios fabricantes. De todas estas operaciones debe quedar constancia documental.

Existen múltiples equipos de protección contra incendios, algunos de ellos muy específicos y de difícil aplicación a instalaciones invernadas; por tanto, serán considerados sólo los de uso más frecuente:

- Los extintores son dispositivos que contienen un agente extintor que se proyecta o dirige sobre el fuego por la acción de su presión interna. El extintor portátil se transporta manualmente y su masa debe ser inferior o igual a 20 kg; el extintor móvil está montado sobre ruedas y su masa es superior a 20 kg. Las características y especificaciones de los extintores están reguladas por el R.D. 709/2015 [1088]; así, deben ser fácilmente accesibles e identificables, estar situados en las cercanías de las vías de evacuación y estar fijados con soportes a paramentos verticales de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 y 120 cm del suelo. El recorrido máximo horizontal desde cualquier punto hasta el extintor más próximo no superará una distancia de 15 m. Existen agentes extintores específicos para cada clase de fuego [1089]. La

Clase A comprende fuegos de materiales sólidos, generalmente orgánicos; por lo tanto, los extintores que, como mínimo, deberían existir en los invernaderos, son los de esta clase.

- Los pulsadores de alarma se deben situar a una distancia máxima de 25 m y a una altura de entre 80 y 120 cm.
- Los hidrantes, sean de columna o bajo tierra, están compuestos por una red de tuberías; se han de situar en lugares accesibles y fuera de los espacios de aparcamiento y circulación de vehículos, en lugares correctamente señalizados.

Los equipos de protección contra incendios han sido considerados por los trabajadores de invernadero como el segundo EPC más votado, con el 18,7%, sólo por detrás de las máquinas y herramientas protegidas. En la consideración subjetiva del riesgo de las diferentes condiciones de trabajo, el incendio lo es para el 3,5% de los trabajadores extremeños de invernadero, ocupando la trigésima posición en el *ranking* de sus preocupaciones en este aspecto del trabajo.

La media de las cuatro medias correspondientes a las preguntas en las que se ha empleado la Escala de Likert es de 2,28, con un valor máximo (menos favorable) de 3,03 (conocimiento del manejo de los equipos contra incendios) y un valor mínimo (más favorable) de 1,93 (satisfacción con la cantidad y distribución de los equipos contra incendios), que dibujan un nivel de riesgo general, para los factores relacionados con los equipos contra incendios, comprendido en un intervalo entre bajo y moderado.

Para abordar el estudio de los equipos de protección contra incendios en los invernaderos de Extremadura se han confeccionado cuatro ítems principales, complementados por dos preguntas aclaratorias adicionales. El objetivo de la primera de ellas es conocer el riesgo de incendio por presencia de sustancias o materiales inflamables en la instalación; para ello se ha confeccionado un ítem utilizando la Escala de Likert. La frecuencia de manipulación de este tipo de materiales inflamables se muestra en la Figura 227. Dos tercios de los trabajadores (69,3%) nunca o alguna vez trabajan con ellos y el 17,1% lo hace a menudo o siempre que ha sido preciso.

La importancia de las graves consecuencias del fuego se patentiza consultando las cifras de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073] sobre las actuaciones efectuadas en materia de prevención de riesgos laborales en 2018; de su estudio se traslucen bajos porcentajes de actuaciones (1,3%), requerimientos (2,6%) e infracciones (0,6%), aunque las paralizaciones de actividad por riesgo de incendio y explosión suponen el 13,3% del total, ocupando el tercer puesto en este *ranking*.

En el sector agrícola nacional, el 0,8% de los trabajadores autónomos agrícolas señala el incendio como riesgo de accidente de trabajo identificado, pero la percepción de este tipo de riesgo es algo inferior en los trabajadores de invernadero (0,4%) y ligeramente superior en el resto de autónomos agrícolas (0,9%) [1069]. En todo caso, se trata de cifras muy bajas.

Los valores de los parámetros estadísticos más relevantes procedentes del análisis de este ítem (Tabla 107), muestran un nivel de riesgo, en relación a la asiduidad en la manipulación de sustancias y materiales inflamables, ubicado en un intervalo entre bajo y moderado, cercano al primero, con una media de 2,20, mediana de 2,00, moda de 1 y percentil 50 de 2,00, entre otras variables.

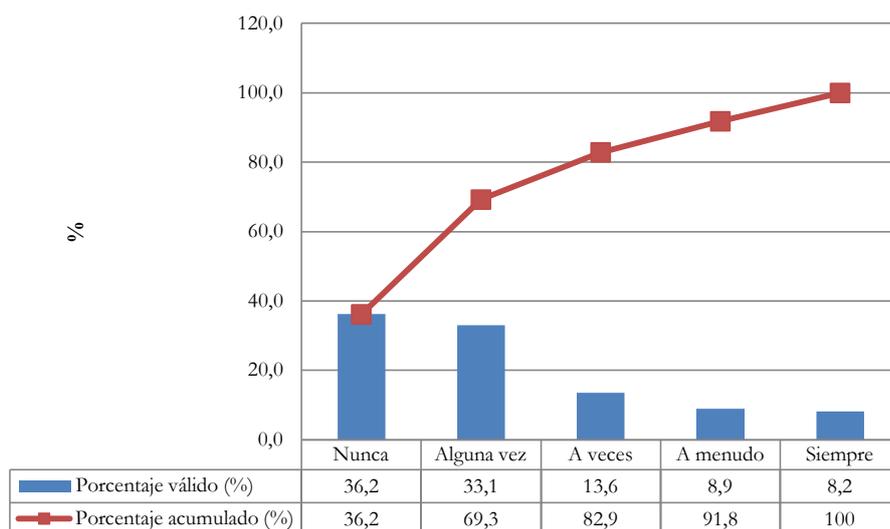


Figura 227. Asiduidad en la manipulación de sustancias y materiales inflamables en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

La clase de sustancia susceptible de ocasionar un incendio o una explosión puede ser muy variada debido, principalmente, a la heterogeneidad de tareas inherentes al trabajo en invernaderos. Por otra parte, los trabajadores expresan una opinión; es decir, la información obtenida es subjetiva; por ejemplo, un individuo puede considerar el plástico como un material inflamable, mientras otro apenas repara en ello.

Preguntados los trabajadores sobre el tipo de sustancias o materiales inflamables presentes en su trabajo, empleando para ello una pregunta de respuesta abierta, y una vez agrupados por familias los elementos por ellos referidos, los resultados (Figura 228) confirman la presencia habitual en los invernaderos de sustancias químicas (70,0%), seguidas por los plásticos (45,1%) y los combustibles (36,2%). El resto de opciones resultan o minoritarias (fertilizantes) o prácticamente residuales (aceites y cartón/papel).

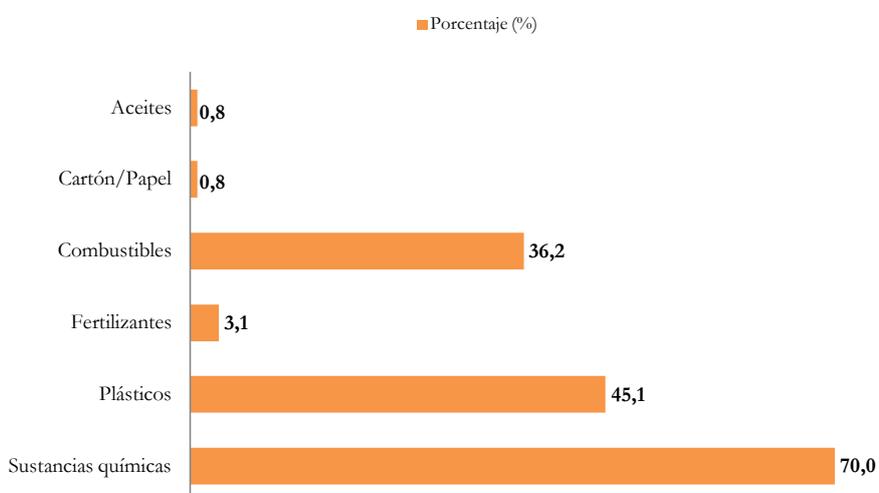


Figura 228. Presencia de sustancias y materiales inflamables en los invernaderos. (Fuente: elaboración propia).

En segundo lugar procede, para determinar la situación en los invernaderos, averiguar la existencia de medios de protección contra incendios mediante el empleo de una pregunta con doble respuesta (Sí o No). Así, el 72,4% de los encuestados responde de forma positiva de manera que, al menos en las instalaciones de mayor tamaño, cabe pensar que existan elementos extintores u otros dispositivos contra incendios. En otros estudios [263] se han registrado valores diferentes: 40,7% en relación a la presencia de equipos de extinción de incendios en los invernaderos, si bien en el 70,4% de los casos se guardan precauciones para prevenir el fuego.

El grado de conocimiento y de destreza en el manejo de los equipos de protección contra incendios está representado en la Figura 229. De su análisis se desprende que más de un tercio de los encuestados (37,4%) no posee ningún conocimiento ni habilidad en el manejo de estos equipos (posiblemente carezcan de ellos en su instalación), aunque para el 30,4% este es máximo y sólo el 47,9% afirma poseer un nivel de conocimiento elevado o máximo. La información proporcionada por el tratamiento estadístico de los datos obtenidos para esta cuestión (Tabla 107) muestra un nivel de riesgo moderado, con una media de 3,03 mediana de 3,00, etc., aunque se observan tendencias muy polarizadas, de ahí que los valores de dispersión sean muy elevados.

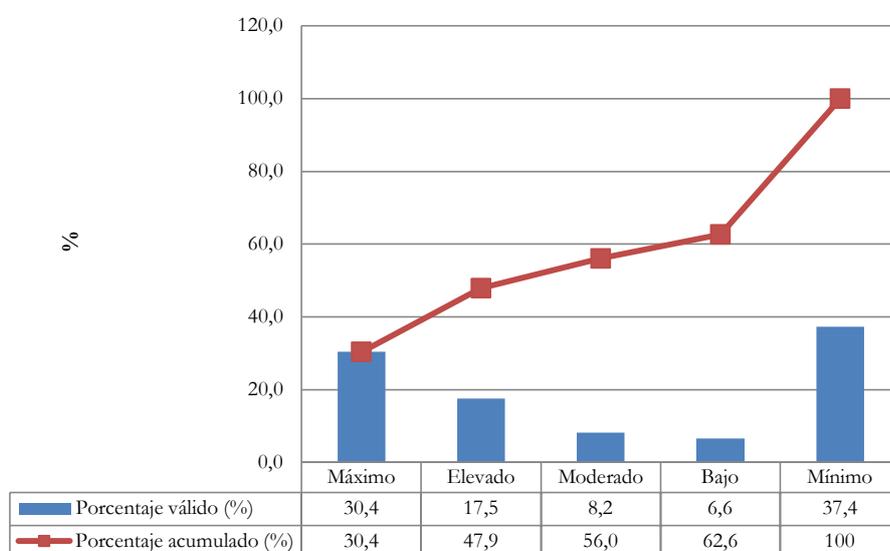


Figura 229. Grado de conocimiento en el manejo de los equipos de protección contra incendios por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Como se mencionó en la parte introductoria de este epígrafe, la distribución reglamentaria de los equipos de protección contra incendios se encuentra profusamente detallada en la normativa nacional [1085]. Sobre este punto se requirió el parecer de los trabajadores de invernadero; es decir, su grado de satisfacción con la cantidad y distribución de estos equipos en sus instalaciones. Los resultados (Figura 230) revelan que la mitad de los trabajadores (35,4% sobre el 72,4% que dispone de estos equipos en sus instalaciones) posee un grado de satisfacción máximo en esta cuestión, elevado en el 17,5% de los casos y sólo el 7,4% afirma tener un nivel de satisfacción mínimo o bajo. La información procedente del análisis estadístico de los datos referentes a esta cuestión (Tabla 107) revela un grado de satisfacción general elevado y un nivel de riesgo situado en un intervalo mínimo-bajo, muy próximo a este último, con una media de 1,93, mediana de 2,00, moda de 1 y percentil 50 de 2,00, entre otros.

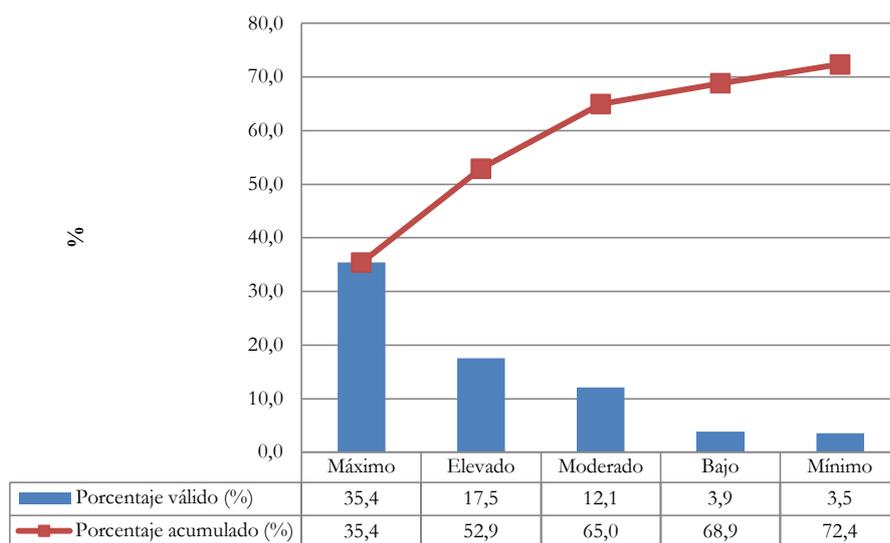


Figura 230. Grado de satisfacción de los trabajadores por la distribución y cantidad de equipos de protección contra incendios en sus invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

El mantenimiento reglamentario de los equipos de protección contra incendios es esencial para su adecuado funcionamiento en situaciones que siempre son de emergencia. Por este motivo se confeccionó una última pregunta destinada a recoger el grado de satisfacción de los trabajadores sobre el mantenimiento de estos equipos. La Figura 231 muestra valores parecidos a los obtenidos para la cuestión anterior; así, el 37,4% manifiesta un grado máximo de satisfacción, para el 14,4% es elevado y el 8,6% reconoce que su nivel de agrado en esta materia es mínimo o bajo. La información procedente del análisis estadístico de los datos referentes a esta cuestión (Tabla 107) revela un grado de satisfacción general elevado y un nivel de riesgo situado en un intervalo mínimo-bajo, muy próximo a este último, con una media de 1,95, mediana de 1,00, moda de 1 y percentil 50 de 1,00, entre otros.

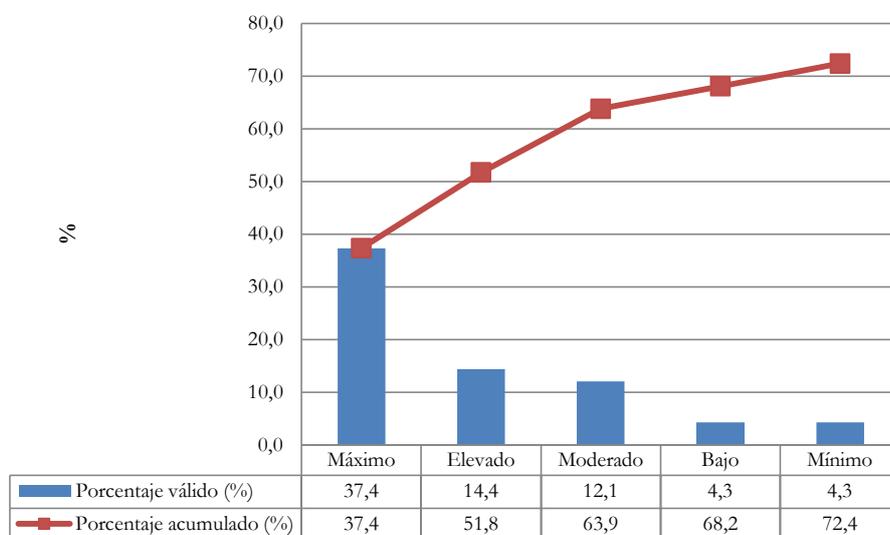


Figura 231. Grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de protección contra incendios en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 107. Valores de los principales parámetros estadísticos referentes a la frecuencia de manipulación de sustancias inflamables, grado de conocimiento en el manejo de los equipos contra incendios y nivel de satisfacción por su distribución y mantenimiento en los invernaderos de Extremadura.

Variables estadísticas	Escala Likert (1-5): resultados frecuencia manipulación sustancias inflamables	Escala Likert (5-1): resultados grado conocimiento manejo equipos contra incendios	Escala Likert (5-1): resultados grado satisfacción distribución equipos contra incendios	Escala Likert (5-1): resultados grado satisfacción mantenimiento equipos contra incendios
Media	2,20	3,03	1,93	1,95
Mediana	2,00	3,00	2,00	1,00
Moda	1	5	1	1
Desviación típica	1,248	1,720	1,144	1,207
Varianza	1,558	2,960	1,309	1,457
Asimetría	0,918	0,035	1,146	1,130
Curtosis	-0,166	-1,745	0,510	0,287
Percentil 25	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	2,00	3,00	2,00	1,00
Percentil 75	3,00	5,00	3,00	3,00
Percentil 95	5,00	5,00	4,65	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.7. Agentes contaminantes químicos y biológicos

En este apartado se analiza el impacto que provoca, sobre los trabajadores de invernadero de Extremadura, la acción de los contaminantes de origen químico y biológico. Los ítems confeccionados para tratar esta cuestión son los siguientes:

- Empleo de sustancias químicas en los invernaderos. Tipo de sustancias en caso afirmativo.
- Etiquetado correcto de las sustancias químicas.
- Formación e información a los trabajadores sobre la manipulación y uso adecuado de sustancias químicas.
- Conocimiento sobre el tiempo de latencia para entrar en un invernadero recientemente tratado con productos fitosanitarios.
- Aplicación de los tratamientos fitosanitarios. Medidas preventivas seguidas.
- Aplicación de los tratamientos fitosanitarios. Posibles repercusiones en la salud de los aplicadores.
- Presencia de agentes biológicos en el trabajo. Tipos de agentes biológicos en caso afirmativo.

Las medias correspondientes a las preguntas en las que se ha empleado la Escala de Likert es de 1,23 en el caso de los contaminantes químicos y de 1,72 para los de origen biológico, cifras que dibujan un nivel de riesgo general, para ambos factores, comprendido en un intervalo entre mínimo y bajo.

6.1.4.7.1. Contaminantes químicos (68-70)

La actividad agrícola se caracteriza por la realización de gran número de tareas, en muchas de las cuales se emplean sustancias muy heterogéneas en sus características químicas, aplicaciones y consecuencias nocivas sobre el organismo del agricultor. Por otra parte, la propia idiosincrasia del invernadero, que le convierte en un recinto semiconfinado, incrementa la presencia y posibles efectos perniciosos de estas sustancias; además, el carácter intensivo de la agricultura que se practica en las instalaciones invernadas aumenta las cantidades empleadas y, por ende, los tiempos de exposición, concentraciones, etc.

Los contaminantes de origen químico están constituidos por sustancias inertes presentes en el aire en forma de vapores, gases, polvo, etc. Como se ha visto en varios puntos de este trabajo, las sustancias químicas generan riesgos de seguridad en forma de accidentes de trabajo, e higiénicos, con capacidad para provocar enfermedades profesionales [282] gracias a su inhalación, ingestión o contacto mantenidos en el tiempo. La gravedad de las lesiones depende, principalmente, de las características químicas de la sustancia, del tiempo de exposición, dosis, concentración, vía de entrada y estado físico del individuo afectado.

En los invernaderos de Extremadura, el 87,5% de los trabajadores confirma la presencia constante de sustancias químicas en sus instalaciones. En la evaluación subjetiva de las condiciones de trabajo por los trabajadores autónomos del sector agropecuario español [1069], la manipulación o respiración de sustancias nocivas o tóxicas preocupa mucho al 3,6% de los encuestados, bastante al 15,5%, regular al 18,1%, poco al 15,0% y nada al 47,7%; entre los autónomos agrícolas esta cuestión inquieta bastante o mucho al 23,8%; y, por último, en el grupo de los autónomos hortícolas y de vivero dicho grado de preocupación se incrementa hasta el 27,1%. A la hora de valorar el riesgo de accidente de trabajo por manipulación de productos tóxicos, sólo el 0,8% de los autónomos de invernadero considera esta posibilidad, frente al 5,8% del resto de autónomos agrícolas, y entre las causas de accidentes de trabajo identificados, la manipulación inadecuada de productos o sustancias químicas es la responsable para el 1,1% de los trabajadores de invernadero y para el 3,8% en el resto del sector.

Por lo que respecta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073] en 2018, el 2,1% de sus actuaciones fue provocada por la exposición de los trabajadores a altos niveles de agentes nocivos; estas dieron lugar al 1,9% de los requerimientos, el 0,7% de las infracciones y el 0,8% de las paralizaciones.

Para averiguar qué tipo de sustancias químicas se encuentran en los invernaderos extremeños, se ha confeccionado una pregunta con seis opciones que pretenden agrupar por familias químicas a los productos más frecuentemente empleados en el sector agrícola (Figura 232). Se observa que el uso de plaguicidas, con el 82,5%, supera ampliamente al resto de sustancias, que en ningún caso consiguen un porcentaje superior al 15%.

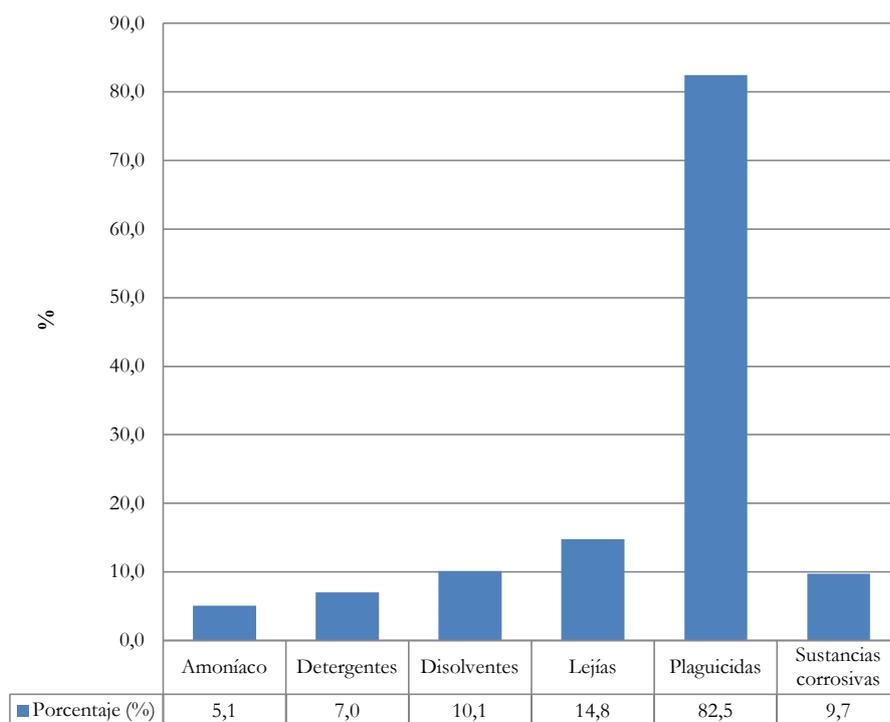


Figura 232. Sustancias químicas más frecuentemente empleadas en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Mantener el etiquetado original en los recipientes de sustancias químicas es esencial para evitar accidentes por confusión de productos, mezclas tóxicas, etc. Es obligación del empresario que la etiqueta adherida a los recipientes de cualquier sustancia química por él adquirida sea leída y comprendida por el trabajador. En ningún caso puede haber recipientes no etiquetados, ya que se perdería información relativa no sólo a la identificación del producto, sino de las dosis de utilización o aplicación, tiempo o plazo de latencia recomendado para entrar en los invernaderos tratados con esas sustancias, caducidad, medidas de protección, etc.

Para abordar esta cuestión se ha confeccionado un ítem empleando la Escala de Likert (Figura 233). Así, en el 87,1% de los casos las sustancias químicas se encuentran siempre perfectamente identificadas y etiquetadas, aunque en el 6,2% de las ocasiones esta obligación se cumple a veces, alguna vez o nunca, de manera que en las instalaciones incumplidoras se debería evaluar con urgencia esta circunstancia debido al elevado riesgo de AT o de EP por este motivo.

En el sector agropecuario nacional [1069], el 95,7% de los trabajadores autónomos manifiesta que todos o casi todos los productos utilizados contienen información (fichas de datos de seguridad, etiquetado, instrucciones de empleo, etc.) acerca de su peligrosidad (este porcentaje es de 93,8% en los invernaderos del presente estudio), y el 3,4% sólo en algunos de ellos. Por lo que respecta a la facilidad o dificultad para entender la información contenida en las etiquetas, el 84,6% manifiesta que es fácilmente comprensible, el 10,2% opina que sólo a veces es complicada, el 4,2% que lo es siempre y el 0,8% nunca presta atención a esta circunstancia, de manera que cabe pensar que no lee la información suministrada por el fabricante del producto.

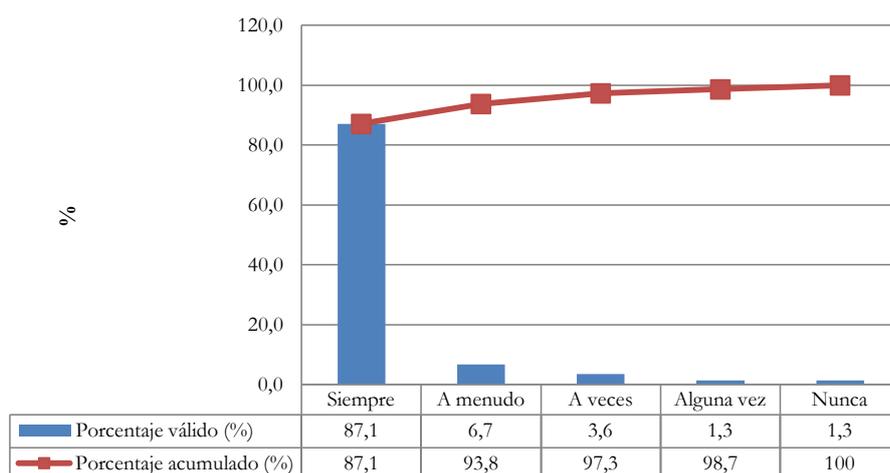


Figura 233. Identificación y etiquetado correcto de las sustancias químicas presentes en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La información procedente del análisis estadístico de los datos referentes a esta cuestión (Tabla 108) revela una frecuencia, relativa a la identificación y etiquetado correcto de las sustancias químicas presentes en los invernaderos, muy elevada y próxima al grado máximo, con un nivel de riesgo situado en el intervalo mínimo-bajo, con una media de 1,23, mediana de 1,00, percentil 75 de 1,00, etc., así como bajos valores de dispersión.

Tabla 108. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al etiquetado correcto de las sustancias químicas presentes en los invernaderos de Extremadura.

Variabes estadísticas	Escala Likert (5-1): resultados etiquetado correcto sustancias químicas presentes en los invernaderos
Media	1,23
Mediana	1,00
Moda	1
Desviación típica	0,701
Varianza	0,491
Asimetría	-3,574
Curtosis	13,427
Percentil 25	1,00
Percentil 50	1,00
Percentil 75	1,00
Percentil 95	5,00

(Fuente: elaboración propia).

Como se ha visto para otros aspectos del trabajo, la formación e información a los trabajadores sobre el uso adecuado de las sustancias químicas que utilizan en los invernaderos resulta esencial para asegurar su seguridad y salud. Para afrontar esta cuestión se consideró oportuno confeccionar una pregunta con doble respuesta (Sí/No). Así, el 80,2% de los encuestados manifiesta que fue formado e informado en esta materia.

6.1.4.7.2. Tratamientos fitosanitarios (71-73)

Los productos fitosanitarios son aquellos pesticidas o plaguicidas utilizados para combatir las plagas agrícolas; incluyen sustancias muy variadas, como herbicidas, fungicidas, insecticidas, acaricidas, bactericidas, rodenticidas, etc. [330].

La exposición humana a estas sustancias no sólo se produce durante la preparación del producto y su aplicación, sino también al no ser respetado el plazo de seguridad, de latencia o de entrada al invernadero tratado que depende, a su vez, de varios factores, como el tipo de plaguicida o de su principio activo, de la dosis, tasa de dispersión, grado de aislamiento de la instalación, etc. [346].

El daño a la salud, entre los trabajadores de invernadero, es hasta un 30% superior al que sufren aquellos que realizan su actividad a campo abierto [333]. Las malas prácticas en la aplicación de los tratamientos fitosanitarios han contribuido a incrementar las cifras de morbilidad y mortalidad de los agricultores de países subdesarrollados [427].

La normativa que regula todos los aspectos relacionados con los productos fitosanitarios [364] [365] [1090] [1091] [1092] [1093] [1094] [1095] [1096] obliga a los empresarios a mantener actualizado un registro documental de los tratamientos efectuados, a guardar los certificados de inspección de los equipos durante tres años, estar en posesión de la autorización requerida, analizar periódicamente la presencia de residuos y conservar los justificantes de entrega de los recipientes vacíos, entre otros requisitos [366]

Se deben utilizar equipos y EPI homologados, tener la certeza de que no hay nadie próximo a la zona tratada, evitar pulverizar en las horas de mayor calor, no comer, beber o fumar durante la aplicación o tras ella si no se han eliminado completamente los residuos de estos productos y señalar convenientemente los invernaderos recién tratados [264].

La aplicación de los tratamientos causa el 9,6% de las bajas laborales sobrevenidas en cualquier momento de la vida profesional, mientras que la cifra en el sector agrícola nacional es del 2,1% anual [1069].

En el estudio de los invernaderos de Extremadura, la práctica de los tratamientos fitosanitarios es considerada por el 51,0% de los trabajadores como una tarea que han de realizar de forma habitual, porcentaje que se incrementa hasta el 70,8% en los invernaderos de Almería [284].

La asiduidad en la aplicación de los tratamientos fitosanitarios ha sido analizada a nivel nacional entre los trabajadores autónomos de invernadero y del resto del sector agrícola [1069]. Como resultado de la comparación de ambos valores (Tabla 109), se observa que en los invernaderos la aplicación de los tratamientos es una actividad netamente más frecuente que en el resto del sector agrícola. Así, en el primer grupo, el mayor porcentaje corresponde al intervalo de 21-30 días al año, mientras que en el segundo es inferior a 10 días al año.

Tabla 109. Comparación del grado de asiduidad en la actividad de aplicación de tratamientos fitosanitarios entre trabajadores autónomos de invernadero y del resto del sector agrícola nacional [1069].

Nº días/año	Autónomos invernadero España (%)	Autónomos resto sector agrícola nacional (%)
< 10	5,2	55,5
10-20	15,5	17,1
21-30	68,0	12,2
31-40	8,8	4,5
> 40	2,6	9,0

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

El R.D. 3349/1983 [1097] define el plazo de seguridad como aquel período de tiempo que debe transcurrir desde la aplicación de un plaguicida hasta la recolección o aprovechamiento de los productos cultivados o, en su caso, hasta la entrada de los trabajadores en los recintos tratados. Son los organismos competentes para autorizar y registrar los plaguicidas quienes deben establecer dichos plazos de seguridad y demás condiciones de utilización, información que los fabricantes deben incluir en el etiquetado del producto. Sin embargo, con frecuencia se informa al agricultor que puede volver a entrar en el invernadero siempre que el líquido pulverizado se haya secado sobre cualquier tipo de superficie, incluida la de los propios vegetales, de manera que bajo condiciones de alta temperatura y velocidad del aire (por mal aislamiento de la instalación) y baja humedad, el producto aplicado puede secarse antes del tiempo que figura en el etiquetado.

En el presente estudio y con respecto al plazo de seguridad para la entrada en una instalación recién tratada, el 46,3% de los trabajadores de invernadero de Extremadura afirma conocer dicho período de seguridad. La Figura 234 recoge los datos obtenidos para esta cuestión, entre los que destacan los períodos de seguridad de 8 y 9 días, con porcentajes de 13,6 y 10,5% (sobre dicho 46,3%), respectivamente.

En un estudio efectuado sobre invernaderos en países en vías de desarrollo [332] (n = 200), el 6,5% de los trabajadores penetra en el recinto tratado inmediatamente después de la aplicación, el 32,0% no respeta el plazo de latencia, el 78,0% afirma no haber recibido formación sobre esta materia y el 63,0% mezcla pesticidas, con el posible incremento de efectos sinérgicos negativos para la salud; de hecho, el 91,0% confiesa haber consultado al médico en ocasiones debido a problemas derivados del contacto con productos fitosanitarios.

En el sector agrícola español, el 7,6% de los autónomos agrícolas manifiesta que la aplicación de los tratamientos fitosanitarios fue la actividad específica desempeñada cuando se materializó un accidente de trabajo. En relación al nivel de información sobre la manipulación, transporte o desecho de productos fitosanitarios, el 5,0% de los autónomos de invernadero afirma ser este nulo o escaso y el 5,5% lo considera moderado, mientras en el resto del sector estas cifras son, respectivamente, de 10,0% y 8,1%; el resto (89,5 y 81,8%, respectivamente) afirma estar informado o muy informado. Sobre este mismo aspecto, la información recibida en los dos últimos años fue del 88,3% para los trabajadores de invernadero y 61,9% entre los del resto del sector [1069].

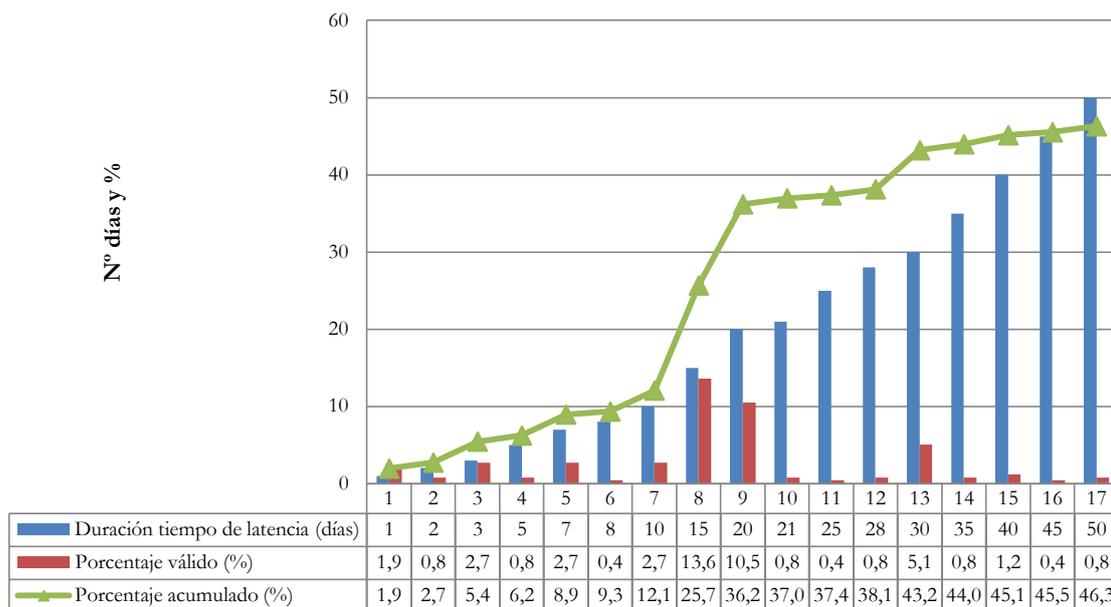


Figura 234. Plazo de seguridad para la entrada de los trabajadores en los invernaderos recién tratados con productos fitosanitarios.
(Fuente: elaboración propia).

Como se ha mencionado en este mismo epígrafe, algo más de la mitad de los trabajadores de invernadero de Extremadura (51,0%) se ocupa, entre otras tareas, de la aplicación de los tratamientos fitosanitarios; como quiera que el porcentaje de los que creen conocer el plazo de seguridad es del 46,3%, cabe pensar que existe un 4,7% de trabajadores que efectúa los tratamientos sin disponer de los conocimientos necesarios, pues ignoran una cuestión de tanta importancia como el período de latencia para una entrada segura en las instalaciones recién tratadas.

Con el fin de averiguar si se siguen las instrucciones correctas en la aplicación de productos fitosanitarios se han desglosado sus tareas principales a fin de hacer un seguimiento sobre su grado de cumplimiento. Así, se han analizado subtarefas como la dosificación del producto según las instrucciones que figuran en el etiquetado, utilización de un traje integral impermeable, posibilidad de que el trabajador se quite parte de su atuendo durante el tratamiento (molestias por calor, falta de transpiración, hiperhidrosis, etc.), protección de ojos y heridas, prohibición de comer, beber y fumar, ducharse tras la aplicación, lavar o desechar con presteza la ropa utilizada y eliminar de forma correcta los restos o residuos de plaguicidas.

Por tanto, sobre los 131 trabajadores (51,0%) que realizan los tratamientos, los valores obtenidos al estudiar estas subtarefas (Figura 235), revelan que el 5,3% dosifica incorrectamente el producto, el 30,5% no utiliza un traje de protección integral, el 45,8% se quita parte de su atuendo durante la aplicación, el 16,8% no protege ojos ni heridas, el 28,2% come, bebe o fuma en pleno tratamiento, el 55,0% no se ducha inmediatamente después de la aplicación, el 56,5% no lava o desecha con diligencia la ropa utilizada y el 31,3% no elimina correctamente los residuos y posibles restos de los productos empleados.

Estas cifras deberían provocar una reflexión entre los responsables de los invernaderos sobre las condiciones de seguridad en que se efectúan los tratamientos fitosanitarios.

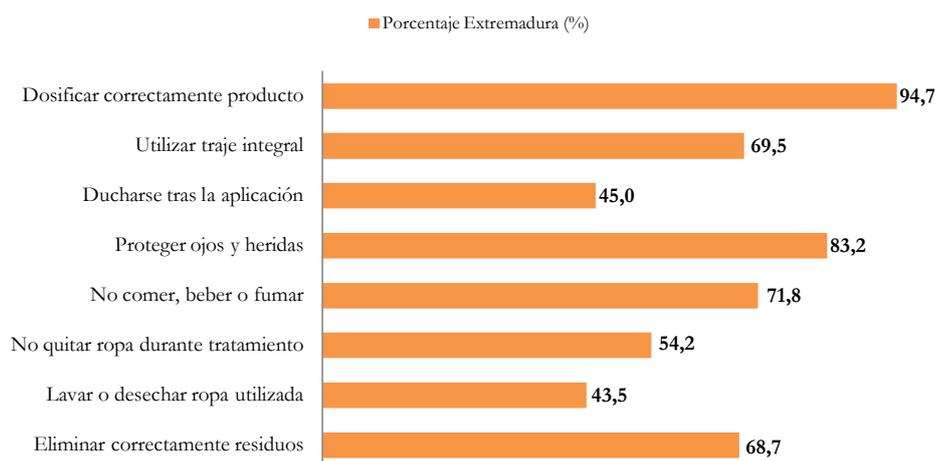


Figura 235. Grado de cumplimiento de las medidas adecuadas de prevención y protección en relación a la aplicación de productos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

La Figura 236 establece una comparación entre los valores procedentes de diferentes investigaciones en relación al grado de cumplimiento de las medidas adecuadas de prevención y protección en la aplicación de tratamientos fitosanitarios. Los datos para Extremadura son, en general, peores a los de procedencia nacional e, incluso, inferiores a los de un estudio realizado en la India [332] en aspectos como no comer, beber o fumar durante la aplicación y en desprenderse de parte del atuendo de protección en pleno tratamiento.

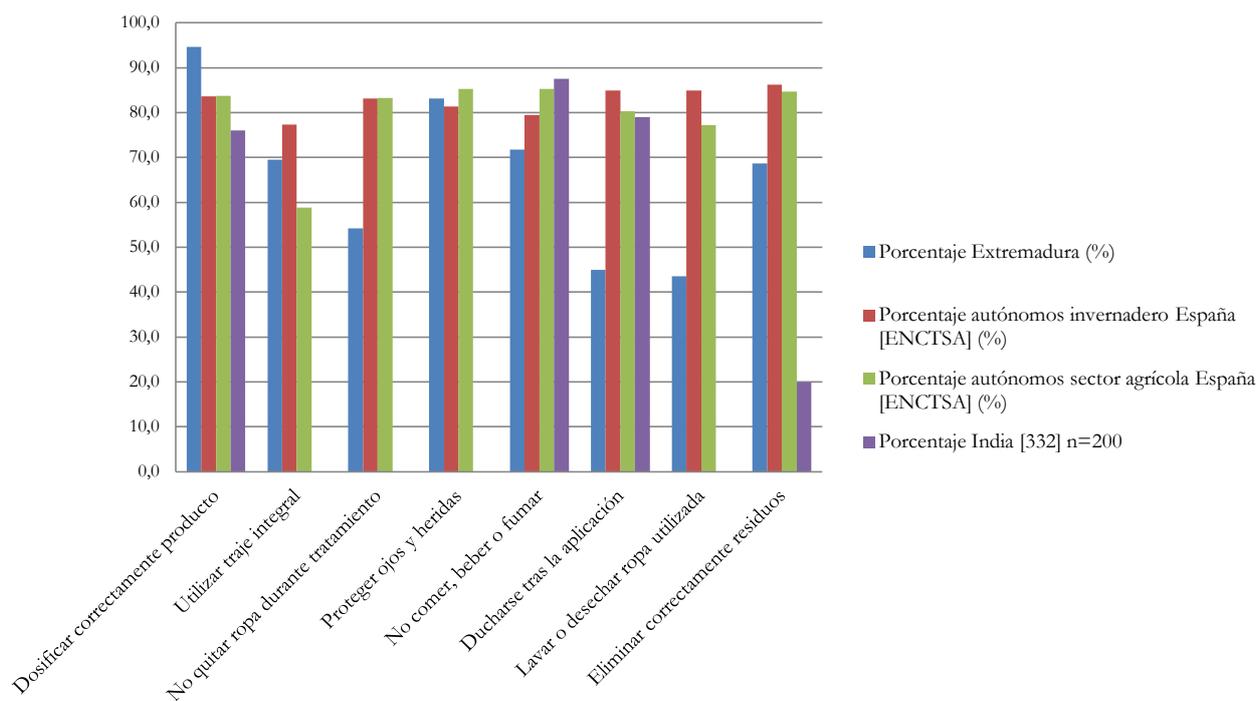


Figura 236. Comparación de los valores procedentes de diferentes investigaciones en relación al grado de cumplimiento de las medidas adecuadas de prevención y protección en la aplicación de tratamientos fitosanitarios. (Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Majumdar *et al.* y de la ENCTSA [332] [1069]).

Ante la posibilidad de que se materialice un incumplimiento parcial de las medidas de prevención y protección en la aplicación de productos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura, los trabajadores fueron requeridos, en una última pregunta, a manifestar el tipo de molestias sufridas como consecuencia del desempeño de esta actividad.

Los datos obtenidos (Figura 237) presentan una prevalencia no muy elevada, sobre todo si se comparan con los procedentes de otras investigaciones (Tabla 110). Así, el valor más frecuente es el que hace referencia a la presencia de escozor o irritación en piel y ojos (6,2%), seguido del padecimiento de cefaleas (5,8%) y tos o disnea (5,4%); sin embargo, algunos trabajadores han sufrido episodios más graves, como pérdida del conocimiento (0,8%) y temblores tras la aplicación (1,9%).

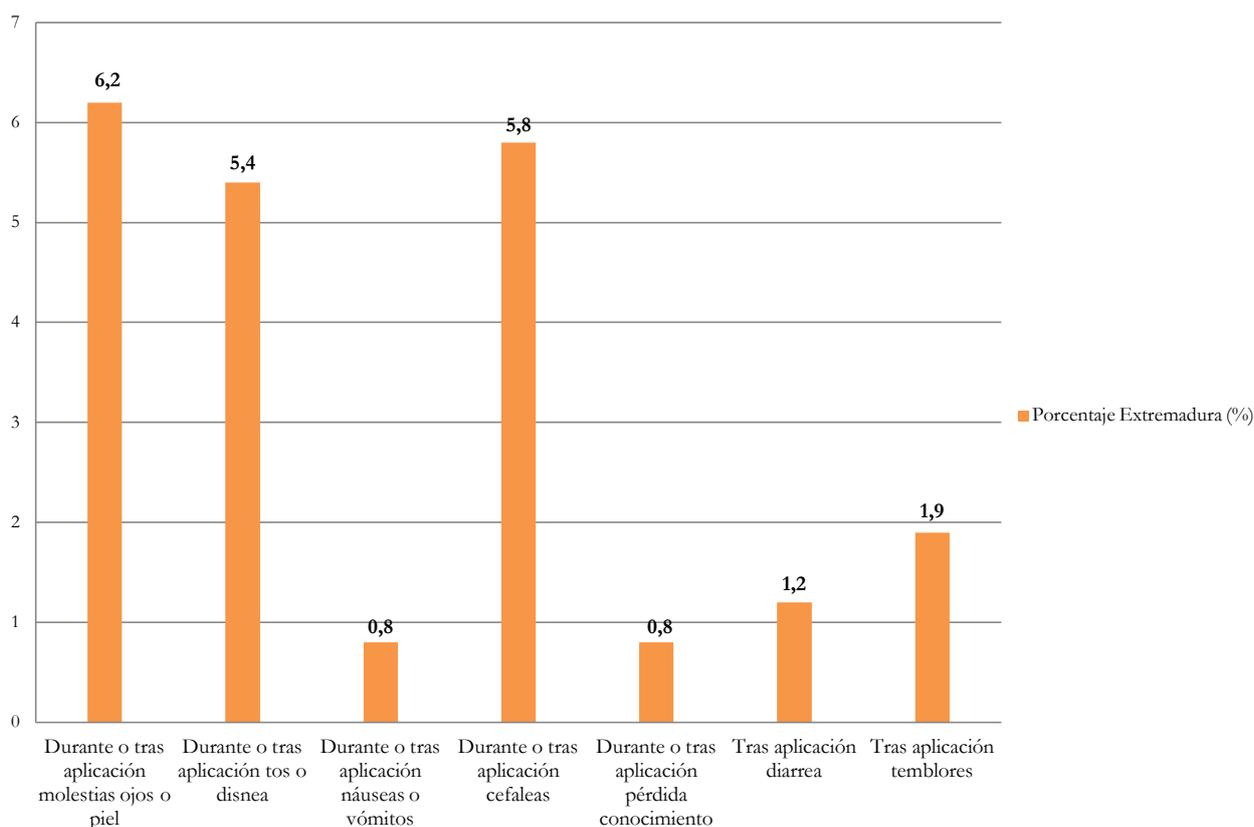


Figura 237. Consecuencias sobre la salud de los trabajadores que realizan los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

La Tabla 110 establece una comparación de los valores procedentes de diferentes estudios en relación a las consecuencias que sobre la salud de los trabajadores supone la manipulación habitual de productos fitosanitarios.

Quizá la circunstancia más impactante sea la enorme diferencia en los valores registrados entre las investigaciones desarrolladas en España e India, país en el que la frecuencia de problemas de salud entre los aplicadores de fitosanitarios resulta alarmante.

Tabla 110. Comparación de los valores procedentes de diferentes investigaciones en relación con las consecuencias sobre la salud de los trabajadores que aplican productos fitosanitarios.

Consecuencias orgánicas aplicación tratamientos fitosanitarios	Trabajadores invernadero Extremadura (%)	Autónomos invernadero España [1069] (%)	Autónomos sector agrícola España [1069] (%)	Trabajadores invernadero India [332] n = 200 (%)
Durante o tras aplicación molestias en ojos o piel	6,2	9,8	17,6	99,5
Durante o tras aplicación tos o disnea	5,4	7,8	8,4	54,5
Durante o tras aplicación náuseas o vómitos	0,8	2,0 ⁽¹⁾	1,4 ⁽¹⁾	29,0
Durante o tras aplicación cefaleas	5,8	1,5 ⁽²⁾	1,5 ⁽²⁾	99,5
Durante o tras aplicación pérdida conocimiento	0,8	(2)	(2)	
Tras aplicación diarrea	1,2	(1)	(1)	49,0
Tras aplicación temblores	1,9	1,0	0,3	87,5
(1) Valor correspondiente a: náuseas o vómitos + diarrea.				
(2) Valor correspondiente a: cefaleas + pérdida de conocimiento.				

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de Majumdar *et al.* y de la ENCTSA [332] [1069]).

6.1.4.7.3. Contaminantes biológicos (74)

Se considera agente biológico a cualquier microorganismo (bacterias y virus, así como las sustancias que segregan o sus productos de desecho), endoparásito humano, hongo, insecto, gusano, ácaro, roedor, ave, pequeño mamífero, etc., susceptible de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad [438] [439]. La presencia de contaminantes de origen biológico en los invernaderos se encuentra profusamente documentada. En España suelen causar molestias y enfermedades de carácter leve a los trabajadores.

Con el fin de abordar la presencia de contaminantes biológicos en los invernaderos de Extremadura se confeccionó una pregunta empleando la Escala de Likert complementada con una segunda cuestión destinada a identificar los tipos de agentes biológicos detectados por los trabajadores. La frecuencia de aparición de agentes biológicos molestos o peligrosos en los invernaderos extremeños (Figura 238) es netamente baja; así, aproximadamente dos tercios de los trabajadores (62,6%) nunca ha percibido su presencia, el 15,6% alguna vez y sólo el 8,6% a menudo o siempre. Sin embargo, en los invernaderos de Almería, el 80,8% de los trabajadores manifiesta la existencia de agentes biológicos en el trabajo, mientras que en el resto del sector agrícola la cifra desciende al 16,7% [284]. En la agricultura nacional [1069], el 34,6% de los trabajadores autónomos agrícolas asegura estar expuesto a la acción de agentes biológicos, mientras dicho porcentaje se incrementa hasta el 81,1% entre los autónomos de invernadero (muy similar al registrado en las instalaciones invernadas de Almería). En relación a las acciones preventivas a implementar para evitar los riesgos biológicos en el sector agrícola, la instauración de medidas sanitarias e higiénicas personales resulta la mejor opción para el 36,3% de los autónomos agrícolas y 15,5% de los

autónomos de invernadero, mientras que las tareas de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización son las más efectivas para el 51,6% del primer colectivo y el 95,5% del segundo.

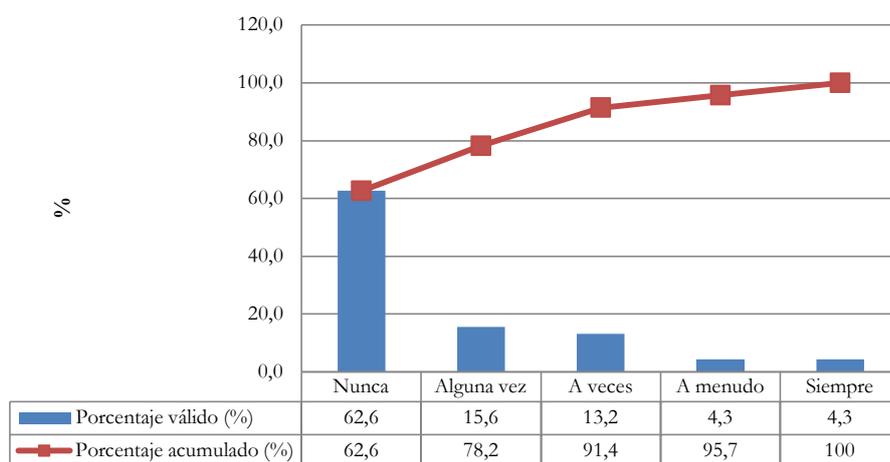


Figura 238. Frecuencia de aparición de contaminantes biológicos en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La información procedente del análisis estadístico de los datos referentes a la presencia de agentes biológicos en los invernaderos de Extremadura (Tabla 111) revela una frecuencia baja, con una media de 1,72, mediana de 1,00 y percentil 75 de 2,00, entre otros valores, que configuran un nivel de riesgo ubicado en un intervalo mínimo-bajo.

Tabla 111. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a la frecuencia de aparición de contaminantes/agentes biológicos en los invernaderos de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (1-5): RESULTADOS FRECUENCIA APARICIÓN AGENTES BIOLÓGICOS EN LOS INVERNADEROS
Media	1,72
Mediana	1,00
Moda	1
Desviación típica	1,114
Varianza	1,242
Asimetría	1,511
Curtosis	1,389
Percentil 25	1,00
Percentil 50	1,00
Percentil 75	2,00
Percentil 95	4,00

(Fuente: elaboración propia).

De los valores correspondientes a la identificación de los agentes biológicos detectados en los invernaderos extremeños (Figura 239) se desprende que la presencia más frecuente es la de insectos (30,0%), seguida de hongos (11,3%) y roedores (10,9%). La instalación de mallas mosquiteras en las aberturas de ventilación del invernadero neutralizaría o, al menos, minimizaría este molesto problema a costa de reducir sensiblemente la ratio de renovación de aire.

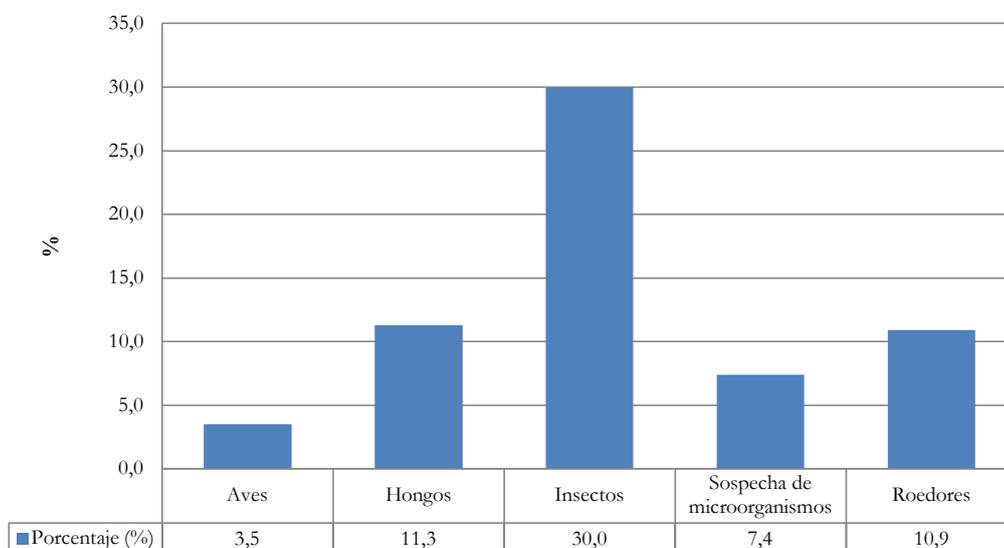


Figura 239. Tipos de agentes biológicos presentes en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8. Análisis de los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo

La Psicología Aplicada a la Prevención de Riesgos Laborales es una disciplina preventiva que se ocupa del estudio de los factores derivados de la organización y gestión del trabajo, muy cambiantes en los últimos años [731] [732] y caracterizados por una tendencia creciente a la definición de roles e incremento en las exigencias mentales de los trabajadores. Las posibles consecuencias negativas para la salud derivadas de los riesgos psicosociales se materializan en bajas laborales cada vez más numerosas e, incluso, la aparición de enfermedades profesionales [735], mientras sus efectos positivos inciden en el grado de satisfacción del individuo hacia su trabajo. No hay que olvidar que el principal activo de una empresa es su elemento humano, razón suficiente para que la parte empresarial fomente el bienestar y desarrollo profesional de sus trabajadores. Es un hecho indiscutible que los riesgos psicosociales crecen en importancia y consideración por parte de los trabajadores y agentes vinculados a la prevención de riesgos laborales; así, en el caso de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [1073], el 0,7% de sus actuaciones tiene relación con los riesgos psicosociales, el 1,0% de los requerimientos y el 0,8% de las infracciones; cifras muy parecidas a las de los riesgos ergonómicos.

Para el análisis de los factores psicosociales seleccionados en la encuesta, por su posible transformación en riesgos psicosociales, se ha optado por agruparlos en siete grandes bloques:

- Demandas psicológicas del trabajo (12 ítems): toma de decisiones de forma rápida, acumulación de tareas, ritmo de trabajo, atención exigida por el trabajo, aprendizaje de cosas nuevas (contenido del trabajo), gravedad de las consecuencias de cometer un error, variedad de tareas,

conflicto de rol (instrucciones u órdenes contradictorias), trabajos aislados (relaciones sociales en el trabajo) y organización temporal del trabajo; es decir, número de días laborables por semana, turnicidad y nocturnidad.

- Autonomía y control sobre el trabajo (4 ítems): control sobre el orden de realización de las tareas, grado de iniciativa aplicada, control sobre la elección del período vacacional y posibilidad de abandonar temporalmente el trabajo ante una situación personal grave.
- Recompensas (4 ítems): posibilidad de promoción profesional, salario neto percibido, satisfacción con el salario y tipo de salario (fijo, variable o mixto).
- Implicación emocional (3 ítems): transferencia de los problemas laborales al ámbito privado, implicación emocional ante determinadas situaciones producidas en el trabajo y existencia de episodios de acoso laboral con humillación o discriminación del trabajador.
- Apoyo social (3 ítems): relaciones interpersonales (superiores, compañeros y subordinados).
- Identificación con la organización o peso del elemento humano en su capital social (2 ítems): importancia subjetiva del trabajo y presumir o hablar bien de la empresa en ámbitos no laborales.
- Estado de salud (1 ítem): número de días de baja por enfermedad en los últimos doce meses.

6.1.4.8.1. Demandas psicológicas del trabajo

Las demandas psicológicas del trabajo inciden directamente sobre la carga mental asociada al mismo. Hacen referencia, pues, a todos aquellos requerimientos y exigencias mentales del trabajo susceptibles de superar la capacidad de respuesta del individuo [786] [787] [788] [789], provocando una disminución de su rendimiento [790], un incremento de bajas laborales [791] [792] [793] y un mayor riesgo de accidente de trabajo al aumentar el número de errores cometidos [799]. La prevención de los efectos negativos sobre la salud debido a las demandas psicológicas del trabajo requiere un enfoque de tipo organizacional, analizando cada puesto de trabajo y estableciendo objetivos asumibles a corto plazo [790] [915] [916].

Las demandas del trabajo agrupan múltiples aspectos del mismo, pero en el presente estudio se han seleccionado estos doce factores de riesgo psicosocial:

1. Rapidez en la toma de decisiones.
2. Acumulación de tareas entre jornadas laborales.
3. Aprendizaje de nuevos contenidos del trabajo.
4. Atención requerida por el trabajo.
5. Ritmo de trabajo.
6. Gravedad de las consecuencias de cometer un error.
7. Variedad de tareas.
8. Conflicto de rol.
9. Posibilidad de establecer relaciones sociales en el trabajo (trabajos aislados).
10. Número de días de trabajo por semana.
11. Turnicidad.
12. Nocturnidad.

Casi todas las preguntas relacionadas con las demandas del trabajo (excepto los trabajos aislados y la duración de la jornada semanal) han sido confeccionadas mediante el empleo de la Escala de Likert.

La media de las diez medias correspondientes a los factores de riesgo psicosocial relacionados con las demandas psicológicas del trabajo es de 2,61, valor que representa un riesgo cuya cuantificación le sitúa en un intervalo bajo-moderado, con un valor máximo de 4,31 (atención requerida por el trabajo) y mínimo de 1,11 (nocturnidad).

6.1.4.8.1.1. Rapidez en la toma de decisiones (75)

La posibilidad de tomar decisiones constituye, en principio, un elemento positivo del trabajo, que proporciona seguridad al individuo e incrementa su grado de satisfacción. Sin embargo, la rapidez en la toma de decisiones, como requerimiento ineludible del trabajo, incide en el posible incremento de errores cometidos por falta del tiempo necesario para reflexionar a la hora de seleccionar la decisión adecuada. La Figura 240 muestra los resultados obtenidos entre los trabajadores de invernadero para esta cuestión. Cabe destacar que el porcentaje de aquellos que toman decisiones rápidas a veces es del 30,7%, a menudo del 23,0% y nunca o alguna vez del 24,5%; por tanto, tres de cada cuatro trabajadores deben tomar decisiones de forma rápida a veces, a menudo o siempre.

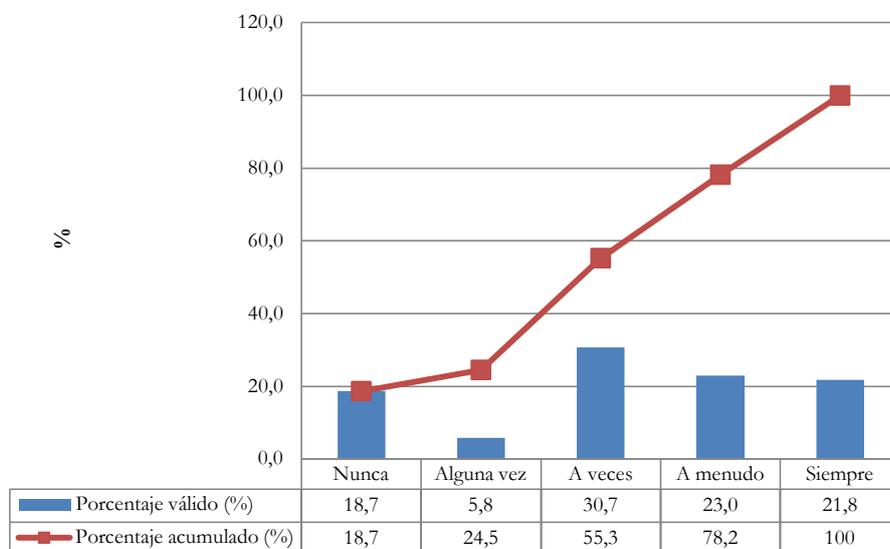


Figura 240. Rapidez en la toma de decisiones entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

La información procedente del análisis estadístico de los datos referentes a la rapidez en la toma de decisiones en los invernaderos de Extremadura (Tabla 117) revela una tendencia general del riesgo entre moderada y elevada, con una media de 3,23, mediana de 3,00 y percentil 25 de 3,00, entre otros valores.

6.1.4.8.1.2. Acumulación de tareas entre jornadas de trabajo (76)

La acumulación de tareas entre jornadas laborales es un aspecto psicosocial con capacidad para mermar la calidad del trabajo realizado y estresar al trabajador; de hecho, es uno de los elementos desencadenantes del *Burnout* o síndrome de estar quemado por el trabajo. En la Figura 241 se exponen los resultados del análisis de esta cuestión, entre los que destacan niveles de acumulación persistentes entre jornadas en el 28,4% de los encuestados, muy frecuentes o a menudo en el 20,2%, y sólo el 21,4% no se ve amenazado

nunca por este tipo de riesgo. Los resultados procedentes del análisis estadístico de los datos sobre la acumulación de tareas entre jornadas en los invernaderos de Extremadura (Tabla 117) revelan una tendencia general del riesgo entre moderada y elevada, con una media de 3,22, moda de 5, una elevada varianza (2,280), etc.

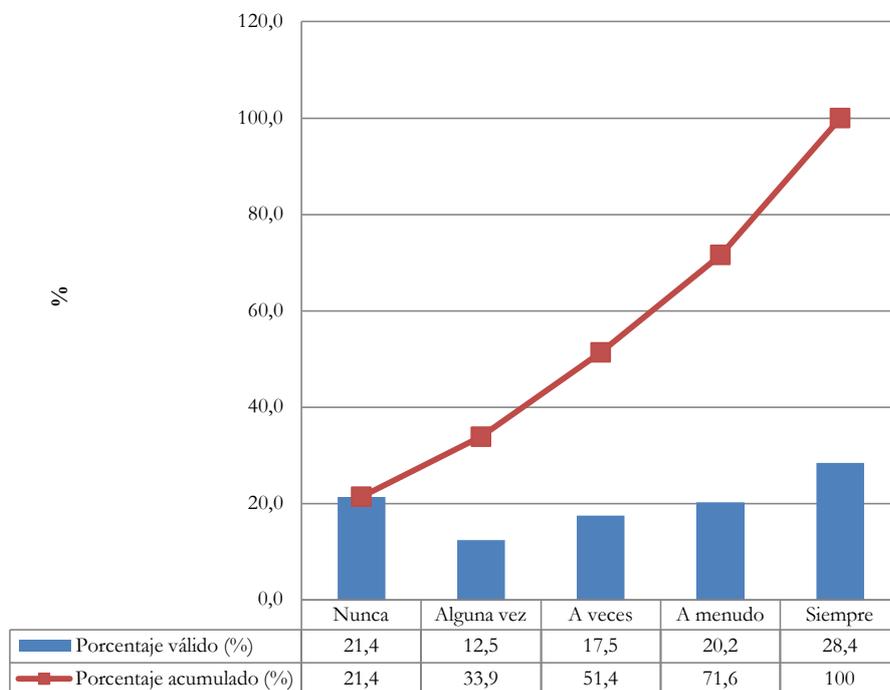


Figura 241. Acumulación de tareas entre jornadas laborales entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.3. Aprendizaje de nuevos contenidos en el trabajo (77)

El aprendizaje de habilidades o conceptos novedosos en el trabajo le proporciona contenido, de manera que su ausencia contribuye a la creación de un ambiente laboral inseguro, debido principalmente a la monotonía de las tareas realizadas, pérdidas de atención y concentración, aumento del número de errores, insatisfacción en el trabajador, etc. [772] [795] [796] [797] [798] [799]. Este aspecto psicosocial se nutre directamente de la obligación empresarial de formar e informar al trabajador.

La Figura 242 muestra los resultados obtenidos para esta cuestión entre los trabajadores de invernadero de Extremadura. Más de la mitad de los encuestados (54,1%) aprende siempre algo nuevo en el trabajo; es decir, enriquece continuamente el contenido del mismo; un 22,2% adquiere a menudo conceptos novedosos, y sólo el 9,0% no se instruye nunca o sólo en raras ocasiones.

Los resultados de los principales parámetros estadísticos de los datos sobre el aprendizaje de aspectos novedosos en el trabajo en los invernaderos (Tabla 117) muestran una tendencia general del riesgo entre mínima y baja (muy próxima a esta última), con una media de 1,84, además de una mediana de 1,00, moda de 1, percentil 75 de 2,00, etc.

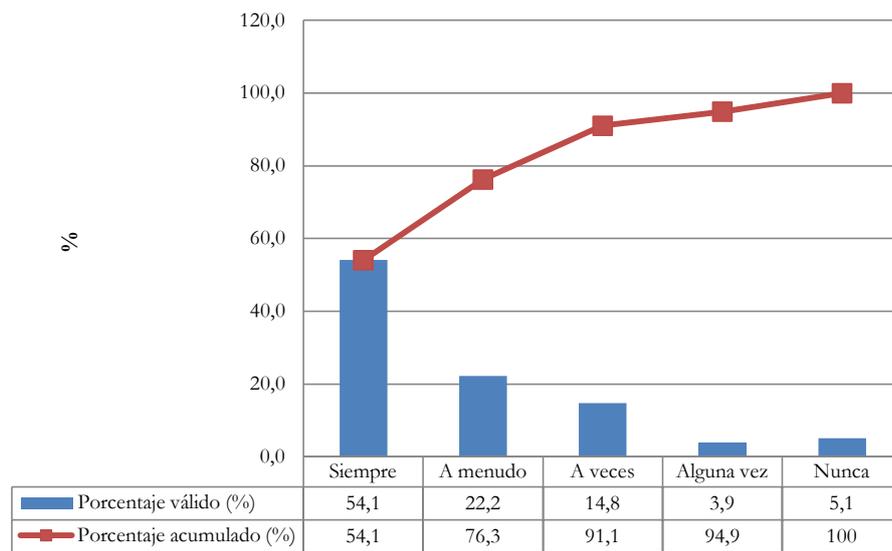


Figura 242. Enriquecimiento del contenido del trabajo mediante el aprendizaje de cosas nuevas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.4. Atención requerida por el trabajo (78)

La atención requerida por el trabajo puede suponer un esfuerzo adicional para el trabajador y posee, por consiguiente, la capacidad de comprometer su seguridad y salud al aumentar la posibilidad de cometer errores graves por distracciones, descuidos, etc. [797] [798] [799]. Normalmente, son las actividades creativas las que requieren mayores niveles de atención y viceversa con las actividades en la que prima el ejercicio de labores manuales, como es el caso de la agricultura; por tanto, una de las intervenciones preventivas más interesantes en los invernaderos es la de crear estrategias para incrementar la atención y concentración de los trabajadores, ya que su ausencia puede constituir también un riesgo psicosocial muy relacionado con la realización de tareas monótonas y repetitivas. No obstante, en el presente estudio se considerarán los altos niveles de atención como un riesgo psicosocial que forma parte de la carga mental de trabajo. El estrés presenta una íntima relación con la satisfacción laboral, concepto que resulta muy complejo debido a que depende de múltiples factores, entre ellos la atención continua en la ejecución de la tarea [885] [886] [887]. La fatiga mental profesional es el resultado no deseado de la interacción entre la carga mental del trabajo (exceso de atención, por ejemplo) y el individuo que lo realiza [915] [916].

Los resultados obtenidos de la encuesta para analizar el nivel de atención que requieren los trabajos en los invernaderos de Extremadura están reflejados en la Figura 243. De ellos se desprende que la ausencia de atención afecta a un escaso número de trabajadores, pues sólo el 3,9% de los encuestados considera que es mínima o escasa; de manera que se puede conjeturar, al menos en este caso, que un exceso de atención aplicada al desempeño del trabajo constituye un factor de riesgo psicosocial. Así, el 54,9% de los trabajadores reconoce el empleo de un grado máximo de atención, este es elevado para el 27,6% y moderado para el 13,6%. Los resultados procedentes del tratamiento estadístico de los datos sobre esta cuestión, en los invernaderos de Extremadura (Tabla 117), revelan una tendencia general del riesgo entre elevada y máxima, con una media de 4,31, mediana de 5,00, moda de 5, percentil 25 de 4,00, bajos valores de dispersión, etc.

Un estudio destinado a conocer la exposición a riesgos psicosociales en invernaderos de la provincia de Almería [209] muestra que para el 78,0% de los trabajadores la atención continuada es el principal factor de riesgo psicosocial, mientras que en otra investigación, también realizada en Almería, el 50,7% de los trabajadores de invernadero y el 44,8% de los pertenecientes al resto del sector agrícola, manifiestan que sus trabajos requieren niveles altos o muy altos de atención [284]. En el sector agrícola nacional, una de las exigencias mentales más estudiadas es la elevada atención requerida por la tarea, considerada un riesgo laboral por el 33,6% de los propietarios agrícolas.

En el sector agropecuario nacional se ha observado que la atención requerida por la tarea presenta una relación significativa con el número diario de horas trabajadas, de manera que para un intervalo de 1-4 horas el porcentaje de encuestados que considera como un riesgo la atención empleada en el trabajo es del 36,0%, para el de 4-8 horas es del 39,9%, para el de 8-12 horas baja al 38,7% y para el de más de 12 horas diarias asciende al 43,3%. Entre los autónomos de invernadero, el hecho de mantener siempre niveles altos o muy altos de atención representa una exigencia mental para el 50,7% (44,8% en el resto del sector), lo es a veces para el 8,2% (31,0% en el resto) y raramente o nunca para el 41,1% (23,1%) [1069].

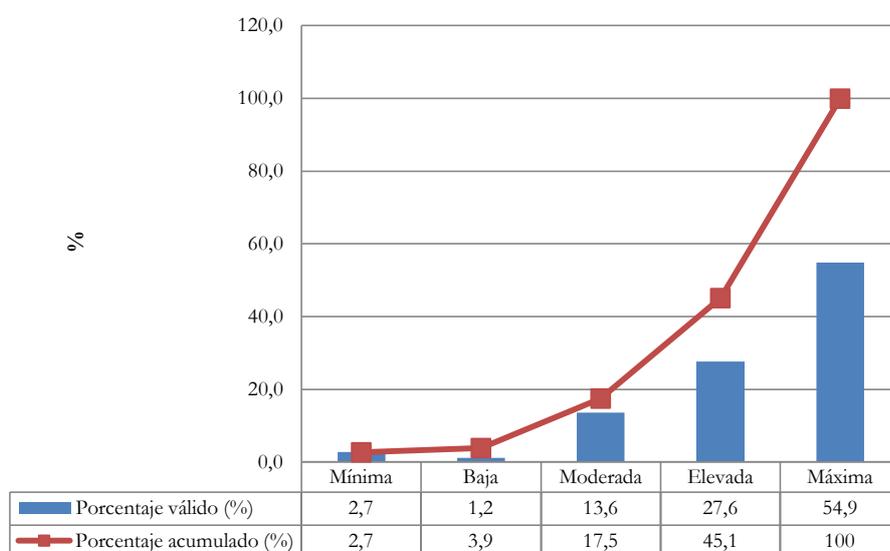


Figura 243. Nivel de atención requerida por el trabajo en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.5. Ritmo de trabajo (79)

El ritmo de trabajo hace referencia al volumen de trabajo por unidad de tiempo requerido para su ejecución. Si es excesivo o inadecuado incide en la aparición de TME, estrés laboral, fatiga física y mental y cansancio crónico; alteraciones todas ellas con capacidad para provocar accidentes de trabajo (por incremento del número de errores), disminuir la productividad e incrementar la insatisfacción laboral del trabajador [9] [772] [790] [795] [796] [797] [798] [799] [885] [886] [887] [915] [916] [918]. El ritmo de trabajo es un estresor extrínseco y una de las principales demandas psicológicas del trabajo y no debe ser impuesto por el empresario o el propio funcionamiento de las máquinas, sino planificado previamente a su ejecución y ser adaptado a las características del trabajador y a un régimen de pausas correctamente dimensionado [513].

En los invernaderos el ritmo de trabajo es más intenso que en el resto del sector agrícola, principalmente por su carácter intensivo [284], especialmente en tareas como colocación de bandejas, manejo de plantones, realización de injertos, aplicación de tratamientos y en operaciones de carga y descarga [209].

En los invernaderos de Extremadura, el ritmo de trabajo impuesto a los trabajadores (Figura 244) es elevado para el 40,5% de los encuestados, moderado para el 31,5%, máximo para el 25,7% y sólo mínimo o bajo para el 2,3%. Los resultados de los principales parámetros estadísticos de los datos relativos a este factor de riesgo psicosocial (Tabla 117) revelan una tendencia general del riesgo entre moderada y elevada (muy próxima a esta última), con una media de 3,88; además de una moda de 4, percentil 75 de 5,00, etc.

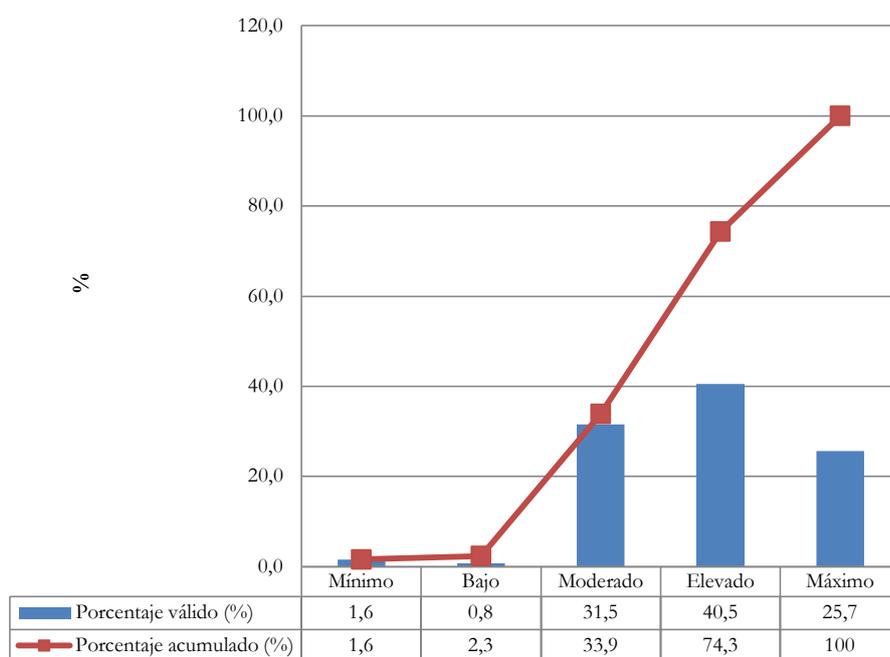


Figura 244. Ritmo de trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

En el estudio de los riesgos psicosociales en los invernaderos almerienses, el 50,0% de los trabajadores considera que el ritmo de trabajo constituye un riesgo psicosocial de primer orden [209]; en otro trabajo, también realizado en la provincia de Almería [284], el 45,5% de los trabajadores de invernadero (33,7% en el resto del sector agrícola) confirma a este factor de riesgo psicosocial como una de las tres principales exigencias mentales achacables a la realización de sus tareas. En el agro nacional [1069], el ritmo de trabajo constituye una exigencia mental de la tarea para el 20,3% de los autónomos agrícolas, y en la evaluación subjetiva de las condiciones de trabajo, el ritmo de realización de las tareas no preocupa nada al 41,1% de los autónomos agrícolas, poco al 14,8%, regular al 20,1%, bastante al 20,5% y mucho al 3,5%; asimismo, inquieta bastante o mucho al 21,9% de los autónomos del sector agropecuario y al 43,5% de los autónomos hortícolas y de viveros. Entre los trabajadores autónomos de invernadero, mantener un ritmo de trabajo elevado es considerado siempre o casi siempre una importante exigencia mental de la tarea por el 45,5% de los encuestados; preocupa a veces al 37,3% y raramente o nunca al 17,3%; para el resto del sector agrícola estos valores son, respectivamente, del 33,7, 43,9 y 21,7%.

Este factor de riesgo psicosocial presenta una estrecha relación con el número diario de horas de trabajo; así, para el intervalo de 1-4 horas, el 12,6% de los trabajadores autónomos del sector agropecuario

nacional considera el ritmo de trabajo como un importante factor de riesgo psicosocial; en el intervalo de 4-8 horas, este porcentaje asciende al 21,9%; en el de 8-12 horas, es del 26,0% y entre aquellos que trabajan más de 12 horas diarias es del 40,6%.

En Europa, en una investigación efectuada en Holanda en 1995 [745], la mitad de los trabajadores encuestados señalaba el intenso ritmo de trabajo como la segunda causa de estrés laboral; otro estudio, esta vez en Hungría [746], reveló que el ritmo de trabajo es el cuarto factor de riesgo psicosocial más importante, con un 60% de acuerdo entre los encuestados.

La Tabla 112 agrupa los datos de diferentes investigaciones sobre este importante factor de riesgo psicosocial en el sector agrícola.

Tabla 112. Comparación de los datos obtenidos de diferentes investigaciones sobre la importancia del ritmo de trabajo como factor de riesgo psicosocial en el sector agrario.

Consideración/Preocupación como factor de riesgo psicosocial	Invernaderos Extremadura (%)	Invernaderos Almería [209] (%)	Invernaderos Almería [284] (%)	Autónomos agrícolas España [1069] (%)	Autónomos invernadero España [1069] (%)	Trabajadores agrícolas Hungría [746] (%)
Máxima	25,7	50,0	45,5	3,5	45,4	60,0
Elevada	40,5			20,5		
Moderada	31,5			20,1	37,3	
Baja	0,8			14,8	17,3	
Mínima	1,6			41,1		

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de diferentes investigaciones [209] [284] [746] [1069]).

6.1.4.8.1.6. Gravedad de las consecuencias de cometer un error (80)

La gravedad de las consecuencias en la comisión de errores es el último factor de riesgo asociado a la carga mental del trabajo de los estudiados en los invernaderos de Extremadura. Los accidentes de trabajo siempre están precedidos por la comisión de algún tipo de error. La gravedad de su efecto es muy dispar dependiendo de multitud de factores, como trabajar solo y aislado, estado de fatiga mental, de estrés, insatisfacción laboral, duración de la jornada laboral, ritmo intenso de trabajo, *Burnout*, etc.

Entre los trabajadores de invernadero de Extremadura, la gravedad de las consecuencias por la comisión de errores (Figura 245) es máxima para el 30,4% de los encuestados, moderada para el 24,5% y mínima o baja para el 23,3%.

Los resultados de las principales variables estadísticas de los datos correspondientes a este factor de riesgo psicosocial (Tabla 117) muestran una tendencia general del riesgo entre moderada y elevada, con una media de 3,44; además de una moda de 5, percentil 75 de 5,00, etc.

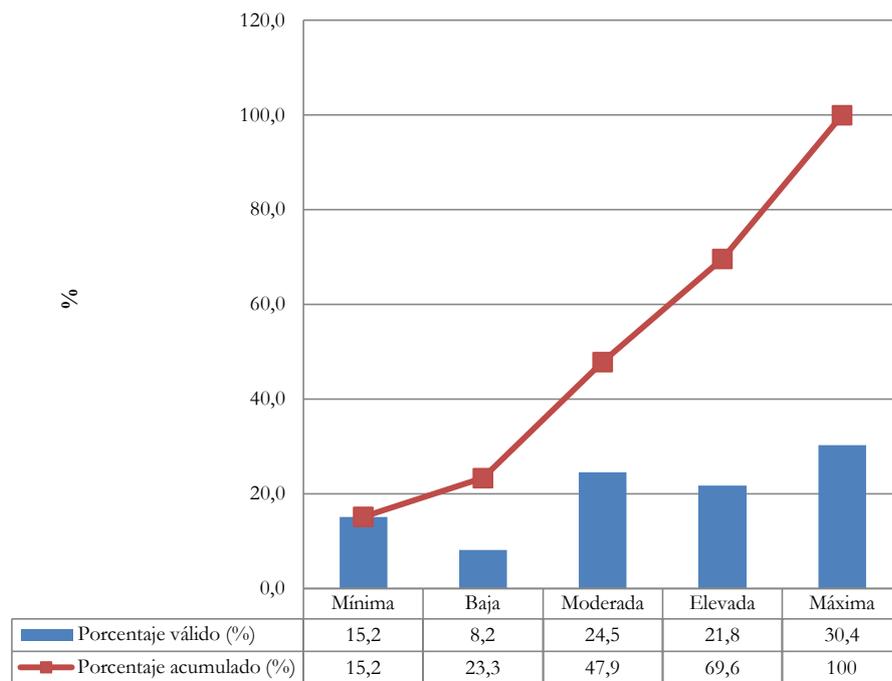


Figura 245. Gravedad de las consecuencias de la comisión de un error por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.7. Variedad de tareas (81)

Como se ha señalado a lo largo del presente trabajo, una de las características más llamativas de la actividad agrícola es su heterogeneidad de tareas. Esta circunstancia constituye, en sí misma, un aspecto laboral positivo, pues la situación contraria convierte al trabajo en un ejercicio monótono, repetitivo, aburrido y poco motivador; de hecho, una excelente forma de proporcionar apoyo social al trabajador consiste en enriquecer las tareas que realiza.

Una variedad de tareas bien planificada y dimensionada ejerce efectos positivos en el grado de satisfacción laboral del individuo y constituye una excelente vacuna contra la fatiga mental crónica. Es cierto que al incrementar la variedad de tareas, lo hace también la variedad de riesgos de seguridad e higiénicos, principalmente, a los que se encuentra expuesto el trabajador, pero desde el punto de vista de la carga mental, la heterogeneidad de tareas es un aspecto enriquecedor del trabajo.

Los datos obtenidos sobre la variedad de tareas en los invernaderos de Extremadura (Figura 246) muestran que para más de la mitad de los trabajadores (55,6%) la heterogeneidad de tareas es máxima, para el 19,5% es elevada y sólo para el 7,4% es mínima o baja.

Los resultados procedentes del tratamiento estadístico de las principales variables correspondientes a este factor psicosocial (Tabla 117) muestran una tendencia general del riesgo entre mínima y baja (próxima a esta última), con una media de 1,81; además de una moda de 1, percentil 50 de 1,00, etc.

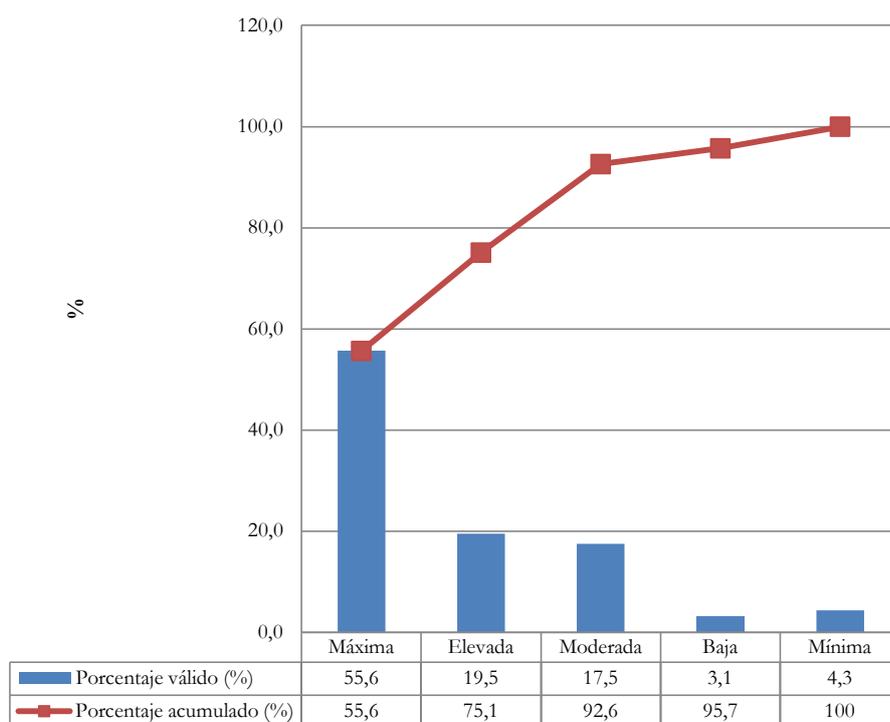


Figura 246. Variedad de tareas en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.8. Conflicto de rol (82)

El conflicto de rol se produce cuando las expectativas laborales del trabajador difieren de las reales. Este recibe órdenes o instrucciones contradictorias e incongruentes que reducen su eficacia [808], su satisfacción laboral [809] y su implicación en el trabajo [802].

En la presente investigación, el 61,5% de los trabajadores de invernadero no recibe nunca instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias, el 16,3% a veces y el 11,2% a menudo o siempre (Figura 247). En un estudio realizado en Hungría [746], el 46,4% de los trabajadores agrícolas reconoce sufrir conflictos de rol en su trabajo, si bien es el de menor porcentaje entre el conjunto de sectores de actividad (n = 18) analizados en dicha investigación.

Los resultados procedentes del tratamiento estadístico de los principales parámetros correspondientes a este factor psicosocial (Tabla 117) muestran una jerarquía general del riesgo, para el conflicto de rol, entre mínima y baja (próxima a esta última), con una media de 1,80; además de una moda de 1, percentil 50 de 1,00, etc.

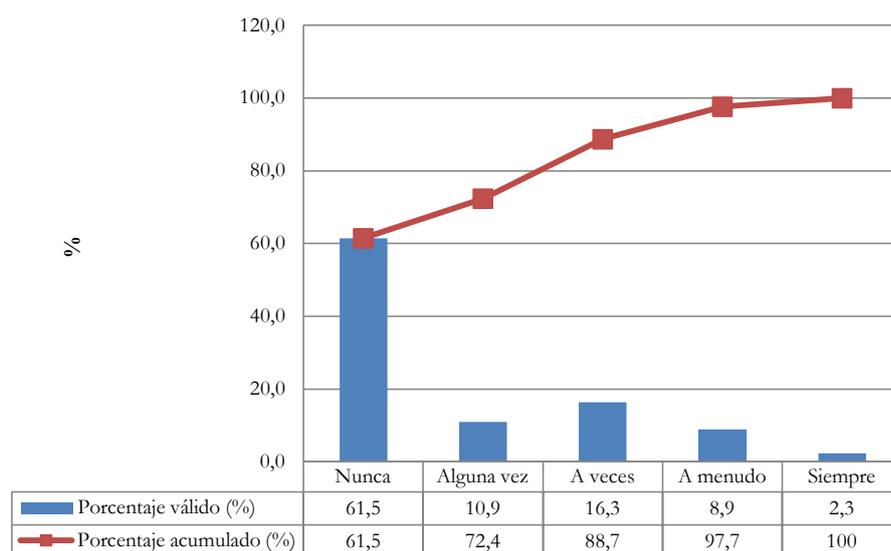


Figura 247. Frecuencia relativa a la existencia de instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias recibidas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.9. Trabajos aislados o posibilidad de establecer relaciones sociales en el trabajo (83)

Las consecuencias para la seguridad y la salud de los trabajadores que realizan trabajos aislados suelen verse agravadas por las elevadas exigencias físicas requeridas por esta actividad, la presencia de unas condiciones ambientales hostiles, la utilización de equipos de trabajo peligrosos y, sobre todo, por el propio hecho de trabajar en solitario.

El hecho de trabajar solo y aislado en un invernadero puede causar tedio, angustia, estrés, fatiga mental, facilidad para cometer errores (accidentes de trabajo, quizá sin posibilidad de socorro) y alteración de la noción del tiempo. La formulación de esta pregunta constituye, por tanto, una excelente manera de averiguar cuál es la posibilidad que tiene el trabajador para establecer relaciones sociales durante el tiempo de trabajo. En el caso de los temporeros inmigrantes, este aislamiento genera sensación de soledad, abandono y alejamiento de un entorno conocido y amistoso [864]. En este contexto es especialmente importante formar al trabajador en los riesgos a los que debe enfrentarse en solitario. La supervisión diaria de la carga y procedimientos de trabajo es esencial para corregir actitudes y comportamientos de riesgo. Es fundamental considerar si los riesgos existentes pueden ser manejados por el trabajador, asegurándose el empresario de su competencia; para ello, el empleado debe demostrar que posee las habilidades y los conocimientos requeridos. Un efecto, felizmente minoritario, es la exposición del trabajador a episodios de violencia por individuos ajenos al ámbito laboral [865]. Es recomendable, en la medida de lo posible, evitar la realización del trabajo de forma aislada y en solitario.

Para la confección de un ítem sobre los trabajos aislados, se proporcionó a los trabajadores de invernadero de Extremadura la posibilidad de elegir entre cuatro opciones: trabajo solo y aislado, trabajo solo pero en la cercanía de otras personas ajenas a la explotación, trabajo solo pero tengo compañeros y trabajo en grupo. Así, el 44,7% de los encuestados forma parte de un grupo compacto de trabajo y el 30,4% trabaja solo pero no aislado; es decir, en las cercanías de su instalación trabajan otros agricultores

(sean o no de invernadero) u otras personas de diferentes sectores de actividad (Figura 248). Dos circunstancias son especialmente llamativas:

- El 10,5% de los encuestados trabaja solo y aislado, sin posibilidad de comunicación con otros, al menos de viva voz. Esta situación puede agravar considerablemente los efectos que un accidente de trabajo provoque en la salud del individuo y comprometer gravemente la posibilidad de organizar un socorro inmediato.
- El 40,9% de los trabajadores carece de compañeros o bien no los tiene cerca; por tanto, estos trabajadores quizá no tengan una clara percepción o sensación de pertenencia a un grupo social. Por otra parte, este porcentaje ofrece una perspectiva coherente del tamaño de las empresas dedicadas al cultivo de invernadero en Extremadura, subrayando una vez más su carácter eminentemente familiar.

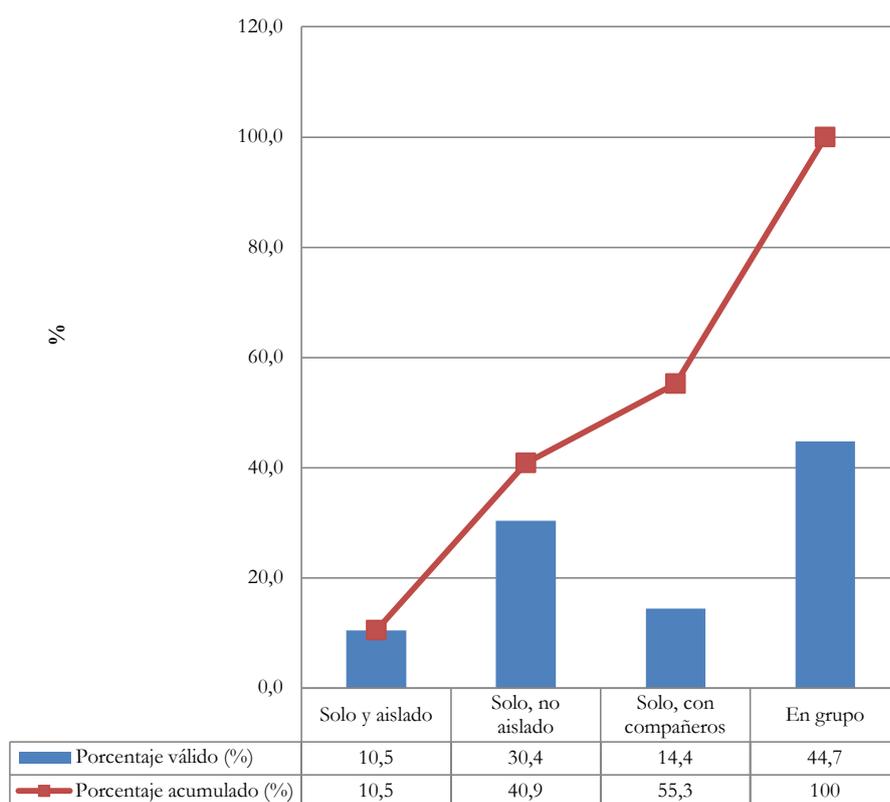


Figura 248. Posibilidad de establecer relaciones sociales por parte de los trabajadores de invernadero de Extremadura (trabajos aislados).

(Fuente: elaboración propia).

En el sector agrícola nacional, la situación más común y desfavorable desde el punto de vista de la seguridad y salud laboral es trabajar solo y aislado (con posibilidad de comunicación a través de teléfonos móviles) y, en menor medida, trabajar en cooperación con otras personas.

La Tabla 113 muestra la comparación de los datos obtenidos en Extremadura con los de España (ENCTSA, [1069]). Los porcentajes correspondientes a los agricultores que trabajan solos y aislados son similares en los tres casos comparados, agrupados en un intervalo de 8,3-13,1%. El resto de valores difieren significativamente. En 2007, en Extremadura, el 69,3% de los propietarios agrícolas trabajaba

solo, frente al 69,0% de España, mientras que los valores para los trabajadores familiares eran, respectivamente, del 70,0% y 62,2% [1071].

Tabla 113. Comparación, en relación a la posibilidad de establecer relaciones en el trabajo (trabajos aislados), entre los trabajadores de invernadero de Extremadura y los del sector agrícola de España [1069].

Situación en la que se realiza el trabajo	Trabajadores invernadero Extremadura (%)	Autónomos agrícolas España (%)	Autónomos invernadero España (%)
Solo y aislado	10,5	8,3	13,1
Solo, no aislado (cerca de otros)*	30,4	71,8	74,8
Solo, con compañeros	14,4		
En grupo	44,7	19,5	12,2
* Cerca de otros agricultores ajenos a la explotación u otros compañeros, con posibilidad de comunicar con ellos de viva voz.			

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

La posible relación existente entre la situación en la que se realiza el trabajo y el número diario de horas trabajadas se ha estudiado en el sector agropecuario español [1069]. La Tabla 114 muestra los resultados relativos a esta cuestión. El valor máximo corresponde al trabajo solo y aislado durante más de 12 horas diarias (60,0%) y el mínimo al trabajo solo pero cerca de otros en el intervalo de más de 12 horas (15,0%).

Tabla 114. Relación entre la forma social de realizar el trabajo y el número diario de horas trabajadas en el sector agropecuario español [1069].

Situación en la que se realiza el trabajo	Intervalo 1-4 horas	Intervalo 4-8 horas	Intervalo 8-12 horas	Más de 12 horas
Solo y aislado	57,2	51,0	55,5	60,0
Solo, pero cerca de otros	17,3	25,2	18,7	15,0
En cooperación con otras personas	21,8	23,9	25,8	25,0

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

6.1.4.8.1.10. Duración de la jornada laboral semanal (84)

Una de las características del trabajo agrícola es la continua dedicación que requieren los cultivos, sobre todo en los invernaderos debido a su carácter intensivo y de alto rendimiento. Existen varias maneras de cuantificar el nivel de entrega de los trabajadores de invernadero y agrícolas en general: número diario de horas trabajadas, número total de peonadas al año y número de días de trabajo a la semana. En el presente estudio se ha optado por abordar esta cuestión aplicando la tercera de las posibilidades señaladas porque es la opción que más fácilmente pueden conocer los trabajadores, aunque se estudiarán asimismo las dos primeras en el sector agrícola español.

En los invernaderos de Extremadura, el número de días semanales de trabajo más repetido por los encuestados es de 6 (48,6%), seguido de 7 (21,8%); por el contrario, 5 días o menos resulta la opción más adecuada para el 29,9% (Figura 249).

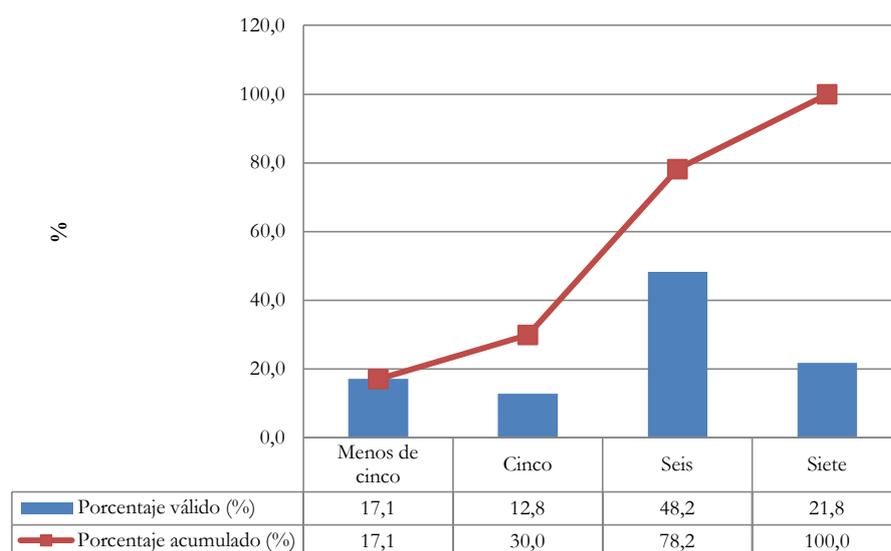


Figura 249. Duración (días) de la jornada laboral semanal en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

En España, las cifras correspondientes a los autónomos de invernadero son similares a las recopiladas en Extremadura (Tabla 115); así, en los invernaderos es habitual la jornada semanal de 6 días, mientras que entre los autónomos agrícolas suele ser de 7. Considerando que, en el sector agrícola nacional [1069], el 8,6% de los trabajadores autónomos trabaja entre 1-4 horas diarias, el 40,3% entre 4-8 horas, el 49,4% entre 8-12 horas y el 1,8% más de 12 horas, es posible establecer un intervalo de horas trabajadas al año para los autónomos de invernadero. Así, para casi la mitad de los trabajadores agrícolas (49,4%) la jornada diaria oscila entre 8 y 12 horas, y 6 días por semana es la opción más repetida para el 53,8%; por tanto, el número de horas de trabajo al año, para ese porcentaje de trabajadores se encuentra en un intervalo de 2.505-3.756 horas al año; para el 40,3% de dichos trabajadores, cuya jornada semanal oscila entre 4 y 8 horas, el anterior intervalo disminuye a 1.253-2.504 horas al año. La jornada media anual en España en 2017, en todos los sectores, fue de 1.743 horas [1071].

Por consiguiente, y a tenor de estas estimaciones, puede afirmarse que la dedicación de los trabajadores agrícolas en España está por encima de la media correspondiente al conjunto de sectores. A pesar de esta intensa dedicación, de largas jornadas diarias, de frecuente trabajo en domingos y festivos y escasos días de vacaciones anuales (menos de 10 [1069]), sólo el 12,4% de los autónomos agrícolas considera el exceso de horas continuadas de trabajo como causa de riesgo de accidente de trabajo.

En la evaluación subjetiva de las condiciones de trabajo, el horario preocupa mucho al 6,2% de los trabajadores autónomos del sector agropecuario, bastante al 15,3%, moderadamente al 18,8%, poco al 18,2% y nada al 41,5%; entre los autónomos agrícolas preocupa mucho o bastante al 9,7%; entre los autónomos hortícolas y de vivero inquieta mucho o bastante al 26,4%, y el exceso de horas continuadas de trabajo es considerado causa de los riesgos de accidentes de trabajo identificados por el 16,8% de los autónomos de invernadero y por el 10,8% de los del resto del sector [1069].

Según el Instituto Nacional de Estadística [1071], un agricultor que dedique la totalidad de su tiempo anual de trabajo a esta actividad (dedicación completa o exclusiva), lo hará durante 1.826 horas que, considerando una jornada de 8 horas al día, resultan 228 jornadas de trabajo al año; es decir, lo que se

conoce como 1 U.T.A (Unidad de Trabajo Año). En el régimen agrario, el número de horas trabajadas al año está oficialmente estipulado en 1.752, cifra ampliamente superada por las cifras reales.

Tabla 115. Duración de la jornada semanal en los invernaderos de Extremadura y entre los trabajadores autónomos agrícolas y de invernadero de España.

Nº días de trabajo/semana	Trabajadores Invernadero Extremadura	Autónomos invernadero España [1069]	Autónomos agrícolas España [1069]
≤ 5	30,0	22,8	11,5
6	48,2	53,8	30,2
7	21,8	23,3	58,3

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Los resultados procedentes del tratamiento estadístico de los datos obtenidos correspondientes a este factor de riesgo psicosocial (Tabla 116) muestran, en general, una elevada dedicación a la actividad agrícola intensiva en Extremadura, con una media de 6,11 días por semana, moda de 6, percentil 75 de 7,00, etc.

Tabla 116. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a la duración, en días, de la jornada laboral semanal en los invernaderos de Extremadura.

Variables estadísticas	Resultados en relación al nº de días de trabajo semanales en los invernaderos de Extremadura
Media	6,11
Mediana	6,00
Moda	6
Desviación típica	0,639
Varianza	0,408
Asimetría	-0,097
Curtosis	-0,560
Percentil 25	6,00
Percentil 50	6,00
Percentil 75	7,00
Percentil 95	7,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.11. Turnicidad (85)

La turnicidad constituye un factor de riesgo psicosocial, enmarcado en la organización de los tiempos de trabajo. El trabajo a turnos es necesario en muchos invernaderos durante la temporada alta o en momentos puntuales, aunque estas circunstancias deben ser previstas y organizadas con la suficiente antelación, preservando la seguridad del trabajador e intentando conciliar su vida familiar y laboral. La

turnicidad altera el ritmo circadiano natural con posibles implicaciones negativas en la vida personal, laboral, social y familiar del trabajador [866] y en la aparición de estrés laboral. En los trabajos a turnos los tiempos de trabajo deben ser menores [855]. Por tanto, siempre que sea posible, es recomendable suprimir la turnicidad y, en el caso de que esto no sea factible, implementar un régimen de trabajo y descanso que favorezca la recuperación física y mental del individuo.

En los invernaderos de Extremadura, la turnicidad es claramente minoritaria (Figura 250). Cuatro de cada cinco trabajadores (80,9%) no conocen el trabajo a turnos y sólo el 7,0% manifiesta realizarlo a menudo o siempre. En un estudio sobre la salud laboral de los trabajadores de invernadero de Almería, el 7,0% de los encuestados se muestra bastante de acuerdo y el 3,0% muy de acuerdo con la afirmación de que la turnicidad constituye un riesgo identificado de nivel alto o moderado perteneciente a la organización del trabajo.

Los resultados procedentes del tratamiento estadístico de los datos sobre la frecuencia de la turnicidad en los invernaderos de Extremadura (Tabla 117) revela una tendencia general del riesgo entre mínima y baja, con una media de 1,44; además de una mediana de 1,00, moda de 1, percentil 75 de 1,00, etc.

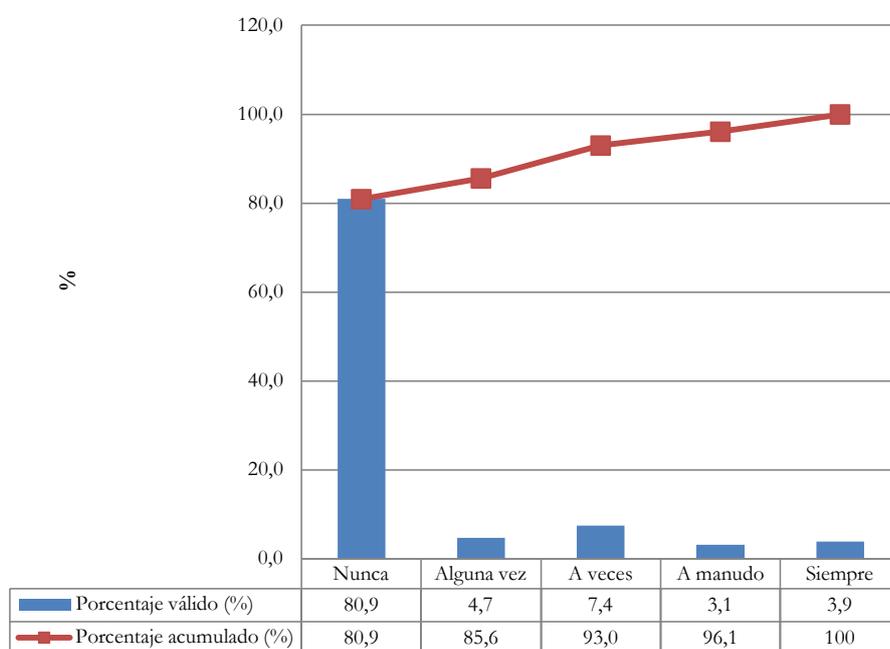


Figura 250. Frecuencia del trabajo a turnos en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.1.12. Nocturnidad (86)

El trabajo nocturno, entendido como aquel turno de trabajo comprendido entre las 10 de la noche y las 6 de la mañana pertenece, como la turnicidad, a los factores de riesgo psicosocial derivados de la organización de los tiempos de trabajo. El trabajo nocturno puede ser necesario en algunos invernaderos durante la temporada alta o en períodos de intenso trabajo, aunque estas circunstancias deben ser previstas y organizadas con la suficiente antelación, salvaguardando la seguridad del trabajador y conciliando su vida personal y laboral. La nocturnidad altera el ritmo circadiano natural con posibles implicaciones negativas

en la vida personal, laboral, social y familiar del trabajador [866], así como con la aparición de estrés laboral.

La sintomatología más reconocible de los trabajos nocturnos consiste en manifestaciones de irritabilidad, impotencia para resolver los problemas cotidianos, propensión a cometer errores, empobrecimiento de las relaciones sociales [867], fatiga y depresión [868]. Por tanto, la nocturnidad debe evitarse siempre que sea posible y, si esto no fuese viable, se ha de elaborar un régimen de trabajo-descanso que facilite la recuperación del individuo.

En los invernaderos de Extremadura la nocturnidad es francamente residual (Figura 251); así, el 93,8% de los encuestados no conoce este régimen temporal de trabajo, ninguno de ellos trabaja siempre por la noche, sólo el 1,2% lo hace a menudo y el 2,7% a veces.

En el sector agropecuario español, el 9,0% de los autónomos trabaja de noche siempre, casi siempre o a menudo (3,9% en los invernaderos de Extremadura). Aquellos que trabajan al aire libre (12,1%) o en locales semicerrados (14,7%), son los que más frecuentemente trabajan por la noche. El trabajo nocturno, siempre acompañado por largas jornadas laborales, lo afronta el 13,0% de los trabajadores que realizan jornadas diarias de más de 9 horas [1069].

Los resultados procedentes del tratamiento estadístico de los datos sobre la frecuencia de la nocturnidad en los invernaderos de Extremadura (Tabla 117) revelan una tendencia general del riesgo casi mínima (intervalo mínimo-bajo), con una media de 1,11; además de una mediana de 1,00, percentil 75 de 1,00, percentil 95 de 2,00 y medidas de dispersión muy bajas, que reflejan el enorme agrupamiento de los resultados en una de las opciones.

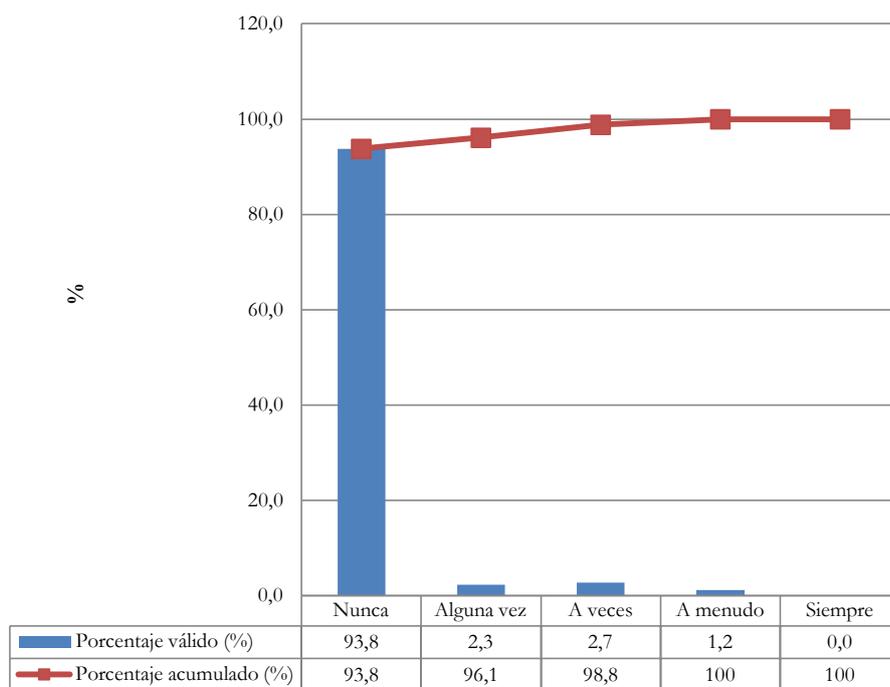


Figura 251. Trabajo nocturno en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 117. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a los aspectos del trabajo relacionados con las demandas psicológicas del trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12
Media	3,23	3,22	1,84	4,31	3,88	3,44	1,81	1,80	1,44	1,11
Mediana	3,00	3,00	1,00	5,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Moda	3	5	1	5	4	5	1	1	1	1
Desviación típica	1,364	1,510	1,130	0,941	0,855	1,391	1,100	1,145	1,026	0,475
Varianza	1,859	2,280	1,278	0,886	0,731	1,935	1,210	1,310	1,052	0,225
Asimetría	-0,355	-0,252	1,340	-1,528	-0,445	-0,480	1,308	1,144	2,330	4,525
Curtois	-0,959	-1,377	1,026	2,359	0,346	-0,961	0,999	0,047	4,409	20,635
Percentil 25	3,00	2,00	1,00	4,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	3,00	3,00	1,00	5,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentil 75	4,00	5,00	2,00	5,00	5,00	5,00	2,50	3,00	1,00	1,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	2,00

- (1) Frecuencia en relación a la rapidez en la toma de decisiones (Escala 1-5).
- (2) Frecuencia respecto a la acumulación de tareas entre jornadas (Escala 1-5).
- (3) Asiduidad en el aprendizaje de nuevos contenidos del trabajo (Escala 5-1).
- (4) Nivel de atención requerido por el trabajo (Escala 1-5).
- (5) Ritmo de trabajo (Escala 1-5).
- (6) Gravedad de las consecuencias de cometer un error (Escala 1-5).
- (7) Variedad de tareas (Escala 5-1).
- (8) Frecuencia en relación con la presencia de instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias (Escala 1-5).
- (11) Turnicidad (Escala 1-5).
- (12) Nocturnidad (Escala 1-5).

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.2. Autonomía y control sobre el trabajo

La autonomía en el trabajo puede ser definida como el grado de discrecionalidad otorgada al trabajador para tomar decisiones en el ejercicio de su trabajo [782]. Existe una autonomía decisional (orden en la realización de tareas, grado de iniciativa) y una autonomía temporal (posibilidad de abandonar el trabajo transitoriamente, control sobre el período vacacional) [764].

La autonomía del trabajador sobre determinados aspectos de su trabajo representa un excelente beneficio para el empresario, pues incrementa el nivel de satisfacción, bienestar y rendimiento del trabajador, atenúa un posible daño psicosocial [772] y disminuye su absentismo [778] [779] y la posibilidad de materialización de un accidente de trabajo [625]. Por tanto, la autonomía en el trabajo depende directamente del apoyo social recibido procedente del empresario. Pero una autonomía mal planificada y dimensionada, o su ausencia, pueden transformar este factor psicosocial en un estresor de primer nivel [781] ya que incapacita al individuo para abordar y resolver cualquier incidente o circunstancia laboral, debido a la anulación de su iniciativa [783]. El trabajador puede sentirse ignorado y considerarse a sí mismo como un simple instrumento del que el empresario se sirve y del que puede prescindir en cualquier momento [784].

La autonomía en el trabajo agrupa varios aspectos del mismo, aunque en el presente estudio se han analizado estos cuatro factores psicosociales:

- a Asunción por el trabajador del orden en la realización de tareas.
- b Grado de iniciativa aplicada al trabajo.
- c Control sobre la elección del período vacacional.
- d Posibilidad de abandonar temporalmente el trabajo ante una situación personal importante.

Los tres primeros ítems han sido analizados mediante la Escala de Likert. Para abordar la cuarta pregunta se ha optado por una doble respuesta (No/Sí), ya que no caben opciones intermedias o, si existiesen, serían difíciles de cuantificar.

La media de las tres medias de los factores de riesgo psicosocial relacionados con el grado de autonomía y control sobre el trabajo es de 2,64, con un valor máximo de 3,58 y mínimo de 2,00. Representa, por tanto, una tendencia general del riesgo situada entre un nivel bajo y moderado.

6.1.4.8.2.1. Control sobre el orden de realización de las tareas (87)

La organización, por el trabajador, del orden de realización de sus tareas diarias (aunque el empresario señale las directrices y objetivos generales), resulta fundamental para inducir cierto grado de autonomía en el individuo. Delegar en el trabajador parte del control sobre el orden en el que afronta las tareas que componen su actividad constituye una medida básica de prevención y control de los riesgos psicosociales.

En el estudio de las condiciones de trabajo en los invernaderos de Extremadura, los resultados obtenidos sobre la frecuencia con la que los trabajadores ejercen el control en el orden de realización de sus tareas, se encuentran reflejados en la Figura 252. De ellos se desprende que más de la mitad de los encuestados (55,6%) ejerce un control máximo sobre el orden de realización de sus tareas. Esta cifra no sorprende si se tiene en cuenta el gran número de propietarios que han participado en la encuesta. Únicamente, el 7,4% no ejerce ningún control o este es muy escaso.

Los resultados derivados del tratamiento estadístico de los principales parámetros correspondientes al análisis de este factor de riesgo psicosocial (Tabla 118) muestran una tendencia general del riesgo para esta cuestión entre baja y moderada, con una media de 2,35; además de una moda de 1, percentil 75 de 3,00, etc.

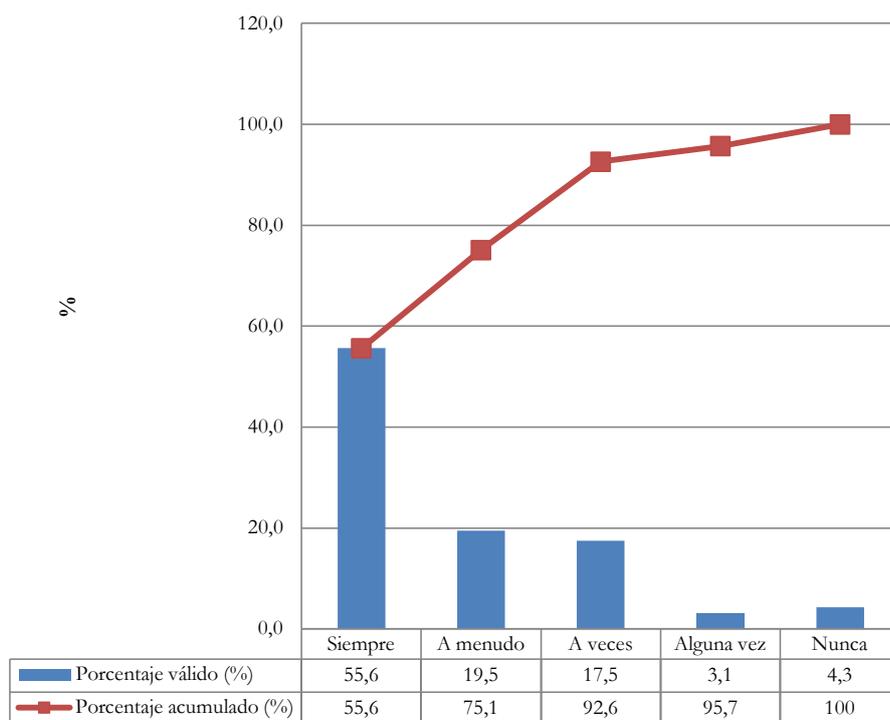


Figura 252. Frecuencia en el control del orden de realización de tareas por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.2.2. Grado de iniciativa aplicada al trabajo (88)

La anulación de la iniciativa del trabajador o la realización de un trabajo que no necesita iniciativa imposibilita su autonomía [783] y le incapacita para tomar decisiones concernientes a su propia actividad; constituye, por tanto, un importante factor de riesgo psicosocial [772].

Requeridos los trabajadores de invernadero de Extremadura sobre esta cuestión (Figura 253), casi la mitad afirma que el grado de iniciativa aplicada o requerida es máximo (47,1%), el 43,2% la considera en sus grados moderado y elevado y sólo el 9,7% afirma que en su actividad el grado de iniciativa es mínimo o escaso.

Los resultados correspondientes al tratamiento estadístico de los principales parámetros sobre este factor de riesgo psicosocial (Tabla 118) muestran una tendencia general positiva (riesgo bajo), con una media de 2,00; además de una moda de 1, percentil 75 de 3,00, etc.

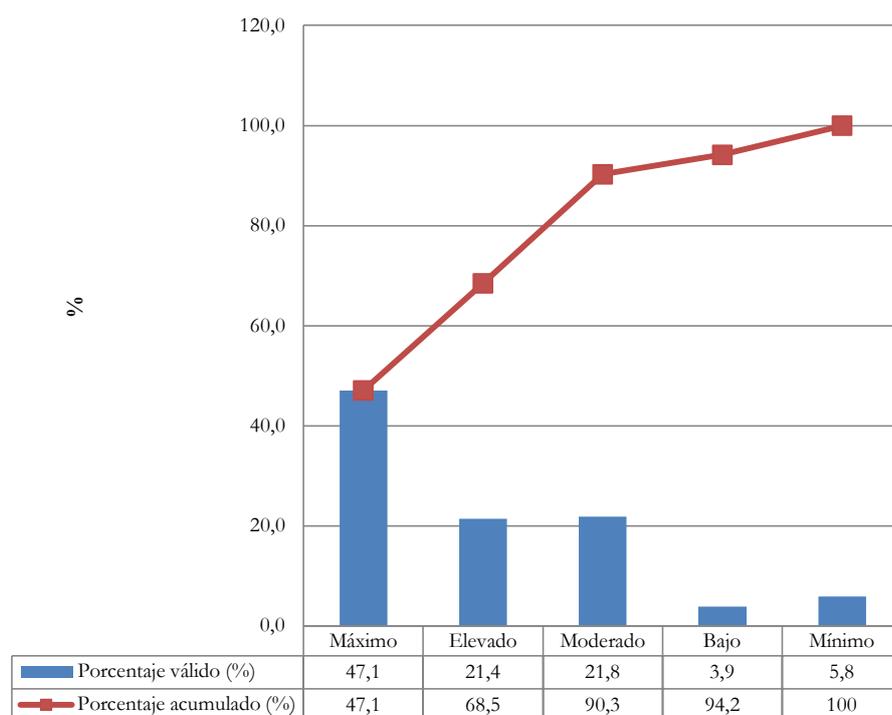


Figura 253. Grado de iniciativa aplicada por el trabajador o requerida por el trabajo en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.2.3. Control sobre la elección del período vacacional (89)

La posibilidad de ejercer cierto control o influencia sobre la elección del período vacacional constituye un factor psicosocial enmarcado en la autonomía temporal del trabajo [764].

En el caso de los invernaderos extremeños, ejercer este tipo de control resulta difícil debido a que la temporada alta de trabajo coincide con el período estival, convirtiéndose por tanto en un factor limitante de dicho control. Los datos obtenidos (Figura 254) revelan que la mitad de los trabajadores (50,2%) no tiene capacidad de decisión sobre el disfrute de su período de vacaciones, al 18,7% le sucede todo lo contrario y el 13,6% ejerce un control moderado.

No hay en España muchos datos sobre la incidencia de este factor psicosocial en el mundo agrícola; sí se conoce que entre el colectivo de trabajadores autónomos del sector agropecuario, el 58,0% toma menos de 10 días de vacaciones al año [1069].

El tratamiento estadístico de los principales parámetros (Tabla 118) muestra una tendencia general del riesgo, respecto al grado de control sobre la elección de las vacaciones anuales, entre moderada y alta, con una media de 3,58; además de una mediana de 5,00, moda de 5, percentil 75 de 5,00, etc. y unos datos bastante polarizados o dispersos (varianza de 2,604).

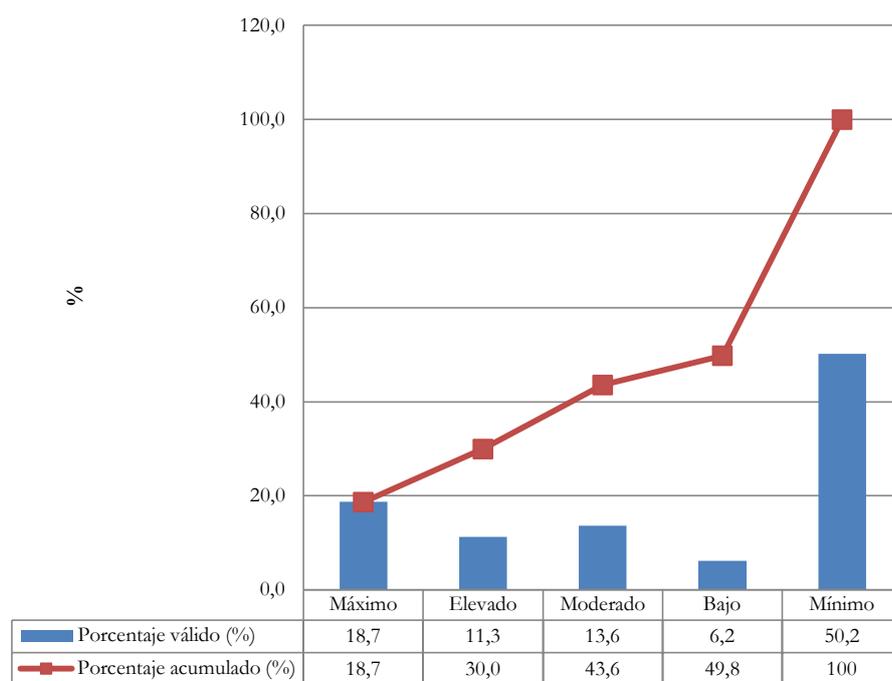


Figura 254. Grado de control sobre la elección del período vacacional por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

Tabla 118. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a los aspectos del trabajo relacionados con la autonomía ejercida en el ámbito laboral por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (5-1): resultados frecuencia control orden realización tareas	ESCALA LIKERT (5-1): resultados grado iniciativa aplicada en el trabajo	ESCALA LIKERT (5-1): resultados grado control elección período vacacional
Media	2,35	2,00	3,58
Mediana	2,00	2,00	5,00
Moda	1	1	5
Desviación típica	1,526	1,173	1,614
Varianza	2,330	1,375	2,604
Asimetría	0,762	1,026	-0,538
Curtois	-0,922	0,247	-1,363
Percentil 25	1,00	1,00	2,00
Percentil 50	2,00	2,00	5,00
Percentil 75	3,00	3,00	5,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.2.4. Posibilidad de dejar temporalmente el trabajo por un asunto personal urgente (90)

La posibilidad de abandonar temporalmente el trabajo (una hora, por ejemplo) sin requerir el permiso explícito del empresario, para atender una necesidad personal urgente, constituye un aspecto psicosocial perteneciente a la autonomía temporal. Se trata de un factor organizacional del trabajo en el que el empresario tiene una excelente oportunidad para confiar en el criterio y sensatez de sus trabajadores, atendiendo a sus sentimientos y necesidades mediante muestras de flexibilidad y apoyo social [883].

En los invernaderos de Extremadura, la posibilidad de abandonar temporalmente la actividad laboral sin necesidad de comunicación al responsable de la explotación para solucionar un asunto personal importante, es factible para el 73,2% de los encuestados aunque, una vez más, hay que considerar el elevado número de propietarios que han participado en este estudio (29,2%); por lo tanto, el 26,8% de los encuestados no tiene la posibilidad de ejercer este tipo de control o autonomía temporal.

6.1.4.8.3. Recompensas

El concepto recompensa agrupa varios elementos de la relación laboral, como la formación, la posibilidad de promoción profesional (estatus laboral) y, sobre todo, el salario y otros beneficios económicos. El estatus laboral del trabajador está relacionado con la estabilidad y seguridad en el empleo y el acceso a un sistema justo de promociones. El salario, y otro tipo de recompensas, nutren la percepción que tiene el trabajador sobre la importancia de su figura en la empresa.

Uno de los rasgos que caracteriza a la actividad agrícola es la percepción de sueldos bajos [858], y es que el salario está conectado con la satisfacción laboral [859]. Es frecuente que el individuo perciba que su dedicación no se ve justamente recompensada. Este desequilibrio le lleva a aceptar su participación en contextos laborales como el trabajo a destajo, pernicioso para su seguridad y salud. El estipendio percibido por este tipo de trabajo no incrementa la productividad por unidad de tiempo [860] y puede afectar negativamente el rendimiento personal. Como las recompensas están muy ligadas a la motivación [861], en un principio los ingresos y el entusiasmo del trabajador aumentan paralelamente, pero existen elementos negativos que intervienen a medio plazo, como la amenaza sobre la calidad de la vida personal y social, la aparición de estrés, el deterioro de la seguridad laboral, la manifestación de los primeros síntomas de fatiga mental, que pueden contribuir a la materialización de accidentes de trabajo [778], así como el hecho de valorar más unos beneficios económicos cortoplacistas que la propia salud.

En el presente estudio se analizan cuatro factores psicosociales muy relacionados con la percepción de recompensas por el trabajador:

- a Posibilidad de promoción profesional.
- b Salario neto percibido.
- c Satisfacción con el salario.
- d Tipo de salario (fijo, variable o mixto).

6.1.4.8.3.1. Promoción profesional (91)

La promoción profesional representa una mejora laboral de primer orden para el trabajador, tanto por el progreso del estatus personal como por ir asociada, normalmente, a la obtención de un mayor estipendio. La inexistencia de expectativas profesionales, la falta de valoración del trabajo realizado, de las aptitudes y de la actitud individual, así como la ausencia de incentivos, afectan al equilibrio emocional del trabajador, a su autoestima y a su satisfacción laboral [856] [901]. El estatus deseado y no conseguido por el trabajador puede convertirse en un importante factor de riesgo psicosocial e incrementar la probabilidad de sufrir accidentes de trabajo [857]. La promoción profesional posee una doble vertiente como estresor laboral: es un estresor externo (de la organización) cuando en la empresa el ascenso laboral es imposible, bien por la existencia de plantillas muy reducidas, problemas económicos crónicos, etc., o un estresor interno en aquellos casos en los que la promoción es posible, pero esta situación no es gestionada adecuadamente por el sujeto, causándole estrés, frustración, insatisfacción, etc.

En los invernaderos de Extremadura, la posibilidad de promocionar laboralmente es factible sólo para uno de cada cinco trabajadores (21,4%). Las principales razones que pueden esgrimirse para justificar este bajo porcentaje se hallan en la elevada representatividad de los empresarios en este estudio y el escaso tamaño de las plantillas al ser, principalmente, negocios de carácter familiar. En una investigación desarrollada en Holanda en 1995 para analizar su sector agrícola, el 75,0% de los trabajadores señalaba como principal fuente de estrés las escasas posibilidades de promoción [745]; en otra investigación mucho más reciente, en este caso sobre el sector agrícola de Hungría en 2017, el 59,4% de los encuestados reconocía la posibilidad de promoción como una de las principales (sexto lugar) causas de riesgo psicosocial de origen laboral [746].

6.1.4.8.3.2. Salario neto percibido (92)

El salario neto es el que percibe el trabajador tras descontar las retenciones fiscales correspondientes; es, pues, el importe que ve reflejado en su cuenta bancaria (para evitar explicaciones adicionales en la encuesta figura también como sueldo o salario limpio).

El salario percibido no constituye, en sí mismo, un factor de riesgo psicosocial, sino más bien el grado de satisfacción que el trabajador siente por la cuantía y equidad de su importe. Aun así, el salario constituye una fuente de información económica básica para profundizar en el conocimiento de la actividad agrícola en general, y de los invernaderos en particular. De hecho, confirmará o rechazará la tradicional afirmación de que los sueldos agrícolas son menores que en otros sectores de actividad. Algunos autores culpan a los salarios de la baja continuidad laboral en el sector [858].

En general, las recompensas de tipo económico alimentan la percepción que el trabajador tiene sobre su importancia en la organización. El salario está íntimamente ligado a la satisfacción laboral [859], aunque no se ha podido establecer una clara conexión con el síndrome de estar quemado por el trabajo [924].

En el presente estudio, los trabajadores fueron requeridos a señalar, de entre la profusión de intervalos salariales disponibles, aquel que mejor se adaptara a su realidad económica. Es remarcable el hecho de que un buen número de encuestas fueron desechadas por no contener información sobre esta cuestión (cabe pensar que fueran de procedencia empresarial). La Figura 255 muestra los resultados obtenidos respecto al salario neto mensual percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura en el año 2015. Es destacable el hecho de que el 29,2% de los encuestados perciba entre 900 y 1.100 € netos al mes, el 28,8%

entre 1.101 y 1.300 € al mes y el 22,6% entre 751 y 900 €. Un tercio de los trabajadores (33,5%) cobra menos de 900 € mensuales, dos tercios (62,6%) no supera la barrera de los 1.100 € y el 91,4% la de los 1.300 €.

En ese mismo año (2015), el salario bruto medio anual más frecuente en España fue de 16.499 € (no es el salario medio, que fue unos 10.000 € brutos superior) [1098] y el correspondiente a los trabajadores de invernadero de Extremadura puede establecerse en 1.042 € netos mensuales y 12.507 € netos anuales; aplicando un porcentaje generoso de retenciones fiscales del 17%, el salario bruto medio anual en los invernaderos fue de 15.068 €, unos 1.400 € inferior al salario más frecuentemente pagado en España en esas fechas.

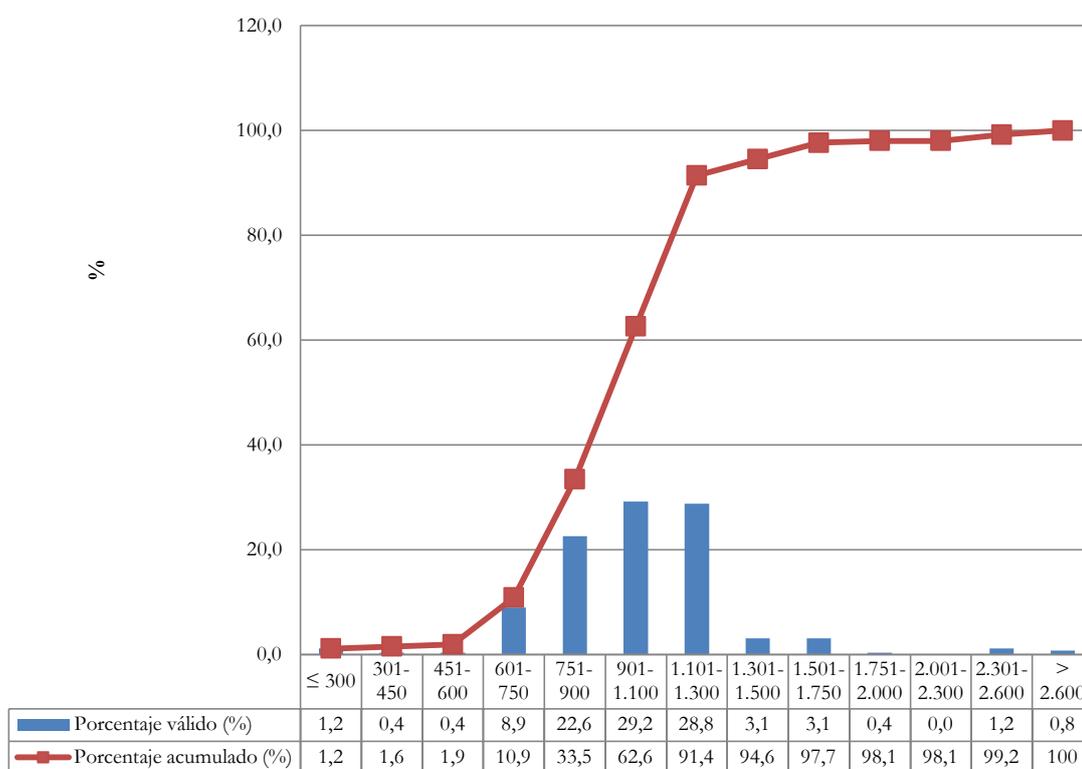


Figura 255. Salario neto mensual percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura en 2015. (Fuente: elaboración propia).

Los índices y salarios agrarios oficiales ofrecen información del importe pagado a los agricultores por jornada de trabajo e, incluso, proporcionan datos sobre su cuantía en función del tipo de actividad para la que fue contratado el trabajador [1099]. La Tabla 119 muestra la evolución de los salarios medios nacionales por día de trabajo en el período 2008-2017. De su análisis se deduce que cada tipo de trabajo se recompensa con un salario distinto, de manera que el trabajador que es contratado para aplicar los tratamientos fitosanitarios cobró, en 2017, 58,09 € brutos al día, mientras que el peón fijo percibió 38,25 €. El importe medio bruto pagado por peonada en 2017 fue de 47,72 €.

Para un individuo que trabaje seis días a la semana, el salario bruto medio mensual es de, aproximadamente, 1.145 € y de unos 13.743 € brutos al año, cifra similar a la media referida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

Tabla 119. Evolución del salario bruto medio pagado en España por jornada de trabajo en el ámbito rural en el período 2008-2017 [1099].

Tipo ejercicio profesional	2008 (€)	2009 (€)	2010 (€)	2011 (€)	2012 (€)	2013 (€)	2014 (€)	2015 (€)	2016 (€)	2017 (€)
Encargado	38,99	40,76	42,00	43,53	43,08	42,92	44,13	43,85	44,10	45,85
Guarda	37,74	39,27	40,08	40,84	41,51	42,05	42,57	43,09	43,30	43,69
Hortelano	39,96	40,77	41,36	42,37	42,24	42,63	43,03	43,01	42,92	43,90
Labores complementarias	44,07	45,48	47,01	47,50	48,58	47,98	47,69	48,48	49,06	49,08
Peón fijo	33,55	34,64	35,50	36,64	36,05	36,13	36,21	37,10	38,25	38,25
Poda	50,08	50,75	50,64	51,76	52,07	52,57	53,24	54,60	52,92	52,88
Preparación terreno	45,04	46,38	47,33	47,81	48,02	47,33	48,24	49,67	49,68	51,49
Recolección herbáceos	44,43	44,41	46,25	47,28	47,37	49,36	48,01	49,35	48,56	48,00
Riego	47,43	45,66	47,08	48,23	48,18	48,11	48,51	48,46	48,22	48,33
Siembra y abonado	46,05	47,85	49,14	49,10	49,34	49,00	49,36	50,51	50,45	51,42
Tractorista	35,57	37,57	39,29	40,32	40,07	40,73	40,47	40,69	41,30	41,71
Tratamiento plagas	55,35	57,19	58,17	57,83	58,13	59,08	60,23	61,05	59,81	58,09

(Fuente: elaboración propia con datos del Ministerio de Agricultura [1099]).

6.1.4.8.3.3. Satisfacción con el salario (93)

La satisfacción por el salario depende, fundamentalmente, de dos factores: su cuantía y el grado de equidad percibido por el sujeto. Por tanto, puede darse el caso de que un estipendio considerado modesto a ojos del observador, resulte justo para el trabajador, y viceversa; es decir, existe un filtro personal que altera la aparente relación existente entre un concepto objetivo, como es la masa salarial percibida y otro subjetivo, que es el grado de satisfacción que esta provoca en el trabajador. De hecho, el grado de conformidad con el salario percibido puede ser considerado un indicador indirecto del grado de satisfacción laboral. Así, sólo el 14,9% de los autónomos de invernadero nacionales cambiaría de trabajo si ello supusiese una mejora salarial (el 23,7% en el resto del sector agrícola), el 62,2% no lo haría si tuviese opción (57,6% en el resto del sector), el 12,6% aceptaría esta posibilidad ganando lo mismo (10,5% en el resto) y el 9,5% abandonaría el invernadero por otro trabajo peor remunerado (4,9%) [1069]. Por tanto, la satisfacción que proporciona el salario es importante, pero no es indiscutiblemente determinante en el grado de satisfacción laboral.

En los invernaderos de Extremadura, el grado de satisfacción respecto al salario percibido ha sido analizado a través de un ítem en el que se ha aplicado la Escala de Likert. La Figura 256 muestra los datos obtenidos para esta cuestión. Su estudio revela que el 42,4% de los trabajadores manifiesta una satisfacción mínima respecto a su salario, el 19,8% se muestra moderadamente complaciente y el 23,0% reconoce que su grado de satisfacción es máximo o elevado.

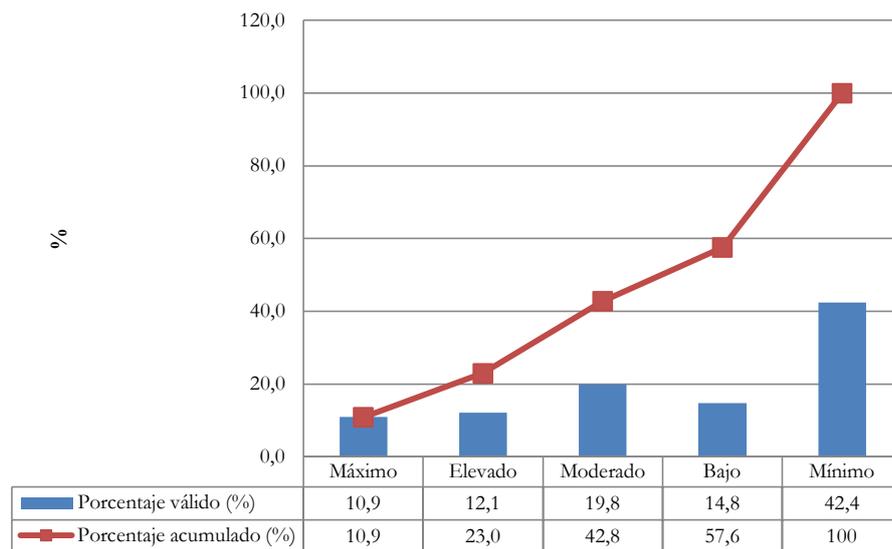


Figura 256. Grado de satisfacción en relación al salario percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Los valores de los principales parámetros estadísticos resultantes del análisis de esta cuestión (Tabla 120) revelan una tendencia general del riesgo situada en un rango entre moderado y elevado, con una media de 3,66; además de una mediana de 4,00, moda de 5, percentil 75 de 5,00, etc.

Tabla 120. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al grado de satisfacción por el salario percibido entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

Variables estadísticas	Escala Likert (5-1): resultados grado satisfacción salario percibido
Media	3,66
Mediana	4,00
Moda	5
Desviación típica	1,406
Varianza	1,976
Asimetría	-0,590
Curtois	-0,993
Percentil 25	3,00
Percentil 50	4,00
Percentil 75	5,00
Percentil 95	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.3.4. Tipo o modalidad salarial (94)

El salario puede ser fijo, convenido entre el empresario y el trabajador con independencia de la productividad conseguida; variable o ligado al rendimiento, bien del cultivo (trabajos a comisión), bien del trabajador (trabajos a destajo), y mixto, con combinación de elementos de los tipos anteriores. Los trabajos a destajo son muy frecuentes en el sector agrícola, proporcionan recompensas económicas cortoplacistas, están íntimamente relacionados con una mayor siniestralidad laboral [245] [778] y no está demostrado que incrementen la productividad del individuo por unidad de tiempo [860] debido a los efectos negativos sobre su resistencia física (cansancio, fatiga y desmotivación e insatisfacción a medio plazo).

En el presente estudio, el tipo de salario predominante es el fijo en el 45,9% de los casos, seguido del mixto con el 30,4% y del variable con el 23,7% (Figura 257).

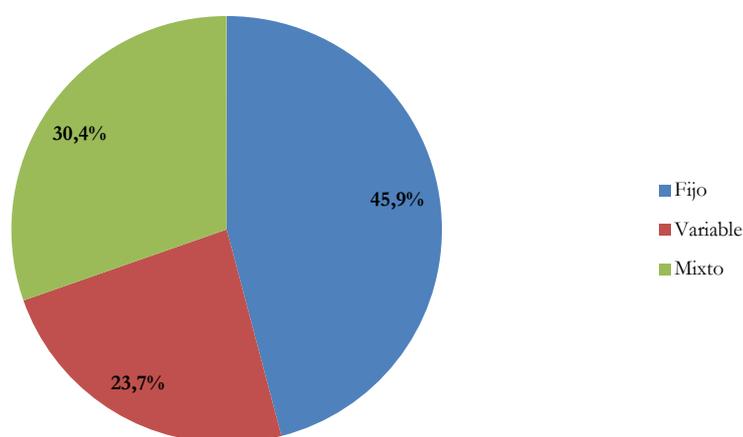


Figura 257. Modalidad salarial en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.4. Implicación emocional

Cuando se habla de emociones se hace alusión a la gestión de los sentimientos, su posible represión y a la alteración de su equilibrio ante la forma de afrontar cierto tipo de situaciones de conflicto desencadenadas en el trabajo. La ocultación de las emociones tiene relación con el nivel de implicación y compromiso del individuo y con sus características personales y comportamentales. La gravedad del riesgo en aquellos contextos laborales en los que existe afectación emocional depende de varios factores, como la frecuencia de la exposición, su duración, intensidad y variedad [820] [836] [843]. Las emociones están íntimamente relacionadas con el sentimiento de pertenencia a un grupo. Un entorno laboral adverso favorece la aparición de conflictos con carga emocional [774] [794]. Las relaciones sociales suelen estar conectadas con la concurrencia de accidentes de trabajo [763] [772] [795] [845], por ello el empresario debe responsabilizarse de la creación de un clima laboral emocionalmente saludable. La importancia de las emociones en el trabajo queda reflejada en un estudio efectuado en Hungría, en 2017, sobre trabajadores

del sector agrícola, en el que las demandas emocionales fueron percibidas como un importante factor de riesgo psicosocial por el 42% de los encuestados [746].

La implicación emocional en el trabajo agrupa varios factores de riesgo psicosocial. En el presente estudio se han analizado tres de ellos:

- a Transferencia de problemas laborales al ámbito privado.
- b Existencia en el trabajo de situaciones con afectación emocional.
- c Padecimiento de situaciones de humillación o discriminación en el trabajo (acoso laboral).

Para abordar los tres factores psicosociales relacionados con la implicación emocional se han elaborado las correspondientes preguntas empleando la Escala de Likert.

La media de las tres medias de los factores de riesgo psicosocial relacionados con el grado de implicación emocional en el trabajo es de 2,32, con un valor máximo de 2,77 y mínimo de 1,65. Muestra, por tanto, una tendencia general situada entre un nivel bajo y moderado de riesgo psicosocial.

6.1.4.8.4.1. Grado de preocupación por los problemas laborales (95)

El grado de preocupación de un problema laboral puede invadir la parcela privada del trabajador, lo que comúnmente se entiende como llevarse los problemas a casa. En el caso de los trabajadores de invernadero de Extremadura (Figura 258), un tercio de los encuestados (33,9%) nunca tiene dificultad para olvidar los problemas laborales, uno de cada cinco trabajadores (20,6%) traslada siempre dichos conflictos laborales al ámbito privado y aproximadamente la mitad (54,1%) gestiona deficientemente siempre, a menudo o a veces los conflictos laborales con carga emocional.

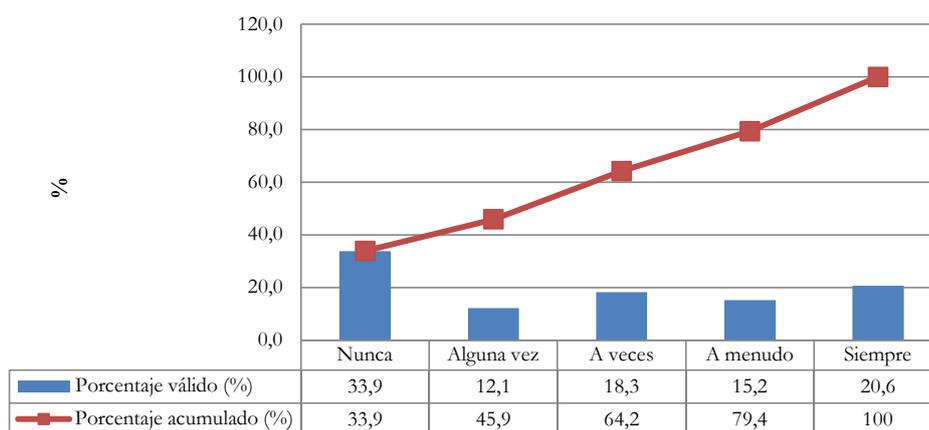


Figura 258. Grado de transferencia de los problemas laborales al ámbito privado entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos para esta cuestión está reflejado en la Tabla 121. El nivel de riesgo que representa la dificultad para gestionar adecuadamente la preocupación por los conflictos propios del trabajo se sitúa en un intervalo bajo-moderado, con una media de 2,77; además de una mediana de 3,00, moda de 1, elevados valores de variabilidad de los datos respecto a la media (varianza de 2,406), etc.

6.1.4.8.4.2. Situaciones laborales con afectación emocional (96)

El contexto laboral proporciona, en ocasiones, situaciones en las que se producen problemas con capacidad para generar implicaciones emocionales no deseadas, no sólo al trabajador que las padece, sino a los propios compañeros al ser testigos de estos conflictos, bien entre ellos o con el empresario, encargado, etc., de manera que el sentimiento de pertenencia a un grupo compacto y amigable pueda verse amenazado. En el caso de los trabajadores de invernadero de Extremadura, la frecuencia de aparición de este tipo de situaciones (Figura 259) es mínima para el 39,7% de los encuestados, moderada para el 20,6% y, en el 30,0% de los casos, los conflictos con implicación emocional tienen lugar a menudo o siempre. El tratamiento estadístico de los datos conseguidos para esta cuestión se muestra en la Tabla 121. De ellos se deduce que el nivel de riesgo que representa la asiduidad de las situaciones laborales con implicación emocional se sitúa en un rango bajo-moderado, con una media de 2,53; además de una mediana de 3,00, moda de 1, etc.

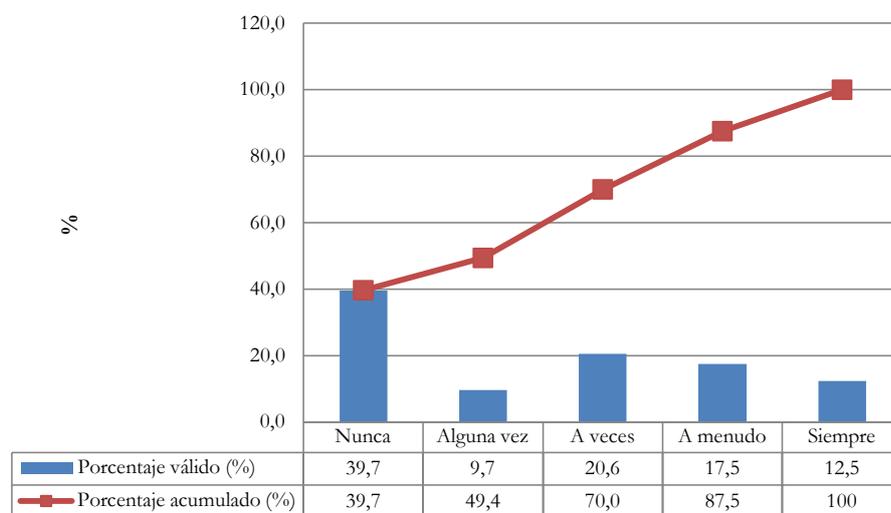


Figura 259. Frecuencia de aparición de situaciones de conflicto emocional entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.4.3. Situaciones de posible acoso laboral (97)

El acoso laboral consiste en aquella situación del trabajo en la que una persona o un grupo de ellas ejercen una violencia psicológica, una conducta abusiva, o una presión laboral tendenciosa sobre otra. El hostigador es consciente del perjuicio ocasionado, persistiendo en su actitud debido a que se ha trazado unos objetivos muy precisos, como el despido, el descrédito y el aislamiento social de la víctima. El acoso puede tener sentido ascendente, descendente y horizontal, pero casi siempre existe una posición asimétrica que resulta esencial para comprender este factor de riesgo. El comportamiento de los testigos es heterogéneo, desde indolencia hasta posicionarse claramente a favor de alguna de las partes. El objetivo de la acción acosadora es degradar la reputación, integridad y dignidad del acosado [766], bien perturbando el ejercicio de su trabajo, bien mediante la encomienda de tareas improductivas, monótonas o repetitivas, o bien ordenando tareas para las que la víctima no está capacitada o que están muy por debajo de su nivel de

cualificación. Las conductas de acoso pueden perpetrarse aprovechando el acosador la presencia de determinados aspectos organizacionales (aislamiento, tareas degradantes, etc.), atacando a las relaciones sociales de la víctima y persiguiendo su aislamiento social mediante agresiones a su vida personal, practicando algún tipo de violencia (acoso sexual, amenazas, ultraje físico, etc.), escarneciendo las actitudes del acosado (creencias, opiniones, procedencia, etc.) mediante provocaciones verbales (insultos, críticas gratuitas, etc.) o propagando rumores maliciosos [767].

Ante la dificultad de preguntar directamente a los trabajadores de invernadero, sin dar tediosas explicaciones durante la presentación de la encuesta, sobre la experiencia en carne propia de situaciones de acoso laboral, por la interpretación que ellos pudieran formar del alcance y significado de este concepto, se optó por inquirir si habían sufrido en el trabajo episodios de humillación o discriminación con afectación emocional. Las frecuencias obtenidas en el análisis de esta cuestión (Figura 260) muestran que el 71,6% de los trabajadores nunca ha estado expuesto a situaciones de acoso laboral, aunque el 20,2% las ha padecido a veces (8,9%), a menudo (6,3%) o siempre (5,1%). Por tanto, aproximadamente uno de cada cuatro trabajadores se ha visto afectado por este importante factor de riesgo psicosocial en algún momento de su trayectoria profesional. El análisis estadístico de los datos correspondientes a esta cuestión se muestra en la Tabla 121. De ellos se desprende que el nivel de riesgo que representa la asiduidad de la presencia de episodios de humillación o discriminación en el trabajo se sitúa en un rango mínimo-bajo, con una media de 1,63; además de una mediana de 1,00, percentil 75 de 2,00, etc.

A pesar de ello, estas cifras requieren una actuación preventiva inmediata contra el acoso laboral. Así, los datos procedentes de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social para el año 2018 revelan que el 0,6% de las actuaciones en materia de relaciones laborales estaban relacionadas con episodios de acoso sexual y el 0,2% con acoso laboral no sexual; por lo que respecta a los requerimientos, los valores fueron, respectivamente, del 0,8% y 0,1%; en cuanto a las infracciones, los porcentajes fueron de 0,1% y 0,01%, con 66 trabajadores sancionados; finalmente, en el capítulo de las mediaciones, tanto para el acoso sexual como para el laboral no sexual, la cifra fue idéntica: 0,9% [1073]. Por tanto, según los datos procedentes de la Inspección de Trabajo, en España se denuncian a esta institución laboral más casos de acoso sexual que de otros tipos de acoso.

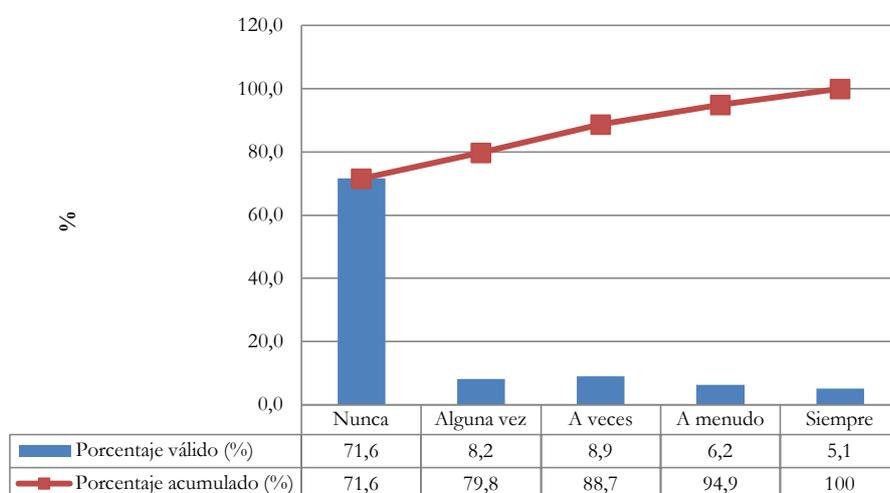


Figura 260. Frecuencia de aparición de situaciones personales de humillación o discriminación en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 121. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al grado de implicación emocional de origen laboral de los trabajadores de invernadero de Extremadura.

Variables estadísticas	Escala Likert (1-5): resultados frecuencia transferencia problemas laborales al ámbito privado	Escala Likert (1-5): resultados frecuencia situaciones laborales con implicación emocional	Escala Likert (1-5): resultados frecuencia situaciones humillación/discriminación en el trabajo
Media	2,77	2,53	1,65
Mediana	3,00	3,00	1,00
Moda	1	1	1
Desviación típica	1,551	1,466	1,180
Varianza	2,406	2,148	1,393
Asimetría	0,180	0,321	1,686
Curtosis	-1,470	-1,336	1,574
Percentil 25	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	3,00	3,00	1,00
Percentil 75	4,00	4,00	2,00
Percentil 95	5,00	5,00	5,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.5. Apoyo social

El apoyo social en la esfera laboral constituye un proceso de intercambio vertical y horizontal que depende de elementos situacionales y organizacionales y de la personalidad del emisor y receptor de dicho apoyo; hace, por tanto, referencia a las transacciones interpersonales apreciadas por el trabajador por parte de personas significativas, sean superiores jerárquicos, compañeros o subordinados, que vigorizan la habilidad del individuo para confrontar episodios de estrés, anulando o minimizando sus efectos nocivos [770]. Es, pues, el clima social del trabajo el principal mecanismo funcional de las relaciones interpersonales, mientras que el sentimiento de grupo constituye el elemento emocional.

No todos los trabajadores estiman de igual forma el apoyo social recibido; de su interpretación depende que sea eficaz, ineficaz o contraproducente, ya que intervienen diferentes aspectos personales, como el interés del sujeto por recibirlo, las habilidades sociales, la sagacidad necesaria para estimar las primeras señales de apoyo y el ejercicio de los recursos personales.

Los factores que determinan la asiduidad y calidad del apoyo social radican en la inclinación innata o aprendida a prestar atención a otro, el estilo participativo, la firmeza emocional, la extraversión, la escucha activa y empática y la asertividad. Un apoyo social positivo resulta ser una excelente intervención psicosocial dirigida a neutralizar posibles situaciones de acoso laboral.

Para abordar el apoyo social en el presente estudio se han confeccionado tres ítems en los que se ha empleado la Escala de Likert. El apoyo social (calidad de las relaciones interpersonales) en el trabajo agrupa varios factores de riesgo psicosocial. En el presente estudio se han investigado tres de ellos:

- a Calidad de las relaciones de los trabajadores con sus superiores jerárquicos.
- b Calidad de las relaciones de los trabajadores con sus compañeros.
- c Calidad de las relaciones de los trabajadores con sus subordinados.

La media de las tres medias de los factores de riesgo psicosocial relacionados con el grado de apoyo social recibido en el trabajo es de 1,63, con un valor máximo de 1,88 y mínimo de 1,36. El nivel de riesgo muestra, por tanto, un valor situado en un intervalo mínimo-bajo.

6.1.4.8.5.1. Relaciones personales con los superiores jerárquicos (98)

Tradicionalmente, los empresarios se han mostrado indiferentes a ejercer un control adecuado de las relaciones interpersonales en el trabajo. Un ambiente laboral defectuoso y sin protocolos efectivos de actuación se caracteriza por la desconfianza, rivalidad, ausencia de cooperación entre sus componentes, aparición de estrés laboral [772] y recrudecimiento de situaciones potencialmente conflictivas [764] [773] [774].

El entorno organizacional y social y el estilo de liderazgo son esenciales en el origen, cantidad, calidad y tipo de apoyo social. El que ejerce un superior jerárquico puede impedir que los conflictos habituales en el seno de una empresa prosperen y provoquen, por ejemplo, situaciones de acoso.

En el caso de los trabajadores de invernadero de Extremadura, el 67,3% manifiesta tener superiores jerárquicos. Del análisis de los datos (Figura 261) se deduce que la mitad (33,1%) de los trabajadores que manifiesta tener jefes, mantiene con ellos una relación muy buena; para el 17,1% esta es buena y sólo el 5,8% afirma que es mala o muy mala.

En el estudio sobre la salud laboral de los trabajadores de invernadero de Almería [209], ante la afirmación de que los conflictos con los encargados constituyen un factor de riesgo psicosocial derivado de una deficiente organización del trabajo, el 14,0% de los encuestados se mostró bastante o muy de acuerdo.

No obstante, aunque en la investigación de Almería este tipo de apoyo social no parezca preocupar demasiado a los trabajadores, en otros estudios, como el dirigido al sector agrícola húngaro en 2017, el 58% de los trabajadores percibía como factor de riesgo psicosocial la ausencia de apoyo social de sus superiores jerárquicos y el 57% consideraba esencial la confianza en la dirección [746].

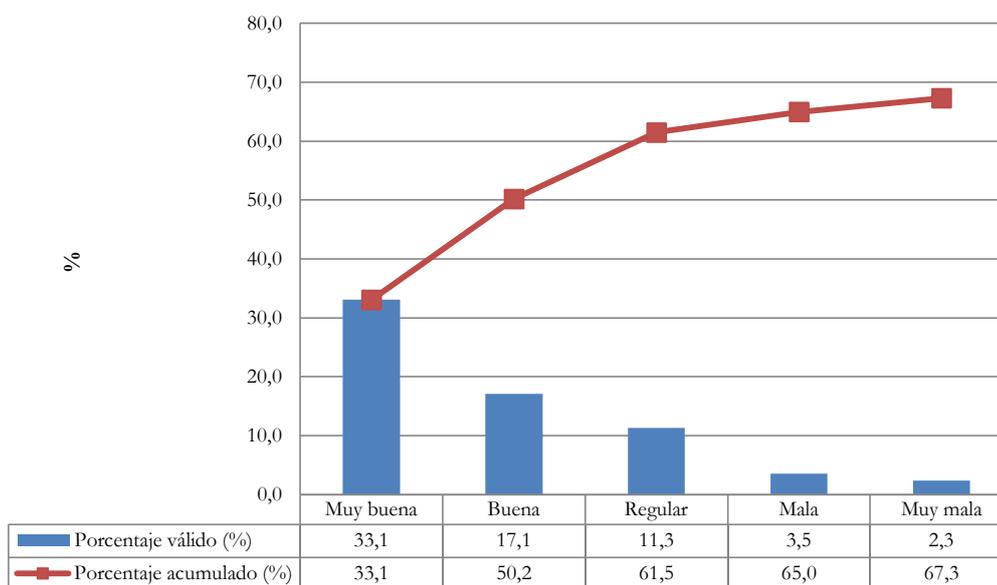


Figura 261. Calidad de las relaciones de los trabajadores con sus superiores jerárquicos en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

El tratamiento estadístico de los datos correspondientes a la calidad de la relación de los trabajadores con sus superiores se muestra en la Tabla 122. De ellos se deduce que el nivel de riesgo que representa el apoyo social recibido por los superiores jerárquicos se sitúa en un rango mínimo-bajo, próximo a este último, con una media de 1,88; además de una mediana de 2,00, moda de 1, percentil 75 de 3,00, etc.

6.1.4.8.5.2. Relaciones personales con los compañeros (99)

El hecho de mantener una buena sintonía con los compañeros facilita el trabajo colaborativo, refuerza el sentimiento de grupo e incrementa la posibilidad de establecer relaciones sociales en el ámbito laboral. Como se ha visto a lo largo del presente trabajo, el grado de satisfacción laboral del individuo depende de múltiples factores, entre ellos y ocupando un lugar destacado, la competencia, amistad y apoyo social procedente de los compañeros.

En los invernaderos de Extremadura, el 78,2% de los trabajadores tiene compañeros, con independencia de su grado de proximidad. Partiendo de este porcentaje (Figura 262), para el 72,7% de los encuestados esta relación puede calificarse como buena (15,5%) o muy buena (57,2%), mientras que sólo el 1,2% manifiesta que es mala o muy mala.

El tratamiento estadístico de los datos correspondientes a la calidad de la relación de los trabajadores con sus compañeros (Tabla 122), revela que el nivel de riesgo que representa este tipo de apoyo social se sitúa en un intervalo mínimo-bajo, con una media de 1,36; además de otros resultados, como una mediana de 1,00, percentil 75 de 2,00, reducidos valores de dispersión (varianza de 0,492), etc.

En la ya mencionada investigación aplicada al sector agrícola húngaro en 2017, el 53% de los trabajadores percibía como factor de riesgo psicosocial la ausencia de apoyo social de los compañeros y el 60% consideraba esencial el mantenimiento de un elevado nivel de confianza en ellos [746].

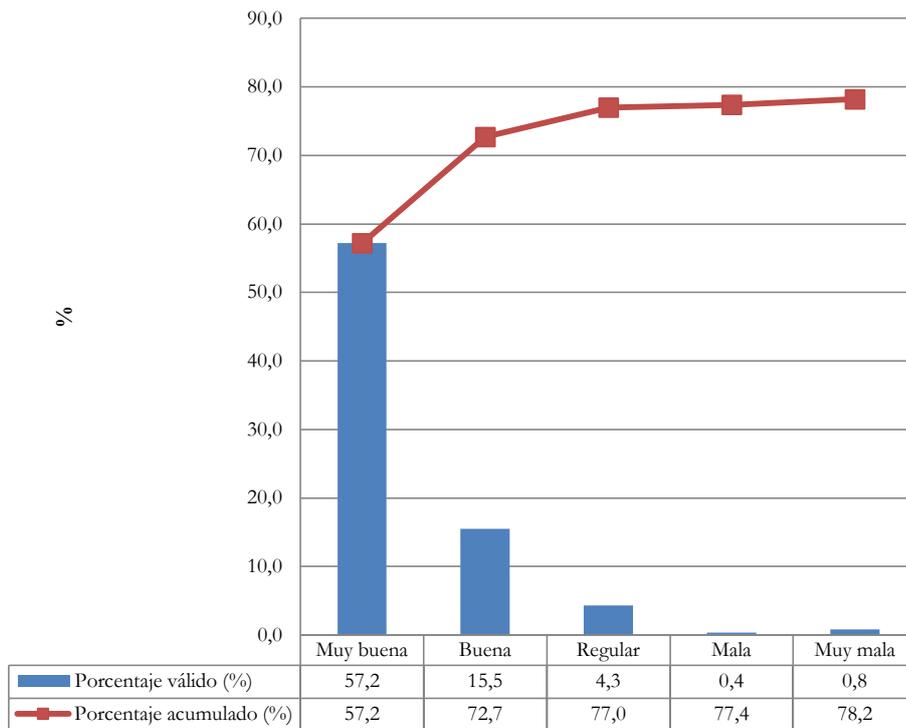


Figura 262. Calidad de la relación de los trabajadores de invernadero con sus compañeros.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.5.3. Relaciones personales con los subordinados (100)

En los invernaderos de Extremadura, el 47,5% de los encuestados afirma tener personal subordinado a su cargo, porcentaje bastante elevado que es posible justificar atendiendo al elevado número de propietarios que han colaborado en la encuesta. Partiendo de este porcentaje (Figura 263), para el 39,7% de los encuestados esta relación puede calificarse como buena (11,7%) o muy buena (28,0%), mientras que sólo el 2,8% reconoce que es mala o muy mala.

El tratamiento estadístico de los datos correspondientes a la calidad de la relación entre los trabajadores y sus subordinados (Tabla 122) revela que el nivel de riesgo que representa este tipo de apoyo social se sitúa en un intervalo mínimo-bajo, con una media de 1,66; además de una de mediana de 1,00, percentil 75 de 2,00, etc.

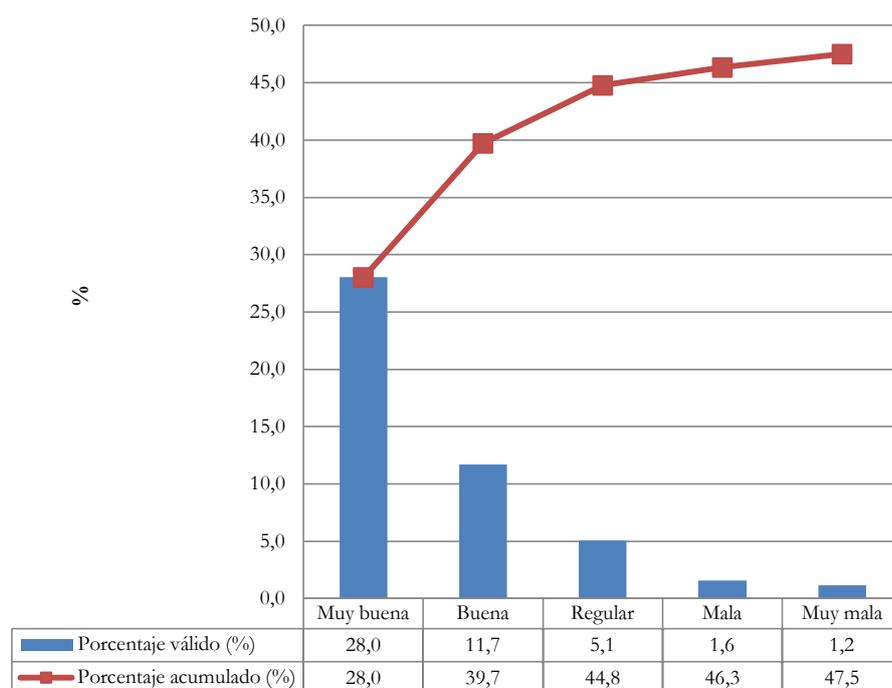


Figura 263. Calidad de la relación de los trabajadores con sus subordinados en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 122. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes al apoyo social recibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS CALIDAD RELACIÓN TRABAJADORES CON SUPERIORES JERÁRQUICOS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS CALIDAD RELACIÓN TRABAJADORES CON COMPAÑEROS	ESCALA LIKERT (5-1): RESULTADOS CALIDAD RELACIÓN TRABAJADORES CON SUBORDINADOS
Media	1,88	1,36	1,66
Mediana	2,00	1,00	1,00
Moda	1	1	1
Desviación típica	1,083	0,702	0,969
Varianza	1,173	0,492	0,938
Asimetría	1,150	2,427	1,629
Curtosis	0,636	7,287	2,371
Percentil 25	1,00	1,00	1,00
Percentil 50	2,00	1,00	1,00
Percentil 75	3,00	2,00	2,00
Percentil 95	4,00	3,00	4,00

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.6. Identificación del trabajador con su empresa

El proceso de mejora continua de una organización debe incluir intervenciones orientadas a incrementar la calidad del producto, el rendimiento del cultivo, la productividad del individuo, etc.; pero también otras, de carácter psicosocial, dirigidas a mejorar el nivel de seguridad y salud, la satisfacción laboral y la identificación con dicha organización. Esta última revela el grado de compromiso del trabajador con su empresa; en definitiva, el peso del factor humano en el capital de la misma. Para abordar el grado de implicación del trabajador de invernadero con su explotación se han confeccionado dos ítems en los que se ha empleado la Escala de Likert. Este nivel de implicación aglutina varios factores de riesgo psicosocial. En el presente estudio se han analizado dos de ellos:

- a Consideración subjetiva de la importancia del propio trabajo.
- b Hablar bien de la empresa en el ámbito extralaboral.

La media de las dos medias de los factores de riesgo psicosocial relacionados con el grado de compromiso del trabajador con su organización es de 1,72, con un valor máximo de 1,81 y mínimo de 1,63. El nivel de riesgo muestra, por tanto, un valor situado en un intervalo mínimo-bajo.

6.1.4.8.6.1. Consideración subjetiva de la importancia del propio trabajo (101)

La utilidad e importancia percibidas por el individuo en relación al trabajo que realiza constituye uno de los factores de riesgo psicosocial peor estudiados, más aún en el sector agrícola. En los invernaderos de Extremadura (Figura 264), el 61,5% de los trabajadores considera que su trabajo tiene una importancia máxima, para el 20,6% es elevada y sólo el 3,9% afirma que es escasa o mínima.

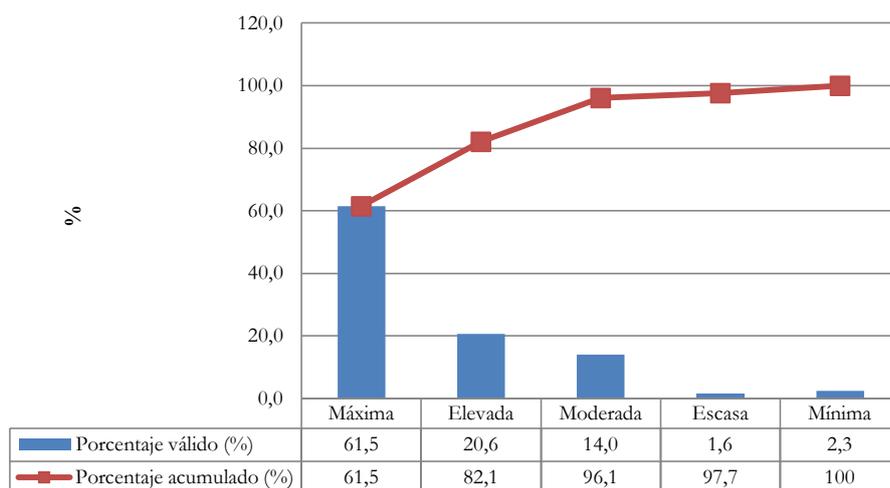


Figura 264. Consideración subjetiva sobre la importancia del trabajo realizado en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

El tratamiento estadístico de los datos correspondientes a la consideración, por los trabajadores, de la importancia de su propio trabajo en los invernaderos (Tabla 123), revela que el nivel de riesgo que representa este factor psicosocial se sitúa en un intervalo mínimo-bajo, con una media de 1,63; otros valores destacables son la mediana de 1,00, moda de 1, percentil 75 de 2,00, etc.

6.1.4.8.6.2. Presumir de la empresa en el ámbito extralaboral (102)

En los invernaderos de Extremadura (Figura 265), el 57,6% de los trabajadores presume mucho de su empresa fuera del trabajo, el 18,7% lo hace con bastante frecuencia y sólo el 10,1% no lo hace nunca o casi nunca. El análisis estadístico de los datos correspondientes a esta cuestión (Tabla 123), revela que el nivel de riesgo que representa este factor psicosocial se sitúa en un intervalo mínimo-bajo, próximo a este último, con una media de 1,81, mediana de 1,00, percentil 75 de 2,00, etc.

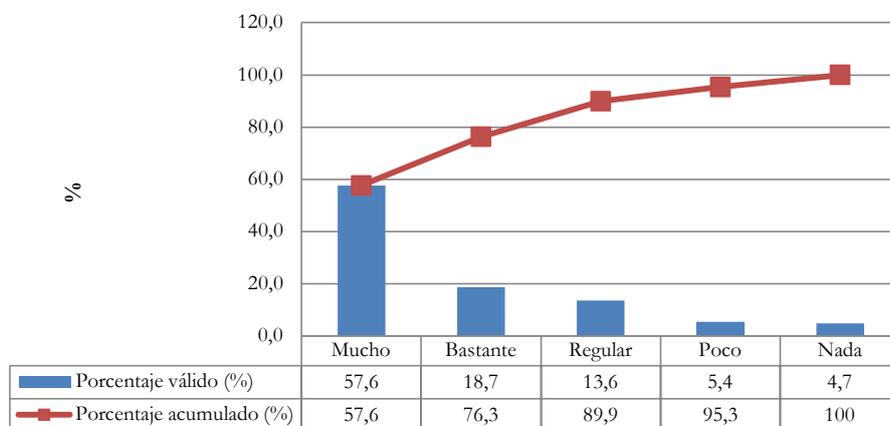


Figura 265. Presumir de la empresa en el ámbito extralaboral por los trabajadores de invernadero. (Fuente: elaboración propia).

Tabla 123. Valores de los principales parámetros estadísticos correspondientes a la implicación de los trabajadores de invernadero con su organización.

Variables estadísticas	Escala Likert (5-1): resultados consideración subjetiva importancia propio trabajo	Escala Likert (5-1): resultados hablar bien de la empresa en ámbitos extralaborales
Media	1,63	1,81
Mediana	1,00	1,00
Moda	1	1
Desviación típica	0,944	1,148
Varianza	0,891	1,319
Asimetría	1,596	1,346
Curtosis	2,290	0,872
Percentil 25	1,00	1,00
Percentil 50	1,00	1,00
Percentil 75	2,00	2,00
Percentil 95	3,00	4,10

(Fuente: elaboración propia).

6.1.4.8.7. Estado de salud del trabajador

La alteración del estado de salud de una persona puede tener una etiología laboral (daño derivado del trabajo), ya vista profusamente en el presente estudio, o bien proceder de la aparición de una enfermedad común no relacionada con el trabajo. Una adecuada vigilancia de la salud se debería ocupar del estado general de salud del trabajador, con independencia del origen de dicha enfermedad.

6.1.4.8.7.1. Días de baja por enfermedad en los últimos 12 meses (103)

El método más aplicado para averiguar el estado de salud del trabajador consiste en preguntarle cuántas veces ha estado de baja por enfermedad en los últimos 12 meses; en otras investigaciones se inquiriere al individuo a opinar sobre su percepción del propio estado de salud, pero esta técnica tiene un sesgo subjetivo del que carece la primera.

La Figura 266 recoge el número de días de baja de los trabajadores de invernadero de Extremadura en los 12 meses anteriores a la entrega de la encuesta. El número total de los que estuvieron de baja en el período considerado fue de 20 (7,8%). Afortunadamente, el 92,2% (237 trabajadores) no necesitó ni un solo día de baja, porcentaje seguido por el 1,2% de los que se vieron obligados a cesar su actividad durante una semana; el resto de porcentajes no alcanza el 1%. Los aspectos más negativos corresponden a un trabajador que estuvo más de 4 meses de baja (127 días), otro con 45 días y un tercero con 40. El período de baja más repetido es el de 7 días, con una frecuencia de 3 trabajadores.

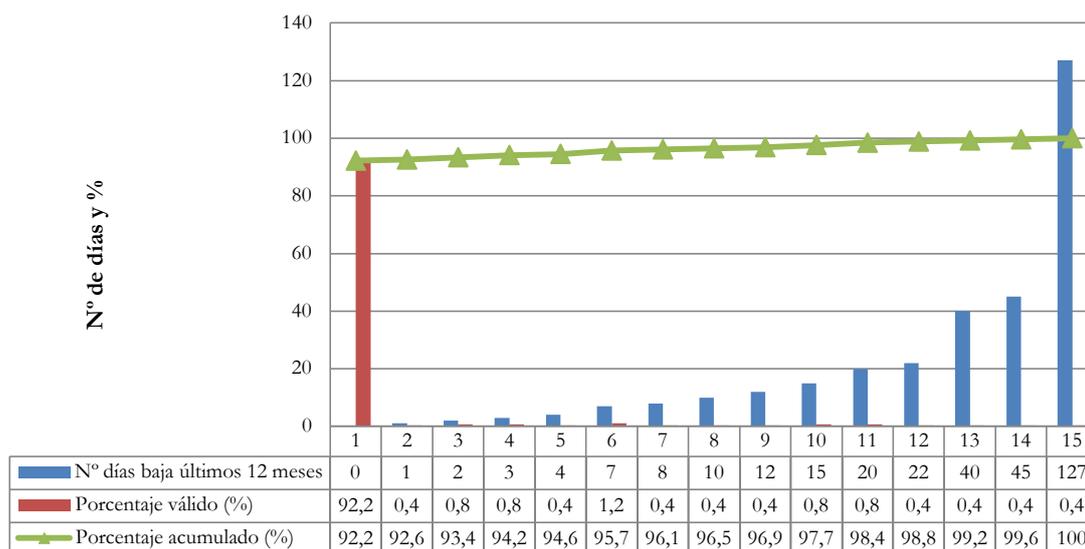


Figura 266. Número de días de baja de los trabajadores de invernadero de Extremadura en los últimos 12 meses. (Fuente: elaboración propia).

La percepción del trabajador de su propio estado de salud y la solicitud y motivos de asistencia médica en los últimos 12 meses ha sido analizada en el sector agropecuario español [1069]. Así, el 72,4% de los autónomos de dicho sector opina que su estado de salud es bueno, el 25,3% cree que es regular y el 2,3% considera que su salud es mala. Entre los autónomos de invernadero, el estado de salud percibido es bueno para el 60,3%, 77,0% en el resto del sector agrícola, y regular o malo para el 39,7 y 23,0%,

respectivamente. Con respecto a los porcentajes correspondientes a la solicitud de consulta médica en el período considerado son: 43,9% para los autónomos de invernadero, 47,8% para el resto del sector agrícola y 42,0% para el sector agropecuario (Tabla 124).

Tabla 124. Comparación de los valores relacionados con el motivo de asistencia médica en los últimos 12 meses por los trabajadores autónomos del sector agropecuario, autónomos agrícolas y autónomos de invernadero en España en 2009 [1069].

Motivo asistencia médica últimos 12 meses	Autónomos invernaderos (%)	Autónomos agrícolas (%)	Autónomos agropecuarios (%)
Dolor de espalda	18,1	10,5	11,5
Dolor en cuello o nuca	9,8	3,4	5,6
Dolor en miembro superior	7,6	5,3	7,6
Problemas traumatológicos	4,2	0,9	1,2
Hernia de disco	3,1	3,5	3,3
Dolor en miembro inferior	2,9	3,8	5,5
Alergias	2,1	0,9	1,3
Enfermedades respiratorias	2,1	10,1	8,4
Enfermedades circulatorias	1,3	0,6	1,4
Enfermedades gastrointestinales	1,2	2,7	2,9

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

6.1.5. Análisis de las dimensiones sobre seguridad y salud en invernaderos

El cuestionario presentado a los trabajadores consta de 103 ítems; 58 de ellos formulados siguiendo una Escala de Likert con cinco niveles. Los resultados obtenidos permiten ser analizados estadísticamente y calcular las medias, que proporcionan un determinado nivel de riesgo. Por tanto, medias elevadas informan sobre situaciones peligrosas sobre las que se deberían implementar actuaciones preventivas. Con la finalidad de comparar los niveles de riesgo de las diferentes especialidades preventivas y poder detectar fácilmente los puntos conflictivos, se han distribuido las preguntas en los siguientes bloques:

1. Riesgos de Seguridad (13): 8 preguntas sobre equipos de trabajo, 4 sobre equipos de protección contra incendios y 1 sobre sustancias químicas.
2. Riesgos higiénicos (13): 12 cuestiones sobre riesgos higiénicos físicos y 1 sobre agentes biológicos.
3. Riesgos ergonómicos (7).
4. Riesgos psicosociales (22): 10 preguntas sobre las demandas psicológicas del trabajo, 3 sobre apoyo social, 3 sobre autonomía y control sobre el trabajo, 3 sobre implicación emocional, 2 sobre la identificación del trabajador con su organización y 1 sobre recompensas.
5. Formación e información (3).

A continuación se muestran las medias obtenidas, distribuidas en estos cinco bloques (Tabla 125).

Tabla 125. Medias procedentes de las 58 preguntas confeccionadas con una Escala de Likert de cinco niveles, distribuidas por especialidades preventivas.

Riesgos de Seguridad (\bar{x})	Riesgos higiénicos (\bar{x})	Riesgos ergonómicos (\bar{x})	Riesgos psicosociales (\bar{x})	Formación e información (\bar{x})
2,89	2,49	2,19	3,23	3,70
1,49	3,61	2,95	3,22	3,92
2,67	3,39	2,80	1,84	3,56
3,28	3,50	3,23	4,31	
2,28	2,68	3,60	3,88	
2,18	1,82	1,76	3,44	
1,75	1,42	1,93	1,81	
2,41	1,53		1,80	
2,20	2,13		1,44	
3,03	2,08		1,11	
1,93	1,97		1,88	
1,95	1,59		1,36	
1,23	1,72		1,66	
			2,35	
			2,00	
			3,58	
			2,77	
			2,53	
			1,65	
			1,63	
			1,81	
			3,66	
Valor medio: 2,25	Valor medio: 2,30	Valor medio: 2,64	Valor medio: 2,41	Valor medio: 3,73
(\bar{x}) (5) = 2,67		(\bar{x}) (58) = 2,45		

(Fuente: elaboración propia).

La única de las dimensiones cuya media representa un riesgo moderado-alto es la formación e información (3,73), asignatura pendiente en el agro extremeño; el resto de las medias de las diferentes especialidades preventivas representan un riesgo calificado como bajo-moderado; de ellos, los de tipo ergonómico presentan el registro más elevado (2,64). Finalmente se ha calculado la media de los cinco bloques, así como la de los 58 ítems, cuyos valores no suponen en todo caso una diferencia relevante.

Para medir el grado de confiabilidad o consistencia interna de los 58 ítems confeccionados con una escala numérica (Escala de Likert) y agrupados en las cinco dimensiones estudiadas, se ha recurrido al coeficiente denominado Alfa de Cronbach (Tabla 126), que cuantifica la fiabilidad de una escala de medida. Se trata de una media ponderada de las correlaciones existentes entre las variables de la escala. Se considera óptima cuando el valor de este parámetro se sitúa entre 0,8-1, aceptable entre 0,7-0,8 y baja si es inferior a 0,7.

Tabla 126. Grado de confiabilidad de los 58 ítems confeccionados con la Escala de Likert y agrupados en dimensiones, aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach.

Dimensión	Alfa de Cronbach	Nº de elementos	Grado de confiabilidad
Ítems de Seguridad	0,818	13	Óptimo
Ítems de Higiene Industrial	0,761	13	Aceptable
Ítems de Ergonomía	0,683	7	Bajo
Ítems de Psicosociología	0,723	22	Aceptable
Ítems de Formación	0,860	3	Óptimo
Todos los ítems con Escala de Likert	0,903	58	Óptimo

(Fuente: elaboración propia).

El coeficiente Alfa de Cronbach resulta óptimo para las preguntas de Seguridad y las relacionadas con la formación/información; el grado de consistencia interna es aceptable en el caso de los ítems de Higiene y Psicosociología y bajo para las preguntas pertenecientes a la Ergonomía. Sin embargo, si en esta última se elimina la cuestión sobre el grado de recuperación física entre jornadas de trabajo, el coeficiente incrementa su valor a 0,701 resultando, por consiguiente, un grado de confiabilidad aceptable para dicha dimensión.

Para la totalidad de las preguntas tipo Likert el coeficiente es 0,903. Este valor representa un elevado grado de confiabilidad, ya que se halla en el intervalo óptimo mencionado. En el caso de que se deseara mejorar este índice retirando alguna de las cuestiones, el valor se incrementaría a 0,907, diferencia de tan escasa entidad que no merecería la pena aplicar esta opción. Todos los ítems presentan un alto nivel de fiabilidad (Tabla 127).

Tabla 127. Grado de confiabilidad de cada uno de los elementos confeccionados con la Escala de Likert aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach.

Ítems	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Atención requerida	802,610	-0,220	0,907
Etiquetado correcto sustancias químicas	808,101	-0,486	0,906

Ítems	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Relación formación preventiva/puesto de trabajo	784,795	0,031	0,906
Iniciativa en el trabajo	792,330	-0,056	0,905
Frecuencia turnicidad	790,597	-0,028	0,905
Conocimiento temperatura de trabajo	784,995	0,048	0,905
Acumulación de tareas entre jornadas laborales	783,379	0,058	0,905
Grado de incomodidad de las corrientes de aire	786,749	0,030	0,904
Formación/información preventiva	778,615	0,137	0,904
Control sobre la elección del período vacacional	774,132	0,149	0,904
Conocimiento humedad de trabajo	774,088	0,160	0,904
Rapidez en la toma de decisiones	773,488	0,174	0,904
Formación/información preventiva ante nuevas condiciones de trabajo	773,031	0,165	0,904
Frecuencia nocturnidad	784,350	0,176	0,903
Importancia de las tareas realizadas	781,637	0,164	0,903
Manipulación manual de cargas pesadas	779,732	0,148	0,903
Exigencias físicas del trabajo	778,341	0,148	0,903
Agotamiento físico tras jornada laboral	772,072	0,222	0,903
Ritmo de realización del trabajo	779,666	0,233	0,902
Calidad de la relación con compañeros	778,393	0,301	0,902
Calidad de la relación con subordinados	774,543	0,289	0,902
Conocimiento manejo equipos de protección	773,349	0,286	0,902
Grado de incomodidad del ruido	769,661	0,301	0,902
Gravedad de las consecuencias de	768,280	0,274	0,902

Ítems	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
cometer un error			
Utilización equipos de trabajo peligrosos	768,113	0,347	0,901
Recuperación física entre jornadas de trabajo	767,514	0,360	0,901
Variedad de tareas	767,234	0,352	0,901
Aprendizaje de cosas nuevas	762,030	0,409	0,901
Utilización de equipos de protección puestos a disposición	761,953	0,452	0,901
Presencia sustancias inflamables/explosivas	760,062	0,383	0,901
Satisfacción con el salario	759,365	0,395	0,901
Satisfacción temperatura de trabajo	757,874	0,427	0,901
Presencia de agentes biológicos molestos/peligrosos	757,725	0,406	0,901
Grado adecuación ropa de trabajo	757,331	0,407	0,901
Conocimiento manejo equipos contra incendios	757,067	0,376	0,901
Dificultad para olvidar los problemas laborales después de la jornada de trabajo	756,962	0,370	0,901
Control sobre el orden de realización de las tareas	751,163	0,429	0,901
Satisfacción con la iluminación	762,210	0,599	0,900
Empleo de equipos de trabajo en mal estado	761,597	0,633	0,900
Deslumbramientos y reflejos molestos	755,756	0,439	0,900
Satisfacción humedad de trabajo	753,289	0,501	0,900
Molestias oculares inespecíficas durante el trabajo	749,527	0,515	0,900
Grado de comodidad de las posturas de trabajo	751,895	0,603	0,899
Presumir/hablar bien de la empresa/explotación fuera del trabajo	749,674	0,629	0,899

Ítems	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Satisfacción mantenimiento de los equipos de trabajo	748,277	0,568	0,899
Satisfacción formación/información sobre uso correcto equipos trabajo	746,290	0,554	0,899
Grado de molestia de la radiación solar	745,604	0,588	0,899
Implicación emocional causada por situaciones en el trabajo	745,556	0,540	0,899
Situaciones de discriminación/humillación	744,922	0,620	0,899
Calidad de la relación con superior jerárquico	748,591	0,692	0,898
Dimensiones puesto trabajo	745,465	0,723	0,898
Satisfacción mantenimiento equipos contra incendios	745,313	0,634	0,898
Existencia de obstáculos que dificultan circulación en lugares de paso/trabajo	745,239	0,643	0,898
Contaminación del aire del invernadero	745,190	0,683	0,898
Existencia instrucciones/órdenes erróneas/contradictorias	744,903	0,676	0,898
Satisfacción formación/información sobre equipos de protección	738,857	0,610	0,898
Disponibilidad de los manuales de los equipos de trabajo	735,017	0,591	0,898
Satisfacción cantidad/distribución equipos contra incendios	737,840	0,736	0,897

(Fuente: elaboración propia).

La profusión de datos procedentes de las cuestiones psicosociales y su parcelación en grandes conceptos generales hace conveniente analizar y comparar los diferentes aspectos que componen este bloque. Las 22 preguntas que, mediante la Escala de Likert, estudian los riesgos psicosociales han sido distribuidas en seis grupos, si bien con notables diferencias en el número de cuestiones que cada uno de ellos contiene (Tabla 128).

El aspecto psicosocial más comprometido desde el punto de vista preventivo y el único que presenta un nivel de riesgo moderado-alto, si bien representado por una sola cuestión, es el de las recompensas, concretamente el nivel de satisfacción con el salario percibido. Las demandas psicológicas, autonomía y

control e implicación emocional poseen un nivel de riesgo bajo-moderado y, finalmente, el apoyo social y la implicación con la organización registran los valores más favorables, con un riesgo calificado como mínimo-bajo.

Tabla 128. Comparación de las medias procedentes de los diferentes aspectos psicosociales, como resultado de las 22 preguntas confeccionadas con la Escala de Likert.

Demandas psicológicas (10) (\bar{x})	Apoyo social (3) (\bar{x})	Autonomía y control (3) (\bar{x})	Implicación emocional (3) (\bar{x})	Identificación con la organización (2) (\bar{x})	Recompensas (1)
3,23	1,88	2,35	2,77	1,63	3,66
3,22	1,36	2,00	2,53	1,81	
1,84	1,66	3,58	1,65		
4,31					
3,88					
3,44					
1,81					
1,80					
1,44					
1,11					
Valor medio: 2,61	Valor medio: 1,63	Valor medio: 2,64	Valor medio: 2,32	Valor medio: 1,72	Valor medio: 3,66
Riesgo bajo-moderado	Riesgo mínimo-bajo	Riesgo bajo-moderado	Riesgo bajo-moderado	Riesgo mínimo-bajo	Riesgo moderado-alto

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6. Correlaciones derivadas de la encuesta

Como es lógico en una encuesta que consta de 103 ítems, en el transcurso del procesamiento y análisis de sus datos surgen múltiples correlaciones de gran interés. Debido precisamente a su extensión y a la abundancia de resultados, se hace necesario seleccionar aquellas correlaciones que, *a priori*, muestran mayor interés y practicidad. Así, a continuación se muestran las principales correlaciones, tomando como base el sexo y la edad, con otras variables procedentes de la encuesta.

6.1.6.1. Relación 1-2: Sexo-Edad. Análisis de frecuencias

En el presente epígrafe se estudia la relación existente entre la estructura de los diferentes grupos de edad y el sexo de los trabajadores de invernadero de Extremadura. Resulta un excelente indicador del

grado de envejecimiento o de juventud de la población trabajadora en función del sexo. Así, el 26,0% de los hombres encuestados se sitúa en el grupo de edad de 41-48 años, mientras que el 34,2% de las mujeres se encuentra en el grupo de 25-32 y también en el de 33-40 años (Figura 267); además, no hay mano de obra femenina en el grupo de más edad. Por tanto, en los invernaderos estudiados, la población masculina se encuentra notablemente más envejecida, consecuencia probable de una creciente incorporación de la mujer a los invernaderos.

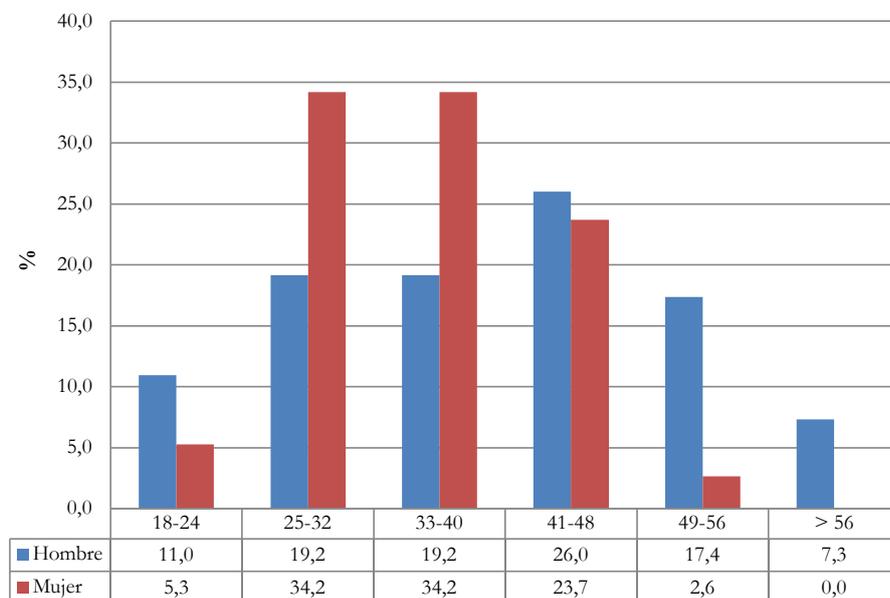


Figura 267. Relación entre la edad y el sexo de los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Los resultados, para esta cuestión, procedentes de la ENCTSA, en trabajadores autónomos de dicho sector [1069] difieren notablemente de los obtenidos en el presente estudio (Tabla 129). Así, el mayor porcentaje masculino (22,4% del total de encuestados) se consigue en la franja de edad de 45-54 años, mientras que el mayor femenino se sitúa entre los mayores de 54 años (10,3%).

Tabla 129. Comparación de los resultados de España [1069] con los obtenidos en Extremadura ($\Sigma n = 100\%$) en relación a la distribución de los grupos de edad de los trabajadores en función del sexo.

Grupos de edad Extremadura	Hombres (%)	Mujeres (%)	Grupos de edad España [1069]	Hombres (%)	Mujeres (%)
18-24	9,3	0,8	16-24	0,8	0,0
25-32	16,3	5,1	25-34	9,3	2,3
33-40	16,3	5,1	35-44	17,2	6,2
41-48	22,2	3,5	45-54	22,4	9,9
49-56	14,8	0,4	> 54	21,7	10,3
> 56	6,2	0,0			

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Si se comparan los datos procedentes de las encuestas del presente estudio con los nacionales para el conjunto del sector agrario (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) pertenecientes al tercer trimestre de 2020 [1068] (Tabla 130), se observa que la población agraria masculina de 40-49 años sigue siendo mayoritaria (26,8%), aunque seguida muy de cerca por el grupo de 50-59 años (26,3%) y 30-39 años (22,4%). Por lo que se refiere a las mujeres del sector agrario nacional, los mayores porcentajes se encuentran entre aquellas que tienen entre 50-59 años (27,0%), 40-49 años (25,0%) y 30-39 años (21,4%), mientras que entre la mano de obra femenina de los invernaderos extremeños, las cifras más elevadas se ubican en los grupos de 25-32 y 33-40 años.

Tabla 130. Población ocupada en España en el sector agrario (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) por sexos y grupos de edad durante el tercer trimestre de 2020 [1068].

Grupos edad	Nº Hombres	Nº Mujeres	Nº Total	% Hombres ⁽¹⁾	% Mujeres ⁽¹⁾	% Hombres ⁽²⁾	% Mujeres ⁽²⁾
16-19	6.900	1.300	8.200	1,2	0,9	0,9	0,2
20-24	23.600	3.900	27.500	4,1	2,6	3,2	0,5
25-29	49.600	7.600	57.200	8,5	5,1	6,8	1,0
30-39	130.400	32.100	162.500	22,4	21,4	17,8	4,4
40-49	156.000	37.500	193.500	26,8	25,0	21,3	5,1
50-59	152.600	40.400	193.000	26,3	27,0	20,9	5,5
60-64	47.600	21.100	68.700	8,2	14,1	6,5	2,9
65-69	9.800	3.900	13.700	1,7	2,6	1,3	0,5
> 69	4.800	2.000	6.800	0,8	1,3	0,7	0,3
Total	581.300	149.800	731.100	100	100	79,5	20,5
(1) Sobre el porcentaje de cada sexo.				(2) Sobre el porcentaje total de trabajadores agrarios.			

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes del INE [1068]).

6.1.6.2. Hipótesis 1-3: Sexo-Titulación académica oficial

El nivel formativo no debería depender del sexo del trabajador. En los invernaderos estudiados los hombres sin titulación oficial representan el 25,6%, mientras que esta circunstancia sólo se produce en el 2,6% de las mujeres. La población femenina de la muestra presenta mejores niveles formativos reglados en todos los apartados excepto en FP II. Por tanto, y a tenor de estos resultados (Figura 268), es posible afirmar que, en la muestra analizada, los hombres han adquirido un menor grado de formación profesional o académica reglada que las mujeres.

Tras el análisis de frecuencias de los resultados de cada ítem, se aborda el análisis inferencial de los resultados más llamativos de la encuesta. Se pueden formular una serie de hipótesis y, mediante este tipo de análisis, verificar su veracidad y detectar las posibles divergencias que puedan producirse entre las frecuencias observadas y las esperadas. Algunos de los abundantes resultados derivados de la encuesta han sido sometidos a la prueba de chi-cuadrado de Pearson, muy útil para comparar proporciones en variables cualitativas y permitir la toma de decisiones estadísticas. Esta prueba o test determina si la diferencia entre

dos variables es estadísticamente significativa. El valor de $\rho = 0,05$ (ρ -value) representa el límite de la significancia; así, si es menor, se puede afirmar que la diferencia entre dos variables es significativa y viceversa si es igual o mayor.

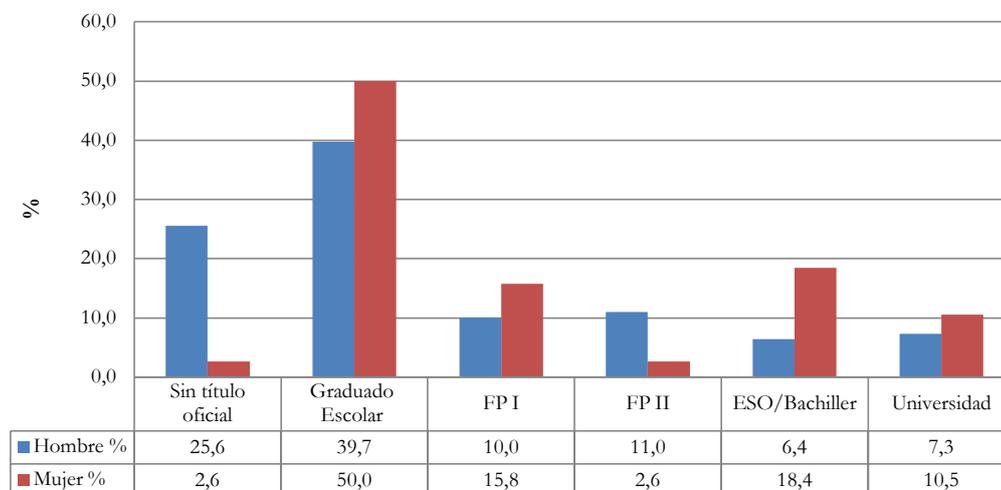


Figura 268. Relación entre el sexo y la titulación académica oficial de los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis a confirmar o rechazar pretende dilucidar si la titulación académica oficial poseída por los trabajadores de invernadero de Extremadura presenta una relación de dependencia, o no, con el sexo de dicha muestra. Las hipótesis de contraste son:

- H0 (nula): la titulación académica oficial de los trabajadores de invernadero es independiente del sexo ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la titulación académica oficial de los trabajadores de invernadero es dependiente del sexo ($\rho < 0,05$).

En este caso (Tabla 131) el valor de chi-cuadrado (X^2) es 17,965 y $\rho = 0,003$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa ($\rho < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: la titulación académica de los trabajadores de invernadero presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de dicha muestra.**

Tabla 131. Test de chi-cuadrado sexo*titulación académica oficial poseída por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,965 (a)	5	0,003
Razón de verosimilitudes	21,351	5	0,001
N de casos válidos	257		

a. 4 casillas (33,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,96.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.3. Hipótesis 1-6: Sexo-Trastorno cutáneo crónico/recurrente de origen laboral

Las alteraciones cutáneas, sean recurrentes o crónicas, suelen ser frecuentes en ámbitos laborales caracterizados por el desempeño de la actividad en lugares de trabajo cerrados o semicerrados, con elevados índices de humedad y temperatura que provocan un exceso de sudoración, posible presencia de restos de plaguicidas, etc. En los invernaderos estudiados, este tipo de patologías presentan una incidencia mínima, del 0,9%, entre los hombres; sin embargo, entre las mujeres el porcentaje se incrementa hasta el 10,5%. Por tanto, los resultados procedentes de la muestra analizada permiten sospechar la existencia de una relación de dependencia entre ambos factores.

Resulta, por tanto, conveniente formular una hipótesis destinada a confirmar o rechazar el argumento precedente; es decir, si la aparición de afecciones dérmicas entre los trabajadores de invernadero de Extremadura presenta una relación de dependencia con el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la aparición de trastornos cutáneos crónicos o recurrentes de origen laboral es independiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la aparición de trastornos cutáneos crónicos o recurrentes de origen laboral es dependiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\rho < 0,05$).

En este caso (Tabla 132), $X^2 = 13,124$ y $\rho < 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\rho < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el padecimiento de trastornos de tipo cutáneo de etiología laboral presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores de los invernaderos.**

Tabla 132. Test de chi-cuadrado sexo*aparición de trastornos de tipo cutáneo en los trabajadores de invernadero de Extremadura.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,124 (b)	1	< 0,001		
Corrección por continuidad (a)	9,246	1	0,002		
Razón de verosimilitudes	8,608	1	0,003		
Estadístico exacto de Fisher				0,005	0,005
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 1 casilla (25,0%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 0,89.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.4. Hipótesis 1-8: Sexo-Relación laboral en la explotación

En una organización dedicada al cultivo en invernadero, como en muchas otras, existen varios tipos de relaciones laborales, sin duda vinculadas a determinadas relaciones de poder, de manera que no es lo mismo ser propietario que asalariado eventual o temporero. En este caso, la hipótesis lanzada tiene por objeto averiguar si dichas relaciones de poder tienen alguna relación con el sexo. Tras el análisis de los resultados expuestos (Figura 269), es evidente la desproporción existente en las relaciones de dominio ligadas al sexo en la población estudiada; así, el 33,3% de los hombres son propietarios, mientras que este porcentaje supone un 5,3% entre las mujeres. Por otra parte, la población femenina es mayoritariamente asalariada: 36,8% fija y 55,3% eventual. Por tanto, más de la mitad de las mujeres se encuentran en una

situación de temporalidad laboral, mientras que un tercio de los hombres son propietarios de la explotación.

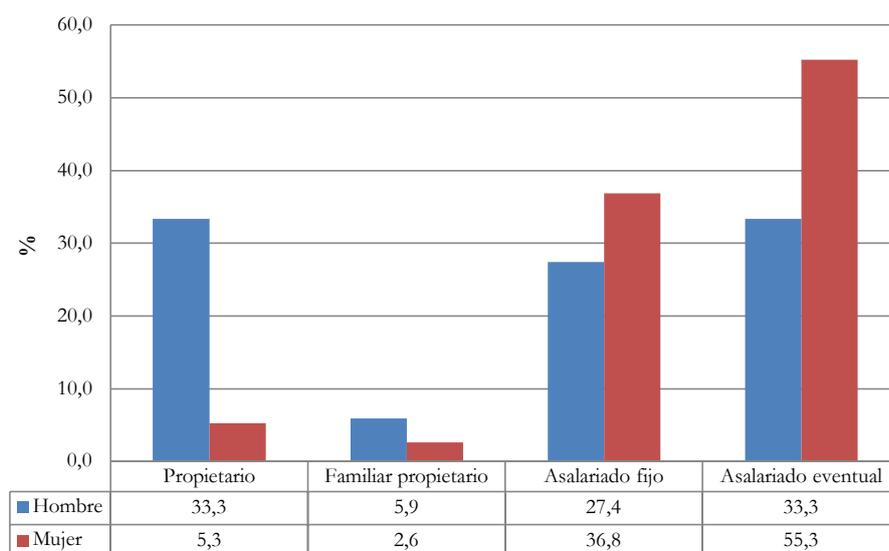


Figura 269. Relación entre el sexo y el tipo de relación laboral en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

En este epígrafe, la hipótesis planteada permitirá dilucidar si el tipo de relación laboral existente en los invernaderos de Extremadura presenta, o no, una vinculación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el tipo de relación laboral es independiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el tipo de relación laboral es dependiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 133), $X^2 = 14,653$ y $p = 0,002$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa ($p < 0,05$), confirmandose la hipótesis **H1: el tipo de relación laboral existente en los invernaderos estudiados muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 133. Test de chi-cuadrado sexo*tipo de relación laboral en los invernaderos de Extremadura.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,653 (a)	3	0,002
Razón de verosimilitudes	18,058	3	< 0,001
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (12,5%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,07.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.5. Hipótesis 1-9: Sexo-Tarea principal desempeñada en el invernadero

A lo largo del presente estudio se ha mencionado el carácter eminentemente masculino del trabajo agrícola. En esta ocasión se desea conocer si el desempeño de una determinada tarea, considerada como actividad laboral principal, presenta alguna conexión con el sexo de quien la realiza. En los invernaderos estudiados, el porcentaje de trabajadores que consideran las labores puramente agrícolas como su desempeño habitual coincide entre hombres y mujeres; sin embargo, se hallan diferencias importantes en trabajos como el de conductor (sólo hombres) y atención al público (sólo mujeres). En las tareas administrativas, técnicas y de mantenimiento domina la mano de obra femenina y entre los almaceneros y encargados la masculina (Figura 270).

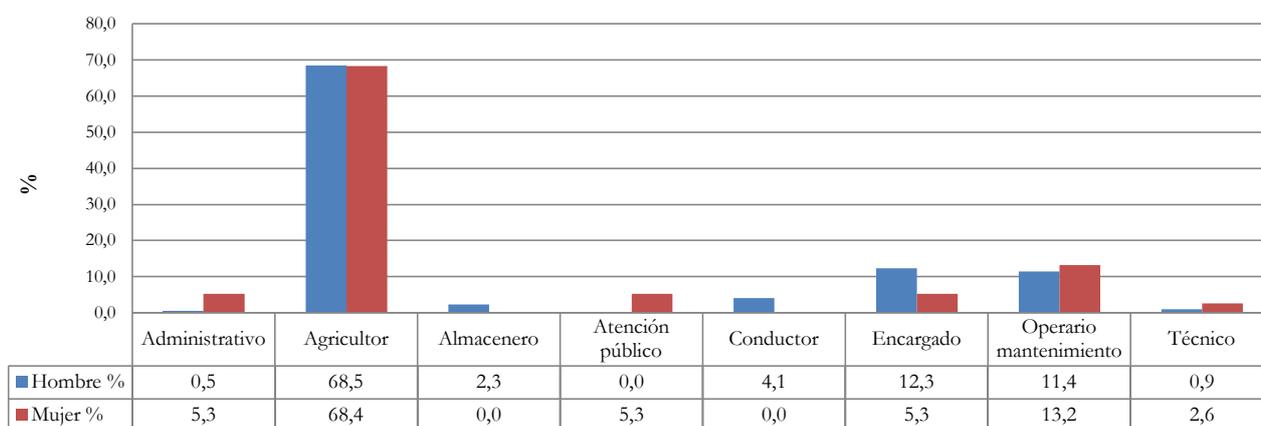


Figura 270. Relación entre el sexo y el puesto de trabajo principal en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Se formula, por tanto, una nueva hipótesis que persigue comprobar si el tipo de tarea, considerada principal, realizada en los invernaderos de Extremadura, presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el tipo de puesto de trabajo, asumido como principal en los invernaderos, es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el tipo de puesto de trabajo, asumido como principal en los invernaderos, es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 134), $X^2 = 22,700$ y $\alpha = 0,002$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el tipo de trabajo principal desempeñado en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 134. Test de chi-cuadrado sexo*tipo de tarea principal desempeñada en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	22,700 (a)	7	0,002
Razón de verosimilitudes	18,729	7	0,009
N de casos válidos	257		

a. 11 casillas (68,8%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 0,30. (Fuente: elaboración propia).

6.1.6.6. Hipótesis 1-10: Sexo-Tareas frecuentes desempeñadas en el invernadero

En el trabajo agrícola en general, y en el de invernadero en particular, se realizan diariamente multitud de tareas, a pesar de que una de ellas sea considerada principal. Por ejemplo, un trabajador puede tener un contrato de peón agrícola pero a su vez asumir la realización de los tratamientos fitosanitarios o la carga de un transporte. En el caso de la muestra analizada, sólo existen dos tipos de tareas frecuentes que parecen presentar ciertas diferencias en función del sexo: la atención al público y la realización de los tratamientos fitosanitarios. La primera de ellas es mayoritariamente femenina (28,9 frente a 8,2%); la segunda es esencialmente masculina (57,5 frente a 13,2%). El resto de actividades habituales muestran resultados similares (Figura 271).

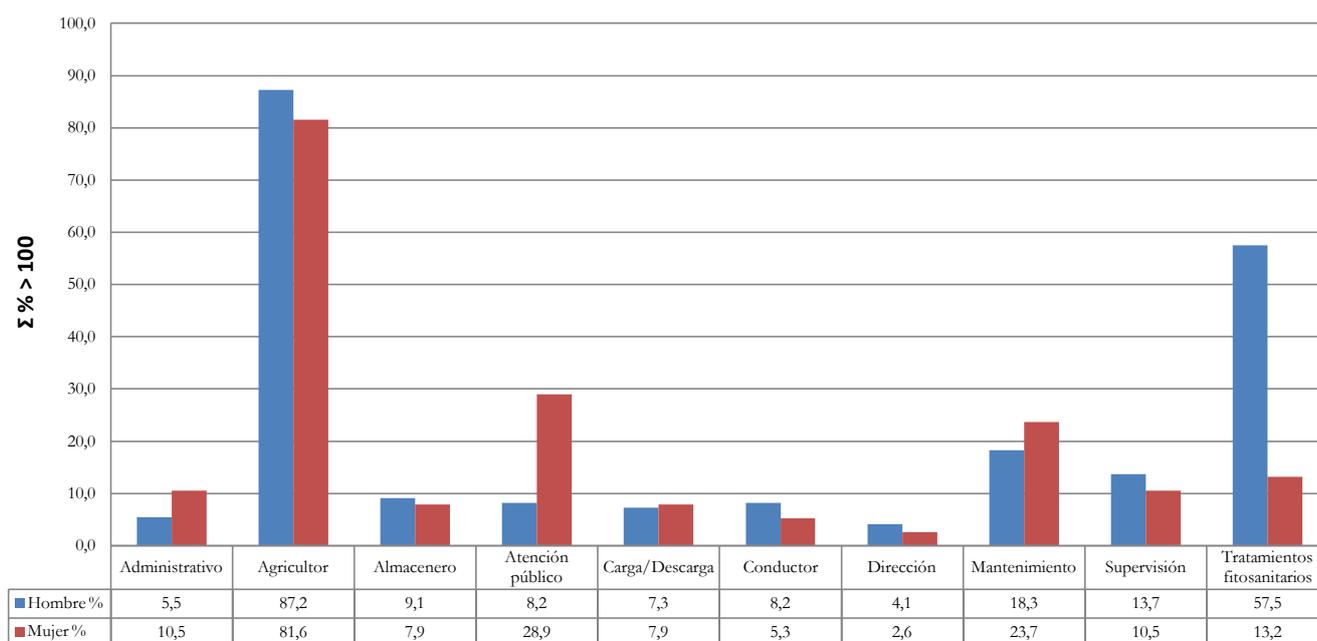


Figura 271. Relación entre el sexo y el tipo de tareas frecuentes que realizan los trabajadores de invernadero. (Fuente: elaboración propia).

Se plantea una hipótesis general que pretende averiguar si el tipo de tareas frecuentes desempeñadas en los invernaderos de Extremadura presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores. Y como hipótesis general es preciso rechazarla porque sólo dos de las diez tareas seleccionadas parecen presentar cierta significación en sus diferencias. Por consiguiente, se formula una nueva hipótesis con el fin de confirmar si existe la mencionada dependencia entre el desempeño de la tarea de atención al público con el sexo de quien lo realiza. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la asunción de la atención al público como tarea frecuente desempeñada en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($q \geq 0,05$).
- H1: la asunción de la atención al público como tarea frecuente desempeñada en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($q < 0,05$).

En este caso (Tabla 135), $X^2 = 13,898$ y $q < 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($q < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el**

trabajo de atención al público considerado como tarea habitual desempeñada en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.

Tabla 135. Test de chi-cuadrado sexo*trabajo de atención al público como tarea habitual realizada en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,898 (b)	1	< 0,001		
Corrección por continuidad (a)	11,904	1	0,001		
Razón de verosimilitudes	10,981	1	0,001		
Estadístico exacto de Fisher				0,001	0,001
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 1 casilla (25,0%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,29. (Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a la realización de los tratamientos fitosanitarios como actividad habitual en los invernaderos, las hipótesis de contraste son:

- H0: la aplicación de los tratamientos fitosanitarios como tarea habitualmente desempeñada en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la aplicación de los tratamientos fitosanitarios como tarea habitualmente desempeñada en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

En este caso (Tabla 136), $X^2 = 25,517$ y $\rho < 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\rho < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el trabajo de aplicación de los tratamientos fitosanitarios, considerado como tarea habitual desempeñada en los invernaderos, muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 136. Test de chi-cuadrado sexo*trabajo de aplicación de los tratamientos fitosanitarios como tarea habitual realizada en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25,517 (b)	1	< 0,001		
Corrección por continuidad (a)	23,772	1	< 0,001		
Razón de verosimilitudes	27,981	1	< 0,001		
Estadístico exacto de Fisher				< 0,001	< 0,001
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 18,6. (Fuente: elaboración propia).

6.1.6.7. Hipótesis 1-11: Sexo-Antigüedad en la explotación

Al ser el trabajo agrícola una actividad tradicionalmente masculina, es factible que en el grupo de los trabajadores veteranos el porcentaje de hombres sea elevado. Así sucede en los tres últimos grupos (Figura 272), sobre todo en el de más de 20 años de antigüedad, en el que se sitúa el 24,7% de los hombres y sólo

el 2,6% de las mujeres. Ellas dominan notablemente las franjas de 1-6 meses, 6-12 meses y 3-5 años. Todos los trabajadores cuya antigüedad es menor de 1 mes son hombres (4,1%). Por consiguiente, parece existir una relación de dependencia entre ambos factores.

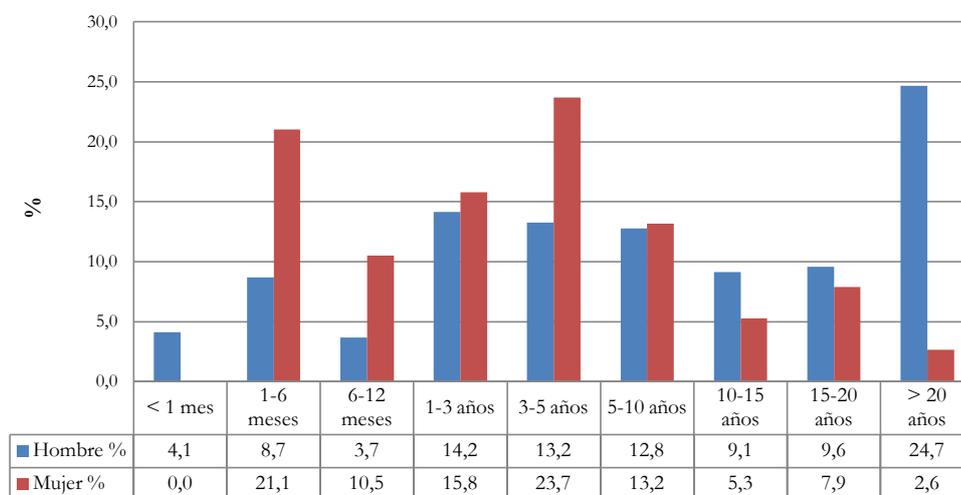


Figura 272. Relación entre el sexo y la antigüedad de los trabajadores en la misma explotación.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis planteada tiene por objeto determinar si la antigüedad del trabajador en la actual explotación presenta una relación de dependencia significativa con el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la antigüedad del trabajador en su actual explotación es independiente del sexo ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la antigüedad del trabajador en su actual explotación es dependiente del sexo ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 137), como la antigüedad o variable de contraste es de tipo ordinal, se aplica el test U de Mann-Whitney, específico para pruebas no paramétricas (no presentan una distribución normal), de manera que $U = 2.792,000$ y $\alpha = 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: la antigüedad en la actual explotación presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 137. Test U de Mann-Whitney sexo*antigüedad del trabajador de invernadero en su actual explotación.

	Valor
U de Mann-Whitney	2.792,000
W de Wilcoxon	3.533,000
Z	-3,271
Sig. asintótica (bilateral)	0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.8. Hipótesis 1-15: Sexo-Tamaño de la plantilla en temporada alta

Los invernaderos extremeños poseen, con la salvedad de las grandes instalaciones que emplean mucha mano de obra, plantillas muy reducidas debido a su carácter esencialmente familiar, cuya producción es vendida a las cooperativas de la zona. Al ser el trabajo femenino mayoritariamente eventual, cabe pensar

que las mujeres desarrollen su actividad en instalaciones de mayor tamaño y con plantillas más numerosas. Por tanto, puede establecerse una nueva hipótesis que consista en comprobar si el sexo del trabajador está relacionado con el tamaño de la explotación. Los resultados obtenidos (Figura 273) muestran importantes diferencias, pues mientras los hombres trabajan fundamentalmente en instalaciones pequeñas (de 1 a 5 trabajadores: 58,9%), las mujeres lo hacen en empresas medianas (6-9 trabajadores: 26,3%) o grandes (más de 50 trabajadores: 23,7%).

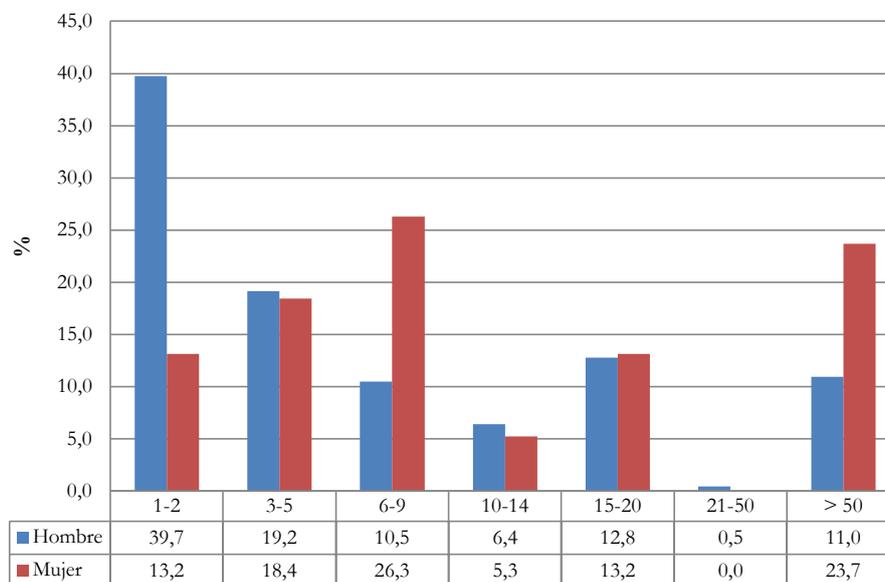


Figura 273. Relación entre el sexo y el tamaño de la plantilla en los invernaderos de Extremadura. (Fuente: elaboración propia).

Por consiguiente, la hipótesis planteada se basa en establecer si existe una relación de dependencia significativa entre el tamaño de la plantilla de los invernaderos de Extremadura y el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el tamaño de la plantilla en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el tamaño de la plantilla en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Tras efectuar la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 138), se obtiene que $U = 2.862,500$ y $\alpha = 0,002$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el tamaño de la plantilla en los invernaderos de Extremadura muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 138. Test U de Mann-Whitney sexo*tamaño de la plantilla en los invernaderos de Extremadura.

	Valor
U de Mann-Whitney	2.862,500
W de Wilcoxon	26.952,500
Z	-3,165
Sig. asintótica (bilateral)	0,002

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.9. Hipótesis 1-24: Sexo-Vigilancia de la salud

La práctica de la vigilancia de la salud (VS) y su correcta periodicidad presentan una relación directa al tamaño de las organizaciones. Como resultado del hecho demostrado de que las mujeres trabajan en instalaciones de mayor tamaño, es posible colegir que ellas se beneficiarán en mayor medida de una adecuada VS. En los invernaderos analizados, el porcentaje de mujeres que reciben VS es muy superior al de los hombres (65,8% frente a 42,5%).

Por otra parte, la periodicidad legal en la aplicación de este derecho del trabajador y obligación empresarial es superior también entre la mano de obra femenina, e igualmente en el caso de que la VS se practique con una frecuencia menor (Figura 274).

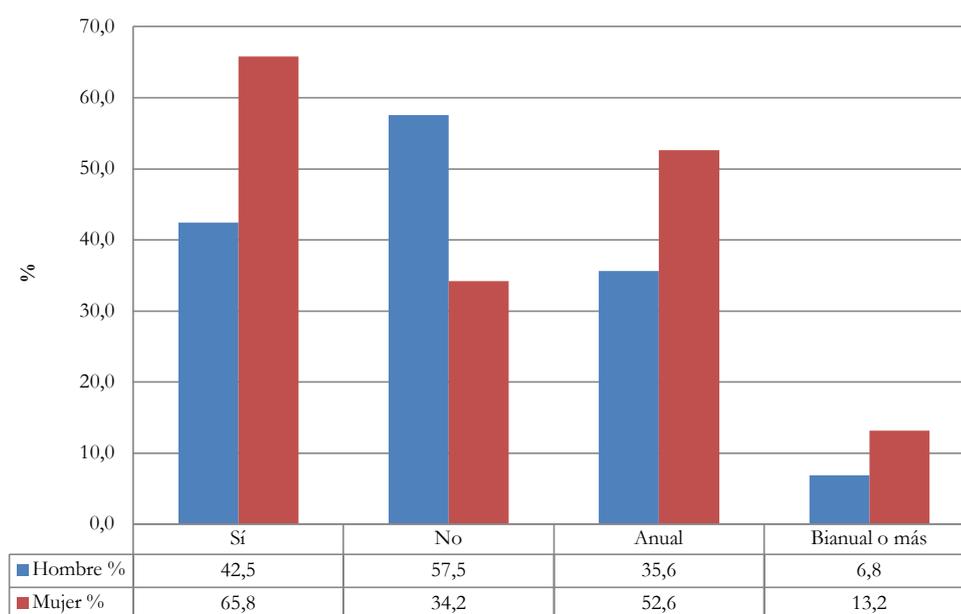


Figura 274. Relación entre el sexo y la práctica y periodicidad de la vigilancia de la salud en los invernaderos. (Fuente: elaboración propia).

En primer lugar se formula la hipótesis de si existe una relación de dependencia entre la práctica obligatoria de la VS y el sexo del trabajador.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 139), $X^2 = 7,093$ y $\alpha = 0,008$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 139. Test de chi-cuadrado sexo*práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,093 (b)	1	0,008		
Corrección por continuidad (a)	6,185	1	0,013		
Razón de verosimilitudes	7,129	1	0,008		
Estadístico exacto de Fisher				0,008	0,006
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 17,5.

(Fuente: elaboración propia).

En segundo lugar se formula la hipótesis de si existe una relación de dependencia significativa entre la periodicidad en la práctica de la VS (anual o con una frecuencia menor) y el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la periodicidad de la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la periodicidad de la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

En este caso (Tabla 140), $X^2 = 7,371$ y $\rho = 0,025$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\rho < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: la periodicidad en la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 140. Test de chi-cuadrado sexo*periodicidad de la práctica de la vigilancia de la salud en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,371 (a)	2	0,025		
Razón de verosimilitudes	7,332	2	0,026		
N de casos válidos	257				

a. 1 casilla (16,7%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,96.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.10. Hipótesis 1-33: Sexo-Posturas habituales de trabajo

En algunas tareas, como atención al público y aplicación de los tratamientos fitosanitarios, se ha corroborado la existencia de diferencias significativas en función del sexo del trabajador. Como consecuencia de ello, cabe pensar que en algunas de las posturas habituales de trabajo se repita esta situación. Así, en los invernaderos estudiados, sólo una de las siete posturas habituales de trabajo ofrecidas a los encuestados, en concreto la posición de pie estático (permanecer mucho tiempo en pie sin apenas moverse) es mayoritaria en mujeres (39,5% frente a 22,4%); en el resto de posturas habituales, el porcentaje masculino es superior (Figura 275).

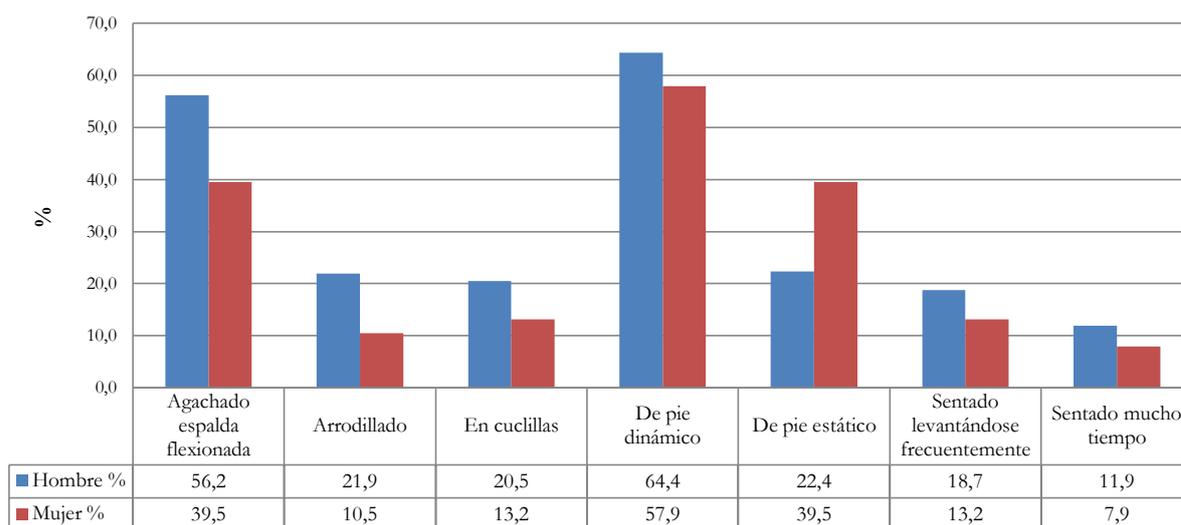


Figura 275. Relación entre el sexo y las posturas habituales de trabajo en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Tras realizar la prueba de chi-cuadrado para determinar si las posturas habituales de trabajo presentan una relación de dependencia significativa con el sexo, sólo se ha encontrado una, la ya mencionada de pie estático, en la que existe esa relación específica. Por consiguiente, como hipótesis general, es preciso rechazar la idea de una correlación entre las posturas habituales de trabajo y el sexo, salvo en el caso concreto citado, en el que las hipótesis de contraste son:

- H0: el mantenimiento de la postura de pie estático, como habitual en los trabajos realizados en los invernaderos, es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el mantenimiento de la postura de pie estático, como habitual en los trabajos realizados en los invernaderos, es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 141), $X^2 = 5,063$ y $\alpha = 0,024$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el mantenimiento de la postura de pie estático, como habitual en los trabajos efectuados en los invernaderos, muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 141. Test de chi-cuadrado sexo*postura de pie estático, como posición habitual de trabajo en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,063 (b)	1	0,024		
Corrección por continuidad (a)	4,190	1	0,041		
Razón de verosimilitudes	4,664	1	0,031		
Estadístico exacto de Fisher				0,04	0,023
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 9,46.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.11. Hipótesis 1-34: Sexo-Manipulación manual de cargas pesadas

Los resultados sobre la frecuencia de manipulación manual de cargas pesadas han sido recopilados a través de una pregunta confeccionada con la Escala de Likert.

Se perciben importantes diferencias entre los trabajadores de invernadero; así, el porcentaje de mujeres que nunca efectúa MMQP es de 42,1%, frente a 16,0% de hombres; en el otro extremo, se observa que un 11,9% de la mano de obra masculina realiza siempre MMQP, por un 5,3% de la femenina. En todos los valores de la escala existen diferencias de entidad (Figura 276).

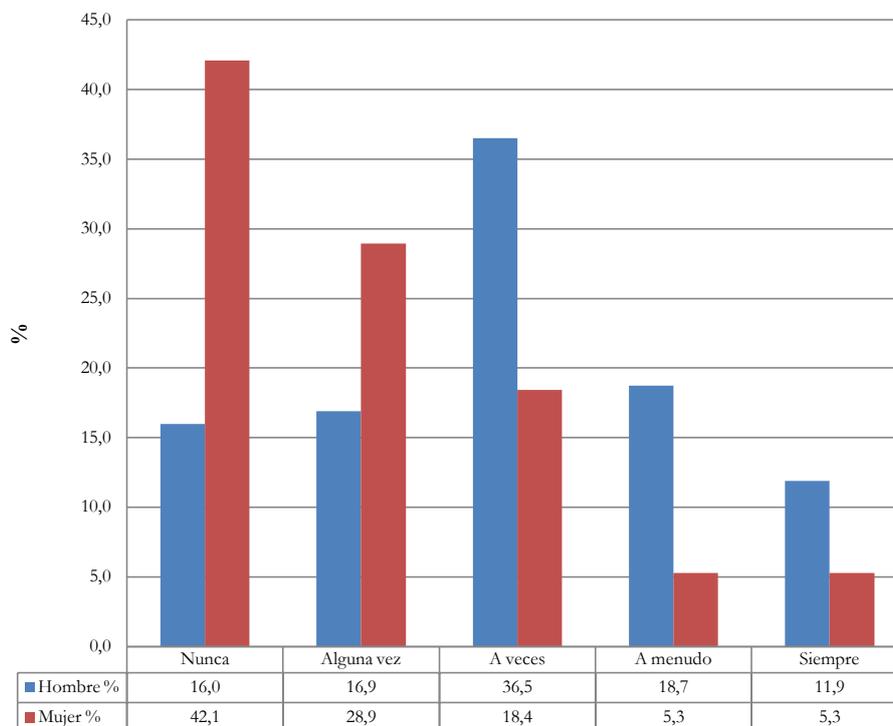


Figura 276. Relación entre el sexo y la frecuencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos. (Fuente: elaboración propia).

La hipótesis que se plantea en esta ocasión tiene como objetivo averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la frecuencia de MMQP y el sexo de los trabajadores.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia de MMQP en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia de MMQP en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 142), tras aplicar la prueba de chi-cuadrado, $X^2 = 21,595$ y $\alpha < 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: la frecuencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 142. Test de chi-cuadrado sexo*frecuencia de manipulación manual de cargas pesadas en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,595 (a)	4	< 0,001
Razón de verosimilitudes	20,944	4	< 0,001
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (10,0%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,14.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.12. Hipótesis 1-35: Sexo-Exigencias físicas del trabajo

Se ha mencionado que en los invernaderos existen muchos tipos de tareas, cada una de ellas con su carga física; por otra parte, los hombres y mujeres tienen diferente constitución. Por tanto, cabe pensar que pueda existir cierta disparidad de criterios a la hora de evaluar el nivel de las exigencias físicas requeridas por el trabajo según sea el sexo del encuestado. En efecto, en todas las opciones de la escala existen diferencias importantes de opinión, a excepción de la calificación como moderado del nivel demandado de exigencia física, en el que los porcentajes de ambos sexos son similares, sólo separados por 0,6 puntos. En los requerimientos mínimo y bajo predomina el criterio de la mano de obra femenina y viceversa (Figura 277).

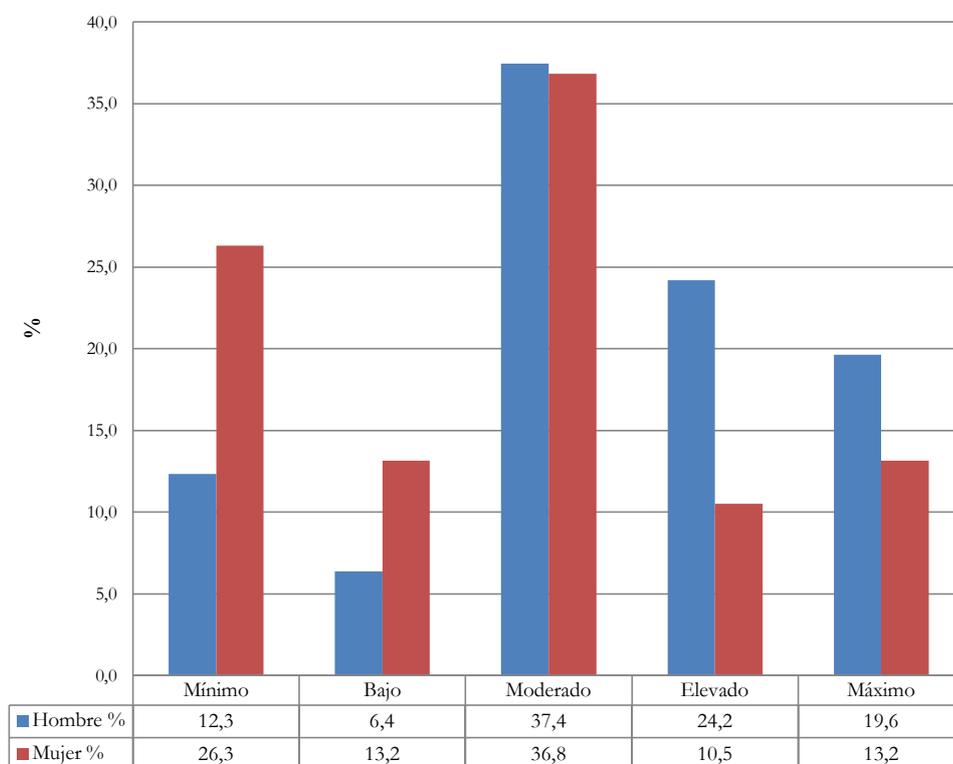


Figura 277. Relación entre el sexo y el nivel de exigencia física requerida en los trabajos de invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis propuesta en esta ocasión tiene como objetivo dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre el nivel de exigencia física requerida por el trabajo y el sexo.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: el nivel de exigencia física requerida por el trabajo de invernadero es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: el nivel de exigencia física requerida por el trabajo de invernadero es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

Tras efectuar la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 143), se obtiene que $U = 3.038,500$ y $\rho = 0,006$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\rho < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el nivel de exigencia física que requiere el trabajo de invernadero presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 143. Test U de Mann-Whitney sexo*nivel de exigencia física requerida por el trabajo de invernadero.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.038,500
W de Wilcoxon	3.779,500
Z	-2,756
Sig. asintótica (bilateral)	0,006

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.13. Hipótesis 1-36: Sexo-Nivel de agotamiento físico tras la jornada laboral

El grado de dureza del trabajo en el interior del invernadero puede ser valorado mediante el estudio de la frecuencia de aparición de síntomas de agotamiento físico al final de la jornada laboral.

En la muestra analizada se observan diferencias y similitudes en este aspecto en función del sexo. Así, aunque los porcentajes parciales están muy igualados entre los trabajadores que manifiestan que nunca se sienten cansados tras la jornada (8,7% entre los hombres y 7,9% en las mujeres), estos mismos se muestran bastante distintos ante las opciones moderadas (alguna vez y a veces), ya que en estos casos la mano de obra femenina es superior, proporcionalmente, a la masculina. Por el contrario, las opciones menos favorables son mayoritariamente señaladas por los hombres (Figura 278). El cansancio físico constante de la población masculina es, proporcionalmente, casi el doble que el de la femenina: la opción más perjudicial es la elegida de forma mayoritaria por los hombres (siempre, 32,9%), mientras que la más votada por las mujeres es la intermedia (a veces, 44,7%).

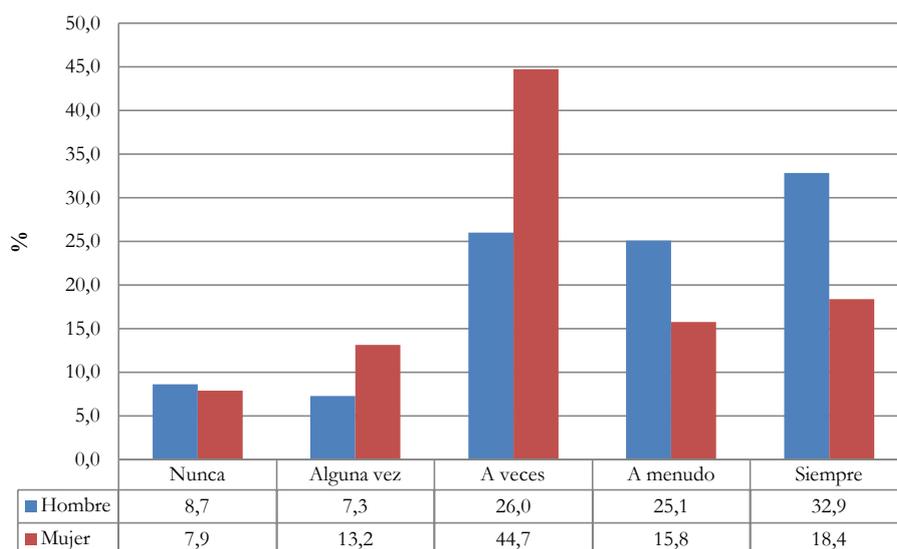


Figura 278. Relación entre el sexo y el nivel de agotamiento físico tras la jornada laboral en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

En este caso, la hipótesis planteada tiene por objeto averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre el nivel de agotamiento físico tras una jornada de trabajo y el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el nivel de agotamiento físico tras una jornada laboral es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el nivel de agotamiento físico tras una jornada laboral es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Tras efectuar la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 144), se obtiene que $U = 3.241,000$ y $\alpha = 0,024$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el nivel de cansancio o agotamiento físico tras una jornada de trabajo en el invernadero muestra una relación de dependencia significativa con el sexo.**

Tabla 144. Test U de Mann-Whitney sexo*nivel de agotamiento físico tras una jornada de trabajo en los invernaderos.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.241,000
W de Wilcoxon	3.982,000
Z	-2,252
Sig. asintótica (bilateral)	0,024

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.14. Hipótesis 1-39: Sexo-Riesgos presentes en el trabajo

La hipótesis planteada en esta ocasión persigue averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre el sexo y la percepción de los riesgos presentes en el trabajo. En un invernadero existen

innumerables riesgos, pero no todos son percibidos como tal por los trabajadores. Se penetra, por tanto, en el terreno de la subjetividad. Los resultados porcentuales obtenidos no parecen ser, salvo alguna excepción, muy distintos entre hombres y mujeres (Figura 279). La hipótesis diseñada, en el presente caso, consiste en establecer si existe una relación de dependencia significativa entre el sexo y la percepción de los riesgos de trabajo presentes en los invernaderos; es decir, si esa subjetividad está relacionada con el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el sexo de los trabajadores es independiente de la percepción de los riesgos presentes en el invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el sexo de los trabajadores es dependiente de la percepción de los riesgos presentes en el invernadero ($\alpha < 0,05$).

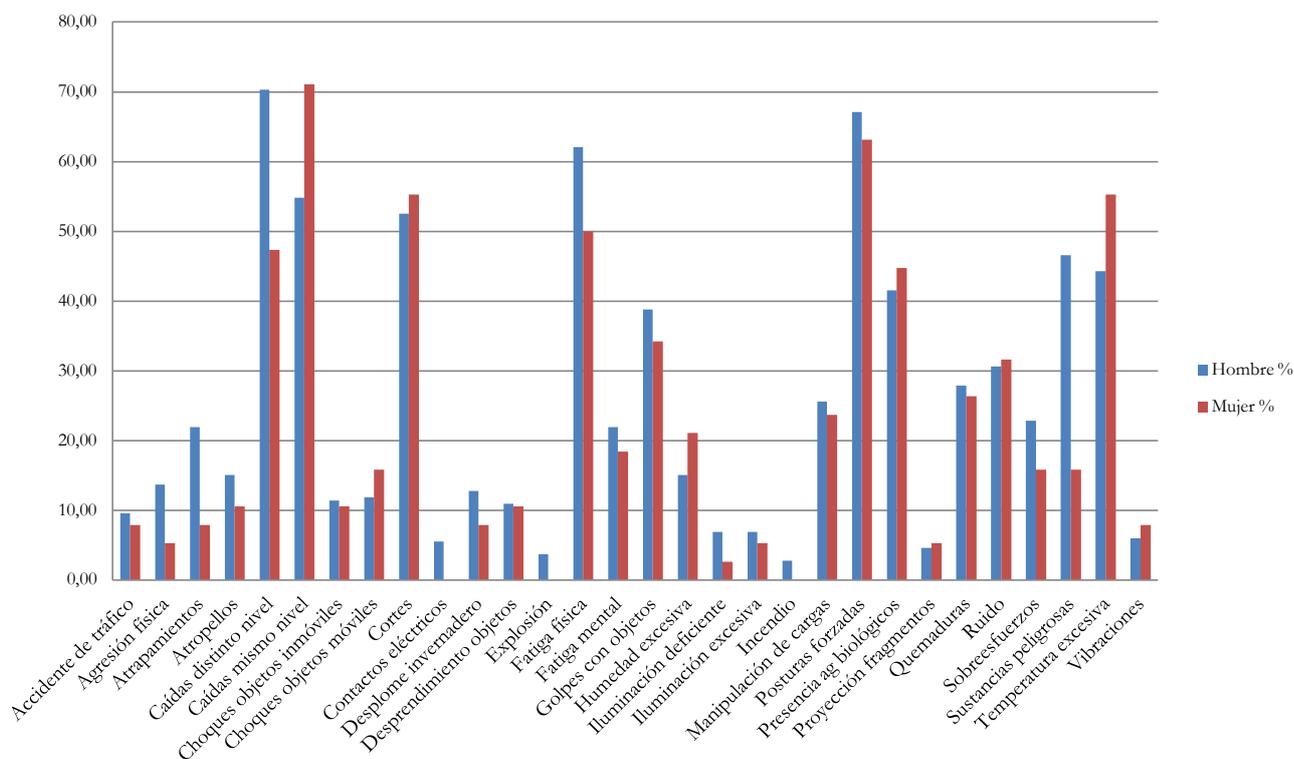


Figura 279. Relación entre el sexo y la percepción de los riesgos laborales presentes en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Si se comparan los resultados recogidos en Extremadura con los procedentes del conjunto del Estado, se observan importantes diferencias y algunas similitudes (Tabla 145).

Tabla 145. Comparación de los resultados procedentes de los invernaderos extremeños y de los trabajadores autónomos del sector agropecuario nacional [1069] en relación a la percepción de los riesgos presentes en el trabajo.

Tipo de riesgo	Extremadura Hombres %	España Hombres %	Extremadura Mujeres %	España Mujeres %
Accidente de tráfico	9,6	3,5	7,9	0,7
Agresión física	13,7	0,8	5,3	0,9

Tipo de riesgo	Extremadura Hombres %	España Hombres %	Extremadura Mujeres %	España Mujeres %
Atrapamientos máquinas	21,9	11,8	7,9	17,7
Atropellos	15,1		10,5	
Caídas distinto nivel	70,3	20,8	47,4	18,8
Caídas mismo nivel	54,8	32,8	71,1	56,5
Choques objetos inmóviles	11,4		10,5	
Choques objetos móviles	11,9		15,8	
Contactos eléctricos	5,5	0,3	0,0	0,2
Cortes	52,5	34,9	55,3	34,4
Desplome invernadero	12,8	0,5	7,9	0,5
Desprendimiento objetos	11,0	5,1	10,5	0,9
Explosión	3,7	0,1	0,0	0,0
Fatiga física	62,1		50,0	
Fatiga mental	21,9		18,4	
Golpes con objetos	38,8	44,5	34,2	49,8
Humedad excesiva	15,1		21,1	
Iluminación deficiente	6,9		2,6	
Iluminación excesiva	6,9		5,3	
Incendio	2,7	0,7	0,0	0,0
MMQP	25,6		23,7	
Posturas forzadas	67,1		63,2	
Presencia agentes biológicos	41,6	31,0	44,7	38,8
Proyección fragmentos	4,6	5,6	5,3	0,7
Quemaduras	27,9	1,0	26,3	0,7
Ruido	30,6		31,6	
Sobreesfuerzos	22,8		15,8	
Sustancias peligrosas	46,6	3,5	15,8	0,5
Temperatura excesiva	44,3		55,3	
Vibraciones	5,9		7,9	

Tipo de riesgo	Extremadura Hombres %	España Hombres %	Extremadura Mujeres %	España Mujeres %
MMQP + Sobreesfuerzos	48,4	13,6	39,5	12,8

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Una vez efectuada la prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 146), se observa que en todos los riesgos mencionados, a excepción de dos, no existe una relación de dependencia significativa entre la percepción del sujeto hacia los riesgos a los que se encuentra expuesto y el sexo; por tanto, y a tenor de los resultados obtenidos, **no se puede validar la hipótesis H1. Sólo la percepción de los riesgos de atrapamientos en máquinas** ($X^2 = 4,003$; $\rho = 0,045$) y, sobre todo, **la presencia de sustancias químicas peligrosas** ($X^2 = 12,597$; $\rho < 0,001$) **presentan una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 146. Test de chi-cuadrado sexo*percepción de los riesgos laborales presentes en los invernaderos de Extremadura.

Tipo de riesgo	Chi-cuadrado	Valor de ρ
Accidente de tráfico	0,110	0,740
Agresión física	2,114	0,146
Atrapamientos máquinas	4,003	0,045
Atropellos	0,542	0,462
Caídas distinto nivel	2,692	0,101
Caídas mismo nivel	3,496	0,062
Choques objetos inmóviles	0,026	0,873
Choques objetos móviles	0,456	0,500
Contactos eléctricos	2,184	0,139
Cortes	0,098	0,754
Desplome invernadero	0,730	0,393
Desprendimiento objetos	0,006	0,937
Explosión	1,433	0,231
Fatiga física	1,981	0,159
Fatiga mental	0,235	0,628
Golpes con objetos	0,291	0,590
Humedad excesiva	0,865	0,352
Iluminación deficiente	0,987	0,321
Iluminación excesiva	0,132	0,716

Tipo de riesgo	Chi-cuadrado	Valor de ρ
Incendio	1,618	0,203
Manipulación manual de cargas	0,061	0,805
Posturas forzadas	0,229	0,633
Presencia agentes biológicos	0,135	0,714
Proyección fragmentos	0,035	0,851
Quemaduras	0,038	0,845
Ruido	0,015	0,903
Sobreesfuerzos	0,942	0,332
Sustancias peligrosas	12,597	< 0,001
Temperatura excesiva	1,569	0,210
Vibraciones	0,213	0,645

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.15. Hipótesis 1-40: Sexo-Posibles causas de accidentes de trabajo

En idéntico ámbito laboral, un individuo puede percibir una condición de trabajo como riesgo o como potencial causa de un accidente de trabajo, y otro no; es decir, en esta cuestión existe también un componente subjetivo, de manera que tareas muy entrenadas y, aparentemente dominadas pueden no ser vistas como riesgo o, al menos, con capacidad suficiente para causar accidentes de trabajo.

La hipótesis lanzada en este epígrafe pretende dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre el sexo del trabajador y esta percepción subjetiva. En general, y salvo dos excepciones, los resultados obtenidos (Figura 280) descartan esta conexión.

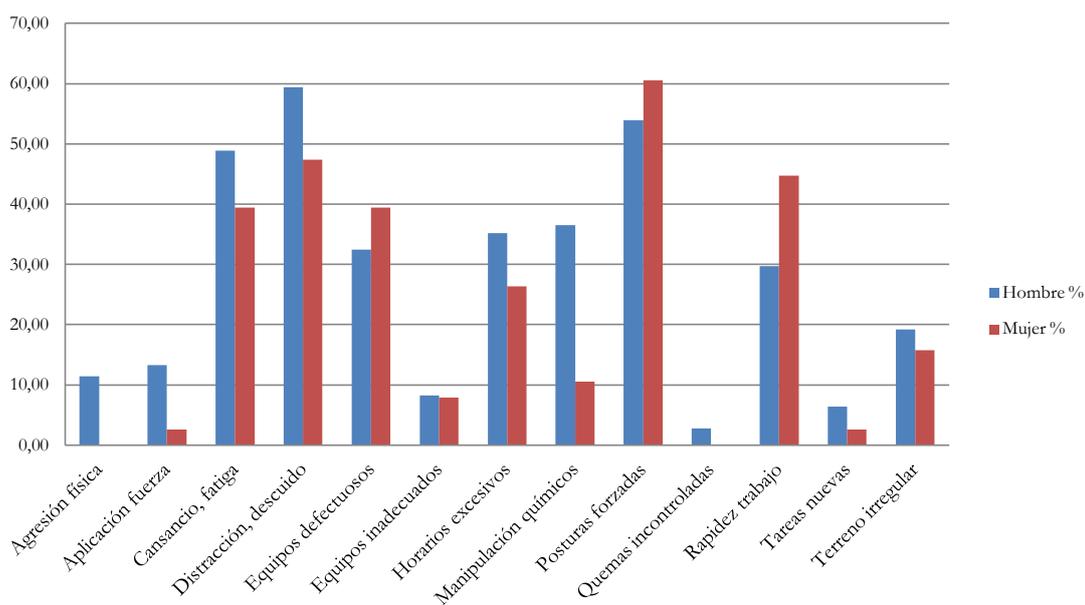


Figura 280. Relación entre el sexo y la percepción de las posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

Si se comparan los resultados recogidos en Extremadura con los procedentes de la ENCTSA [1069], se observan importantes diferencias y algunas similitudes (Tabla 147).

Tabla 147. Comparación de los resultados procedentes de los invernaderos extremeños y de los trabajadores autónomos del sector agropecuario nacional [1069] en relación a las posibles causas de accidentes de trabajo.

Posible causa de AT	Extremadura Hombres %	España Hombres %	Extremadura Mujeres %	España Mujeres %
Agresión física	11,4		0,0	
Aplicación fuerza	13,2		2,6	
Cansancio, fatiga	48,9	12,0	39,5	13,0
Distracción, descuido	59,4	60,9	47,4	69,2
Equipos defectuosos	32,4	2,4	39,5	0,8
Equipos inadecuados	8,2	3,0	7,9	0,3
Horarios excesivos	35,2	13,3	26,3	16,7
Manipulación sustancias químicas	36,5	2,4	10,5	0,3
Posturas forzadas	53,9	10,1	60,5	8,9
Quemas incontroladas	2,7	0,1	0,0	0,6
Rapidez trabajo	29,7	16,6	44,7	19,4
Tareas nuevas	6,4	3,0	2,6	3,1

Possible cause of AT	Extremadura Hombres %	España Hombres %	Extremadura Mujeres %	España Mujeres %
Terreno irregular	19,2	17,3	15,8	24,2

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

Así pues, el diseño de la hipótesis se fundamenta en averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la percepción, por los trabajadores, de aquellas condiciones de trabajo con entidad suficiente para provocar accidentes en los invernaderos y el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la percepción de las posibles causas de accidentes de trabajo en el invernadero es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la percepción de las posibles causas de accidentes de trabajo en el invernadero es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

Tras someter los resultados a la prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 148), se observa que en todas las posibles causas con capacidad para generar accidentes de trabajo, a excepción de dos, la percepción del sujeto no depende del sexo; por tanto, y a tenor de los resultados obtenidos, **no se puede validar la hipótesis H1. Sólo la agresión física** ($X^2 = 4,805$; $\rho = 0,028$) y, sobre todo, **la manipulación de sustancias químicas peligrosas** ($X^2 = 9,952$; $\rho = 0,002$) **presentan una relación de dependencia significativa con el sexo del trabajador.**

Tabla 148. Test de chi-cuadrado sexo*percepción de las posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos de Extremadura.

Possible cause of AT	Chi-cuadrado	Valor de ρ
Agresión física	4,805	0,028
Aplicación de fuerza	3,536	0,060
Cansancio, fatiga	1,144	0,285
Distracción, descuido	1,907	0,167
Equipos defectuosos	0,724	0,395
Equipos inadecuados	0,005	0,946
Horarios excesivos	1,131	0,288
Manipulación sustancias químicas	9,952	0,002
Posturas forzadas	0,745	0,388
Quemas incontroladas	1,066	0,302
Rapidez trabajo	3,379	0,066
Tareas nuevas	0,833	0,361
Terreno irregular	0,245	0,621

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.16. Hipótesis 1-41: Sexo-Molestias musculares o articulares de origen laboral

Una actividad física moderada o intensa en el trabajo puede generar TME en cualquier región anatómica. En los invernaderos de Extremadura, el 46,1% de los hombres reconoce padecer o haber padecido trastornos musculares o articulares debidos a las condiciones de trabajo; este porcentaje se reduce a un 39,5% entre las mujeres (Figura 281). En este aspecto, **las cifras por sexos no presentan diferencias significativas** ($X^2 = 0,577$ y $p = 0,447$). Por lo que respecta a las zonas corporales afectadas, salvo en el caso del miembro superior, las diferencias existentes entre mujeres y hombres no parecen alcanzar cotas llamativas.

No todos los porcentajes obtenidos son similares a los procedentes de la ENCTSA para trabajadores autónomos de dicho sector. Así, a nivel nacional, el 75,2% de los hombres encuestados afirma haber sufrido molestias osteomusculares de origen laboral; en las mujeres este valor es del 82,6%. Por regiones anatómicas, el tanto por ciento de los trabajadores que padecen o han padecido TME en nuca/cuello es 16,1% en los hombres y 29,8% en mujeres (similares a los del presente estudio); en el hombro, los porcentajes respectivos son 10,3 y 15,6%; en la espalda las cifras se incrementan a 52,6 y 52,3%, respectivamente; los valores correspondientes al miembro superior son 16,6 y 21,4% y, por último, los del miembro inferior son 27,0 y 34,5% [1069].

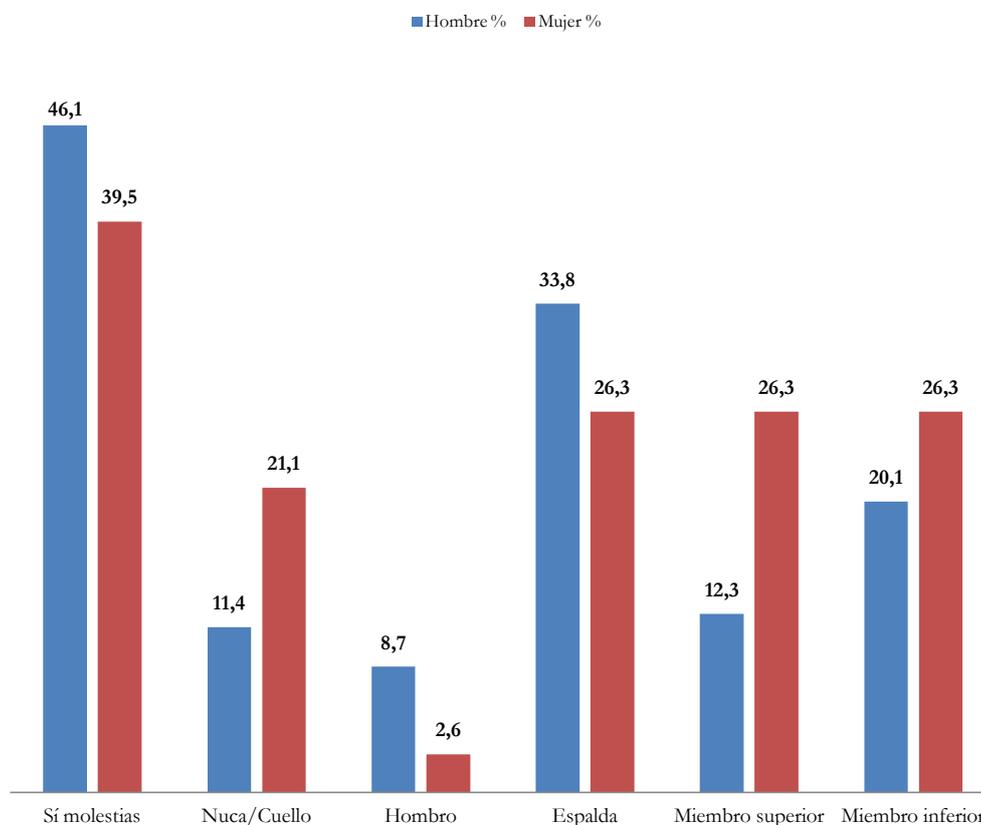


Figura 281. Relación entre el sexo y la presencia de trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral en los trabajadores de invernadero de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

En este caso, la hipótesis de trabajo tiene como objetivo prioritario dilucidar, en primer lugar, si existe una relación de dependencia significativa entre la presencia de TME de origen laboral y el sexo del trabajador y, en segundo lugar, si existe una relación significativa con la zona corporal afectada por dichos trastornos.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la presencia de TME de origen laboral, así como las áreas corporales afectadas por dichas molestias son independientes, cada una de ellas, del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la presencia de TME de origen laboral, así como las áreas corporales afectadas por dichas molestias son dependientes, cada una de ellas, del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Una vez efectuada la prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 149), se observa, en primera instancia, que la existencia de TME entre los trabajadores no presenta una relación de dependencia significativa con respecto al sexo.

En segundo lugar, y por lo que se refiere a las zonas del cuerpo afectadas, esta relación de dependencia significativa con el sexo sólo se manifiesta en el miembro superior ($X^2 = 5,140$; $\alpha = 0,023$); por tanto, y tras analizar los resultados obtenidos, **no se puede validar la hipótesis H1, salvo en el caso citado del miembro superior, de manera que para esta región anatómica sí existe una relación de dependencia significativa con el sexo del trabajador.**

Tabla 149. Test de chi-cuadrado sexo*presencia de TME de origen laboral y zonas corporales afectadas en los trabajadores de invernadero de Extremadura.

Zona corporal afectada	Hombre %	Mujer %	Chi-cuadrado	Valor de α
Presencia de TME	46,1	39,5	0,577	0,447
Nuca/Cuello	11,4	21,1	2,687	0,101
Hombro	8,7	2,6	1,648	0,199
Espalda	33,8	26,3	0,822	0,365
Miembro superior	12,3	26,3	5,140	0,023
Miembro inferior	20,1	26,3	0,756	0,385

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.17. Hipótesis 1-43: Sexo-Satisfacción con la temperatura de trabajo

Mucha tinta se ha vertido sobre la diferente tolerancia entre sexos con una temperatura adecuada, y que satisfaga a todos, en el lugar de trabajo. La oportunidad de plantear una hipótesis que aborde este asunto en los invernaderos resulta sumamente atractiva. El hecho constatado, en este caso, es que los niveles de satisfacción entre ambos sexos no difieren significativamente (Figura 282).

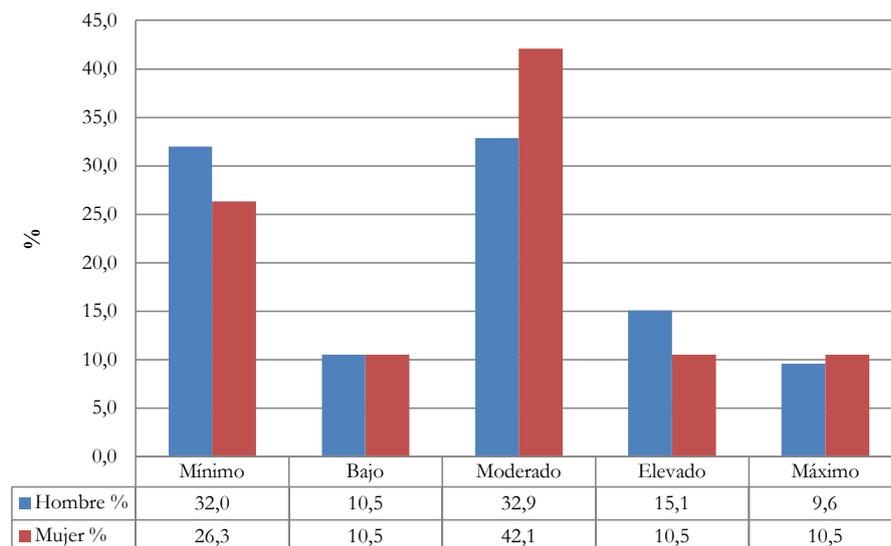


Figura 282. Relación entre el sexo y el grado de satisfacción con la temperatura de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis planteada, por tanto, persigue averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre el grado de satisfacción con la temperatura de trabajo propia de los invernaderos y el sexo de los sujetos que conforman la muestra poblacional. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el grado de satisfacción con la temperatura de trabajo en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el grado de satisfacción con la temperatura de trabajo en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Tras efectuar la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 150), se obtiene que $U = 4.022,000$ y $\alpha = 0,733$, valores que permiten afirmar que **el grado de satisfacción con la temperatura de trabajo no presenta una relación de dependencia significativa con el sexo**; por tanto, **no se puede validar la hipótesis H1**.

Tabla 150. Test U de Mann-Whitney sexo*grado de satisfacción con la temperatura de trabajo entre los trabajadores de invernadero de Extremadura.

	Valor
U de Mann-Whitney	4.022,000
W de Wilcoxon	4.763,000
Z	-0,342
Sig. asintótica (bilateral)	0,733

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.18. Hipótesis 1-44: Sexo-Percepción sobre el ambiente térmico del invernadero

Con el fin de profundizar en la relación entre el sexo y la percepción térmica, se requirió a los trabajadores que expresaran su opinión sobre el ambiente interior del invernadero en verano e invierno. Los valores obtenidos indican la existencia de un consenso general entre sexos para esta cuestión (Figura

283), a excepción de la opinión sobre la circunstancia de que en invierno haga calor, ya que un 4,1% de los hombres está de acuerdo con esta afirmación frente a un 13,2% de las mujeres.

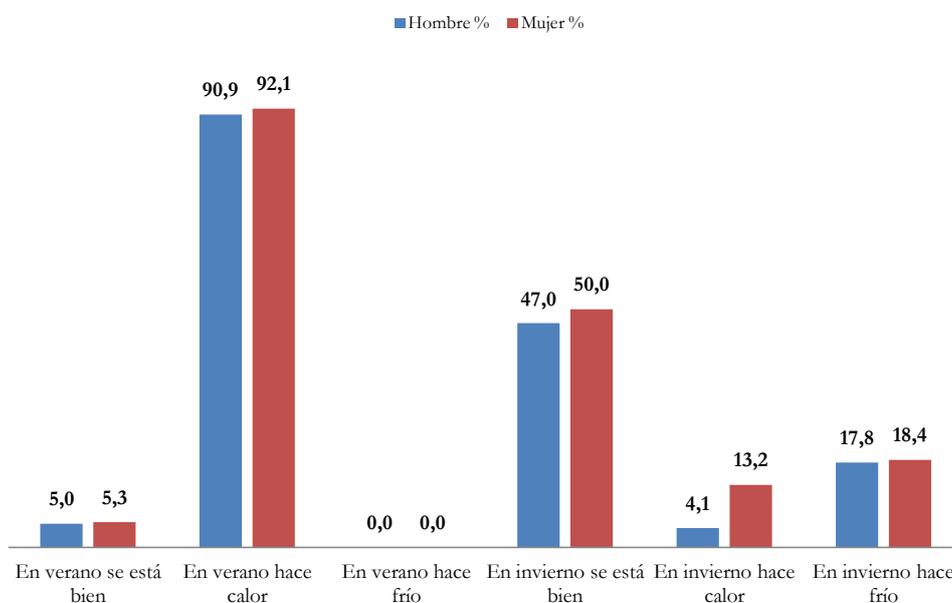


Figura 283. Relación entre el sexo y la percepción térmica estacional del ambiente interior en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Si se comparan los resultados obtenidos en el presente estudio con los procedentes de la ENCTSA [1069] (Tabla 151), se observan algunas diferencias y varias similitudes.

Tabla 151. Comparación de los resultados procedentes de los invernaderos extremeños y de los trabajadores autónomos del sector agropecuario nacional [1069] en relación a la percepción térmica estacional.

Percepción térmica estacional	Extremadura Hombres %	España Hombres %	Extremadura Mujeres %	España Mujeres %
En verano se está bien	5,0	40,4	5,3	21,3
En verano hace calor	90,9	58,6	92,1	78,7
En verano hace frío	0,0	1,0	0,0	0,0
En invierno se está bien	47,0	72,4	50,0	45,7
En invierno hace calor	4,1	0,2	13,2	1,6
En invierno hace frío	17,8	27,4	18,4	52,7

(Fuente: elaboración propia con datos procedentes de la ENCTSA [1069]).

La hipótesis planteada tiene por objeto conocer si existe una relación de dependencia significativa entre la percepción térmica estacional del ambiente interior por parte de los trabajadores de invernadero y el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la percepción térmica estacional del ambiente interior en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($q \geq 0,05$).

- H1: la percepción térmica estacional del ambiente interior en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($p < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 152) permite afirmar que, en general, **la percepción térmica estacional del ambiente interior no presenta una relación de dependencia significativa con el sexo**, salvo en el caso de la opción que hace referencia a la posibilidad de que en invierno haga calor, en la que sí se observa dicha relación ($X^2 = 5,147$; $p = 0,023$).

En definitiva, tras analizar los resultados obtenidos, **no se puede validar la hipótesis H1 como afirmación de carácter general, pero sí es posible verificar la existencia de una relación de dependencia significativa de la opción que hace referencia a que en invierno hace calor, con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 152. Test de chi-cuadrado sexo*percepción térmica estacional del ambiente interior por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

Percepción térmica estacional	Chi-cuadrado	Valor de p
En verano se está bien	0,004	0,950
En verano hace calor	0,061	0,805
En verano hace frío	-	-
En invierno se está bien	0,114	0,735
En invierno hace calor	5,147	0,023
En invierno hace frío	0,008	0,928

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.19. Hipótesis 1-49: Sexo-Incomodidad por corrientes de aire

Las corrientes de aire tienen capacidad para causar incomodidad a un porcentaje determinado de trabajadores que realizan tareas sedentarias o ligeras (ver epígrafe 5.1.4.2.10. Índice de Incomodidad por Corrientes de Aire o DR).

En esta ocasión se plantea la hipótesis de vincular dicho malestar con el sexo del trabajador. Aunque los resultados son similares en cuatro de los cinco niveles, en la opción de máxima incomodidad sí se aprecian diferencias significativas, con un porcentaje masculino de 0,9% frente al 10,5% femenino (Figura 284).

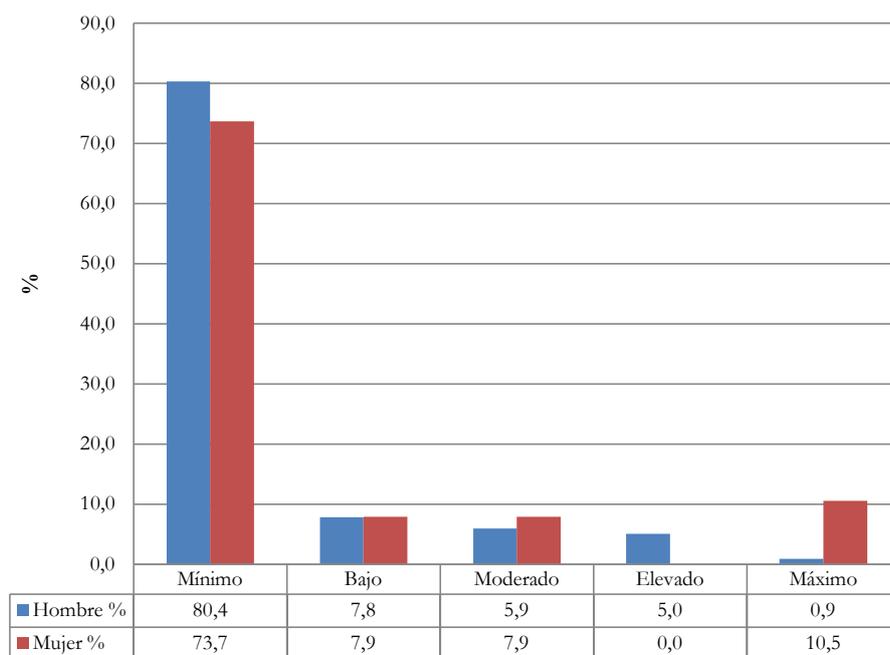


Figura 284. Relación entre el sexo y el grado de incomodidad provocada por corrientes de aire en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

El diseño de esta hipótesis se ha enfocado hacia la posibilidad de establecer una relación de dependencia significativa entre la incomodidad provocada por la existencia de corrientes de aire en los invernaderos y el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el grado de incomodidad causada por la presencia de corrientes de aire en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el grado de incomodidad causada por la presencia de corrientes de aire en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Tras efectuar la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 153), se obtiene que $U = 3.834,000$ y $p = 0,274$, valores que obligan a rechazar la hipótesis H1 y a validar la **H0: el grado de incomodidad provocada por la presencia de corrientes de aire en los invernaderos no muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 153. Test U de Mann-Whitney sexo*grado de incomodidad causada por la presencia de corrientes de aire en los invernaderos de Extremadura.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.834,000
W de Wilcoxon	27.924,000
Z	-1,094
Sig. asintótica (bilateral)	0,274

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.20. Hipótesis 1-55: Sexo-Equipos de trabajo peligrosos

Debido a la heterogeneidad de tareas realizadas en los invernaderos, los trabajadores se ven abocados a utilizar diversos equipos de trabajo, cada uno de ellos con su dosis de riesgo. Entre los encuestados se aprecian algunas diferencias en función del sexo; así, el porcentaje femenino supera al masculino cuando la frecuencia de uso de estos equipos es escasa (alguna vez); en el resto de los casos los hombres utilizan con más asiduidad estos equipos (Figura 285).

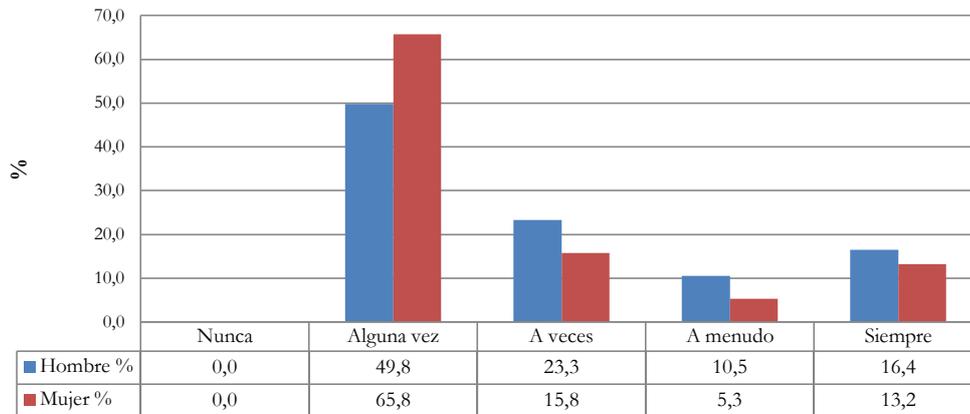


Figura 285. Relación entre el sexo y la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos por los trabajadores de invernadero.

(Fuente: elaboración propia).

El objetivo de esta nueva hipótesis se centra en averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la frecuencia de uso de equipos de trabajo considerados peligrosos y el sexo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Una vez efectuada la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 154), se obtiene que $U = 3.517,500$ y $\alpha = 0,097$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado no resulta estadísticamente significativa ($\alpha \geq 0,05$), **confirmándose la hipótesis H0: la frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos no presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 154. Test U de Mann-Whitney sexo*frecuencia de utilización de equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.517,500
W de Wilcoxon	4.258,500
Z	-1,658
Sig. asintótica (bilateral)	0,097

(Fuente: elaboración propia).

Una vez rechazada la hipótesis H1, resulta conveniente comprobar si esta circunstancia afecta a todos los equipos o si existen excepciones ligadas al sexo del trabajador. Que un equipo tenga la calificación de peligroso depende exclusivamente de la opinión del trabajador; es decir, todos los automatismos, máquinas, herramientas, vehículos, etc. son, en potencia, fuentes de riesgo. Esta consideración subjetiva explica, por ejemplo, el bajo porcentaje de hombres (3,2%) que califican como peligrosos los equipos de aplicación de los tratamientos fitosanitarios, cuando es sobradamente conocida la gravedad de las patologías derivadas de su uso incorrecto. Por consiguiente, y teniendo presente esta circunstancia, se observan, en general, escasas diferencias entre ambos sexos, salvo dos excepciones: herramientas eléctricas y vehículos motorizados (Figura 286). Un análisis detallado de los resultados obtenidos muestra, una vez más, el deficiente nivel tecnológico existente en las instalaciones extremeñas (nótese el contraste entre los porcentajes correspondientes a las herramientas manuales y eléctricas).

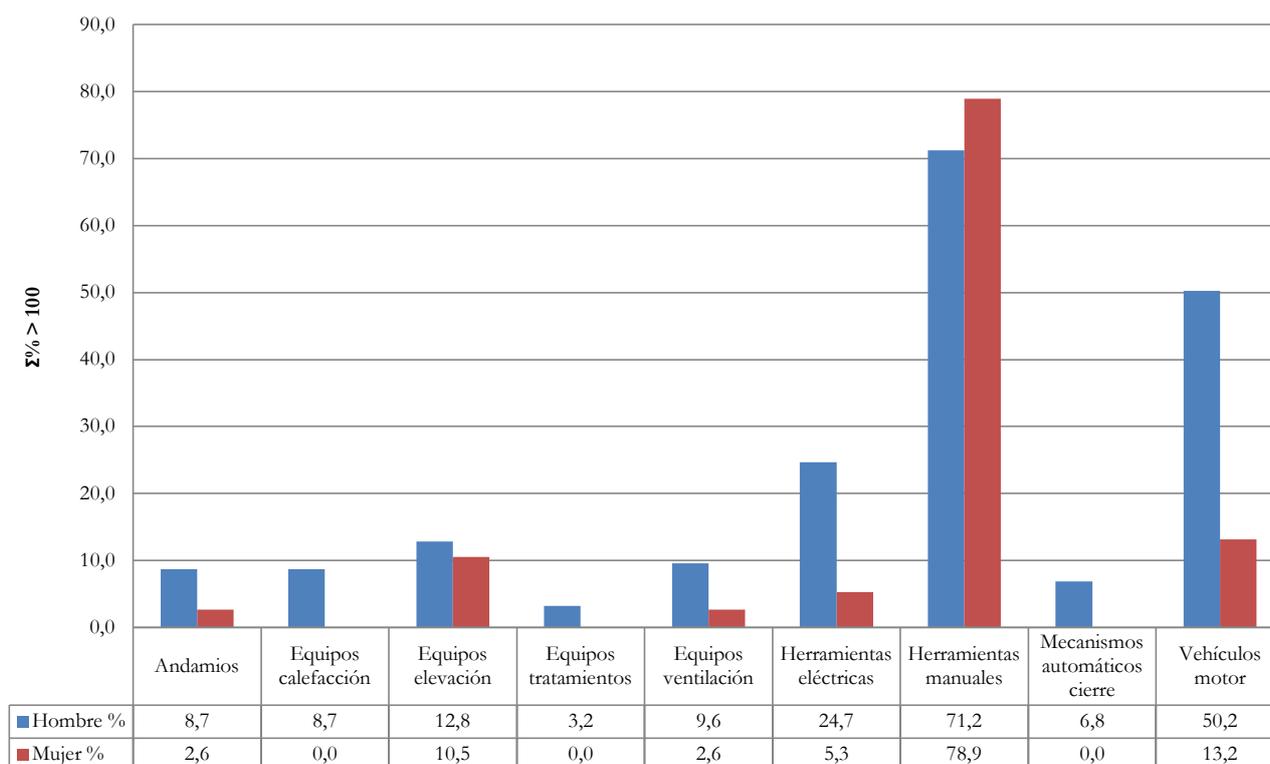


Figura 286. Relación entre el sexo y la utilización en los invernaderos de determinados equipos de trabajo considerados peligrosos por los encuestados.

(Fuente: elaboración propia).

El análisis estadístico (chi-cuadrado y valor de ρ) aplicado a la relación existente entre el sexo de los trabajadores y los equipos de trabajo que estos consideran peligrosos, arroja resultados muy heterogéneos (Tabla 155).

En el caso de la utilización de herramientas eléctricas, consideradas como equipos de trabajo peligrosos, y su posible conexión con el sexo de quien las maneja, la hipótesis que se plantea se centra en averiguar si existe una relación de dependencia entre ambos factores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la utilización de herramientas eléctricas, consideradas como equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos, es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).

- H1: la utilización de herramientas eléctricas, consideradas como equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos, es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Tabla 155. Resultados del análisis estadístico del empleo de equipos de trabajo considerados peligrosos en función del sexo.

Equipo de trabajo	Hombres (%)	Mujeres (%)	X ²	g
Andamios	8,7	2,6	1,648	0,199
Equipos calefacción	8,7	0,0	3,560	0,059
Equipos elevación	12,8	10,5	0,152	0,697
Equipos tratamientos	3,2	0,0	1,249	0,264
Equipos ventilación	9,6	2,6	2,002	0,157
Herramientas eléctricas	24,7	5,3	7,147	0,008
Herramientas manuales	71,2	78,9	0,964	0,326
Mecanismos automáticos cierre	6,9	0,0	2,764	0,096
Vehículos motor	50,2	13,2	17,998	< 0,001

(Fuente: elaboración propia).

En este caso (Tabla 156), $X^2 = 7,147$ y $g = 0,008$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el empleo en los invernaderos de herramientas eléctricas, calificadas como equipos de trabajo peligrosos por los propios encuestados, presenta una relación de dependencia significativa con el sexo.**

Tabla 156. Test de chi-cuadrado sexo*utilización de herramientas eléctricas, consideradas como equipos de trabajo peligrosos por los propios trabajadores de invernadero.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,147 (b)	1	0,008		
Corrección por continuidad (a)	6,054	1	0,014		
Razón de verosimilitudes	9,145	1	0,002		
Estadístico exacto de Fisher				0,005	0,004
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 8,28.

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a la conducción de vehículos a motor, considerados como equipos de trabajo peligrosos, y su posible conexión con el sexo, la hipótesis formulada pretende averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre ambos factores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la conducción de vehículos a motor, considerados como equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos, es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).

- H1: la conducción de vehículos a motor, considerados como equipos de trabajo peligrosos en los invernaderos, es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 157), $X^2 = 17,998$ y $\alpha < 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el manejo de vehículos motorizados, calificados como equipos de trabajo peligrosos por los propios trabajadores, presenta una relación de dependencia significativa con el sexo.**

Tabla 157. Test de chi-cuadrado sexo*conducción de vehículos a motor, considerados como equipos de trabajo peligrosos, en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,998 (b)	1	< 0,001		
Corrección por continuidad (a)	16,530	1	< 0,001		
Razón de verosimilitudes	20,249	1	< 0,001		
Estadístico exacto de Fisher				< 0,001	< 0,001
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 17,0.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.21. Hipótesis 1-71/73: Sexo- Aplicación de los tratamientos fitosanitarios

Si una de las características del trabajo agrícola en España es su carácter eminentemente masculino, es posible que la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios siga idéntico patrón. La primera cuestión a analizar es el conocimiento que poseen los trabajadores sobre los plazos seguros de entrada a las instalaciones recién tratadas.

En los invernaderos estudiados, el 51,1% de los hombres y el 68,4% de las mujeres reconocen desconocer el tiempo de latencia aplicado en sus explotaciones. Por tanto, resulta razonable formular una nueva hipótesis sobre si existe una relación de dependencia significativa entre el conocimiento del plazo seguro de entrada al invernadero tras el tratamiento fitosanitario del cultivo y el sexo de los trabajadores.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: el conocimiento del plazo de seguridad para entrar en los invernaderos recién tratados es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el conocimiento del plazo de seguridad para entrar en los invernaderos recién tratados es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

En este caso (Tabla 158), $X^2 = 3,889$ y $\alpha = 0,049$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el fenómeno observado resulta estadísticamente significativa ($\alpha < 0,05$), confirmándose la hipótesis **H1: el conocimiento del plazo de seguridad para entrar en los invernaderos recién tratados con productos fitosanitarios presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 158. Test de chi-cuadrado sexo*conocimiento del plazo de latencia para la entrada segura en un invernadero recién tratado con productos fitosanitarios.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,889 (b)	1	0,049		
Corrección por continuidad (a)	3,225	1	0,073		
Razón de verosimilitudes	3,990	1	0,046		
Estadístico exacto de Fisher				0,054	0,035
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 17,6.

(Fuente: elaboración propia).

La tarea de aplicación de los productos fitosanitarios es una de las más peligrosas de las que tienen lugar en un invernadero, junto con las de montaje de la estructura y colocación de la cubierta. En los invernaderos extremeños, el 57,5% de los hombres encuestados afirma que una de sus actividades consiste en aplicar los tratamientos fitosanitarios, mientras que este porcentaje es del 13,2% en la muestra femenina. Así pues, tanto el hecho de manipular plaguicidas, como las precauciones tomadas para proteger la salud del aplicador, deben presentar, lógicamente, una relación de dependencia con el sexo del trabajador. Esta sospecha se confirma plenamente en los invernaderos estudiados, quedando patente la diferencia existente entre sexos en esta cuestión (Figura 287).

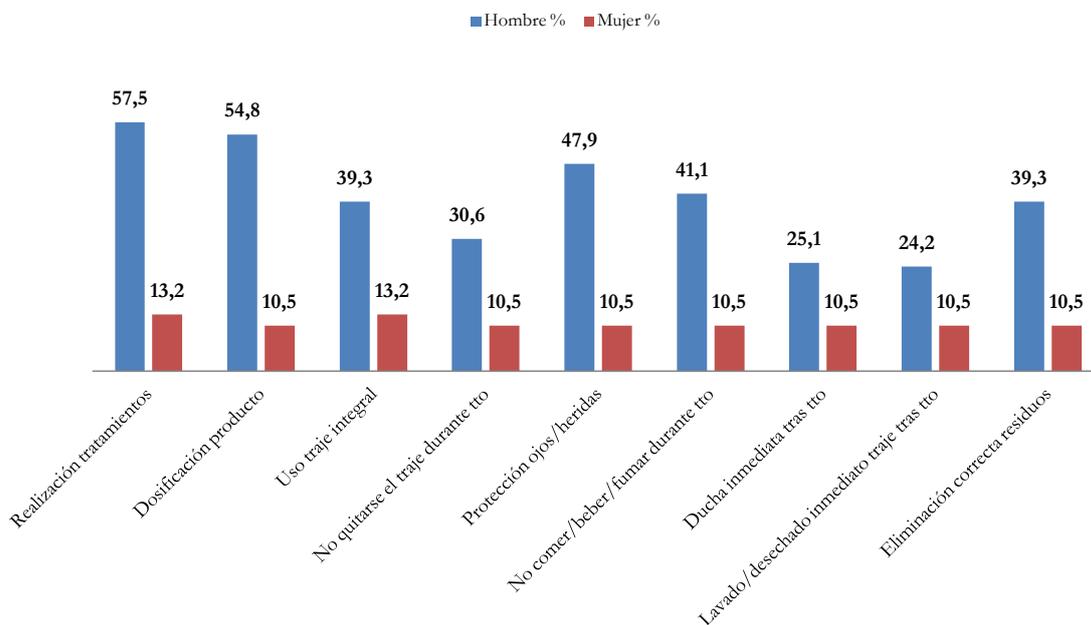


Figura 287. Relación entre el sexo y la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis, en esta ocasión, plantea la posibilidad de obtener una confirmación contundente del hecho de que la realización de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura constituye una actividad eminentemente masculina. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la asunción de la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la asunción de la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 159) permite confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambos factores ($X^2 = 25,517$; $\rho < 0,001$). Por consiguiente, tras analizar los resultados obtenidos, se valida la hipótesis **H1: la asunción de la tarea de aplicar los tratamientos fitosanitarios muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 159. Test de chi-cuadrado sexo*realización de la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25,517 (b)	1	< 0,001		
Corrección por continuidad (a)	23,772	1	< 0,001		
Razón de verosimilitudes	27,981	1	< 0,001		
Estadístico exacto de Fisher				< 0,001	< 0,001
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 18,6.
(Fuente: elaboración propia).

Por consiguiente, todas las medidas de precaución tomadas durante o tras la aplicación muestran igualmente esa relación de dependencia significativa (Tabla 160).

Tabla 160. Chi-cuadrado y valor de ρ sexo*realización de la tarea de aplicación de los tratamientos fitosanitarios y las medidas de protección implantadas para esta actividad en los invernaderos de Extremadura.

Tipo de actividad	Hombres %	Mujeres %	Chi-cuadrado	Valor de ρ
Realización tratamientos	57,5	13,2	25,517	< 0,001
Dosificación producto	54,8	10,5	31,406	< 0,001
Uso traje integral	39,3	13,2	26,182	< 0,001
No quitarse el traje durante tratamiento	30,6	10,5	25,923	< 0,001
Protección ojos/heridas	48,0	10,5	25,528	< 0,001
No comer/beber/fumar durante tratamiento	41,1	10,5	25,567	< 0,001
Ducha inmediata tras tratamiento	25,1	10,5	26,264	< 0,001
Lavado/desechado inmediato traje tras tratamiento	24,2	10,5	26,337	< 0,001
Eliminación correcta residuos	39,3	10,5	31,482	< 0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.22. Hipótesis 1-76: Sexo-Acumulación de trabajo entre jornadas laborales

La acumulación de tareas entre jornadas laborales es un factor de riesgo psicosocial encuadrado en la categoría de las demandas psicológicas o mentales de origen laboral. La acumulación de trabajo afecta a la calidad del mismo y presenta una íntima relación con el *Burnout*. Entre los trabajadores de invernadero, el porcentaje de los que afirman que nunca se les acumulan las tareas entre jornadas es similar en hombres y mujeres; en el resto de opciones sí existen importantes diferencias; así, el 31,5% de la población masculina manifiesta que siempre se padece esta situación, mientras que en la femenina es sólo del 10,5% (Figura 288).

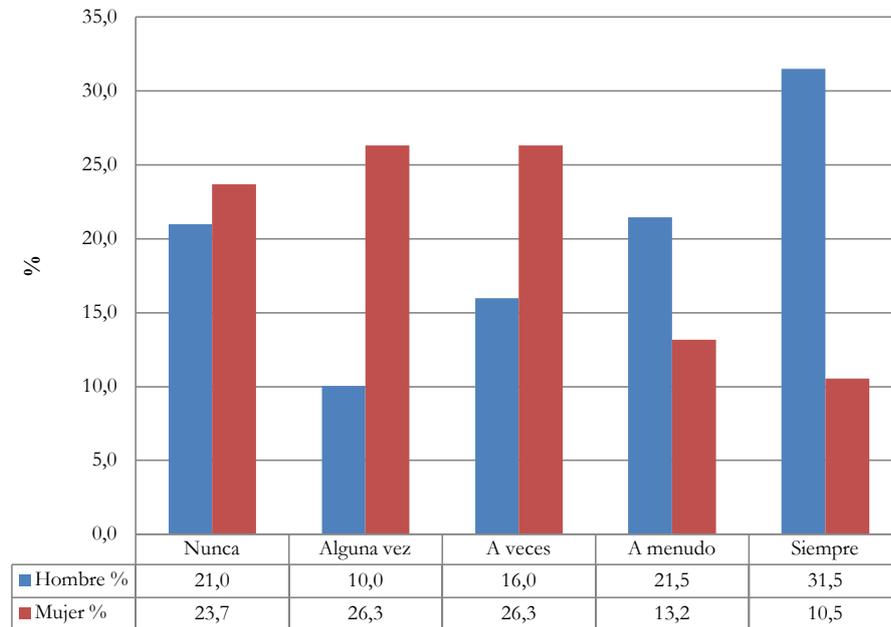


Figura 288. Relación entre el sexo del trabajador y la acumulación de tareas entre jornadas en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

Esta nueva hipótesis plantea la posibilidad de obtener una relación de dependencia significativa entre el sexo del trabajador y un aspecto psicosocial relacionado con las demandas psicológicas como es la acumulación de tareas entre jornadas laborales, en los invernaderos de Extremadura. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la acumulación de trabajo entre jornadas laborales en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la acumulación de trabajo entre jornadas laborales en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

Una vez efectuada la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 161), se confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambos factores, ya que $U = 3.002,500$ y $\rho = 0,005$. Por consiguiente, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la acumulación de tareas entre jornadas laborales presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 161. Test U de Mann-Whitney sexo*acumulación de trabajo entre jornadas laborales en los invernaderos de Extremadura.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.002,500
W de Wilcoxon	3.743,500
Z	-2,807
Sig. asintótica (bilateral)	0,005

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.23. Hipótesis 1-81: Sexo-Variedad de tareas

La ausencia de variedad de tareas es un factor de riesgo psicosocial perteneciente a la carga mental del trabajo. Entre los trabajadores estudiados existe consenso, en función del sexo, en que la variedad de tareas es máxima, si bien con porcentajes diferentes. Entre los hombres predomina el criterio de una variedad de tareas máxima (57,5 por 44,7%) y elevada (20,1 por 15,8%), mientras que en el resto de opciones las mujeres presentan mayores porcentajes (Figura 289).

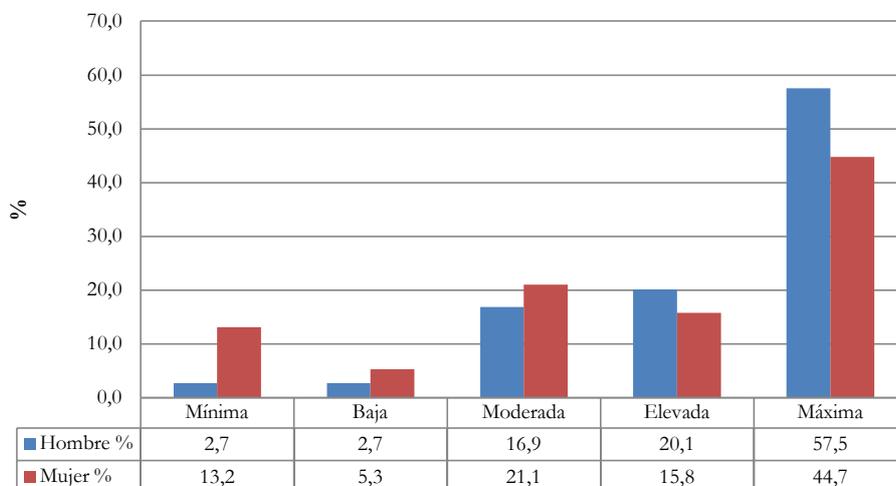


Figura 289. Relación entre el sexo y la variedad de tareas que desempeñan los trabajadores de invernadero. (Fuente: elaboración propia).

La nueva hipótesis formulada en esta ocasión, plantea la posibilidad de relacionar significativamente la existencia de variedad de tareas como un factor psicosocial positivo asociado a la carga mental del trabajo con el sexo del trabajador. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la variedad de tareas, como factor psicosocial positivo presente en los invernaderos, es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la variedad de tareas, como factor psicosocial positivo presente en los invernaderos, es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 162) permite confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambos parámetros, ya que $U = 3.355,000$ y $\alpha = 0,035$. Por consiguiente, tras analizar los resultados obtenidos, se valida la hipótesis **H1: la percepción de variedad**

de tareas como factor psicosocial positivo y enriquecedor asociado a la carga mental del trabajo presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.

Tabla 162. Test U de Mann-Whitney sexo*variedad de tareas en los invernaderos.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.355,000
W de Wilcoxon	27.445,000
Z	-2,111
Sig. asintótica (bilateral)	0,035

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.24. Hipótesis 1-84: Sexo-Número de días de trabajo por semana

En temporada alta, época de mayor contratación, muchos invernaderos tienen actividad todos, o casi todos los días de la semana. En este aspecto, existen importantes diferencias entre sexos. Si entre los hombres predomina la asistencia al trabajo durante todos los días de la semana, con un 24,7%, en el caso de las mujeres el número de días con mayor frecuencia es 6, con un 63,2% (Figura 290). En el sector agropecuario español se observa el fenómeno contrario: el 61,9% de las mujeres y el 56,9% de los hombres están ocupados todos los días de la semana, y afirma trabajar 6 días el 19,1% de la muestra femenina y el 34,7% de la masculina; finalmente, las cifras correspondientes a 5 días o menos son, respectivamente, 19,7 y 8,5% [1069].

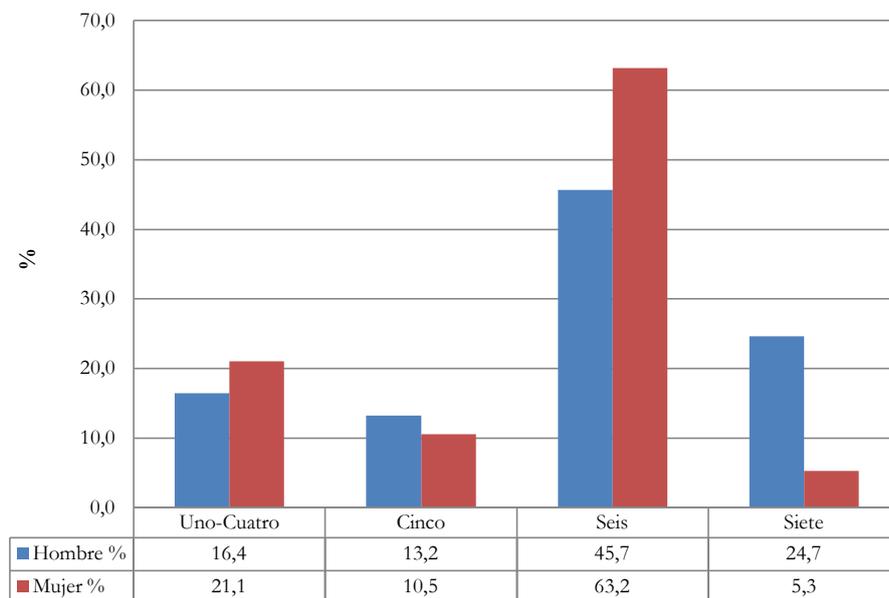


Figura 290. Relación entre el sexo y el número de días de trabajo semanales en los invernaderos de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis presentada en esta ocasión plantea la posibilidad de dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre el número de días de trabajo por semana en los invernaderos y el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el número de días de trabajo semanales en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).

- H1: el número de días de trabajo semanales en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 163) impide confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $U = 2.266,000$ y $\rho = 0,083$. Por consiguiente, estos resultados validan la hipótesis **H0: el número de días de trabajo por semana en los invernaderos no presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 163. Test U de Mann-Whitney sexo* número de días de trabajo semanales en los invernaderos de Extremadura.

	Valor
U de Mann-Whitney	2.266,000
W de Wilcoxon	2.731,000
Z	-1,732
Sig. asintótica (bilateral)	0,083

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.25. Hipótesis 1-85: Sexo-Turnicidad

La turnicidad constituye un factor de riesgo psicosocial encuadrado en la organización de los tiempos de trabajo. El desempeño laboral a turnos es habitual en muchos invernaderos en temporada alta o en momentos puntuales, aunque esta circunstancia debe ser prevista y organizada con la suficiente antelación, a fin de preservar la seguridad del trabajador y conciliar su vida familiar y laboral.

En los invernaderos estudiados el trabajo a turnos es infrecuente; de hecho, el 82,6% de los hombres y el 71,1% de las mujeres nunca lo realizan. Sin embargo, los valores de la mano de obra femenina en las opciones a menudo y siempre son netamente superiores, erigiéndose esta en la principal diferencia en función del sexo (Figura 291).

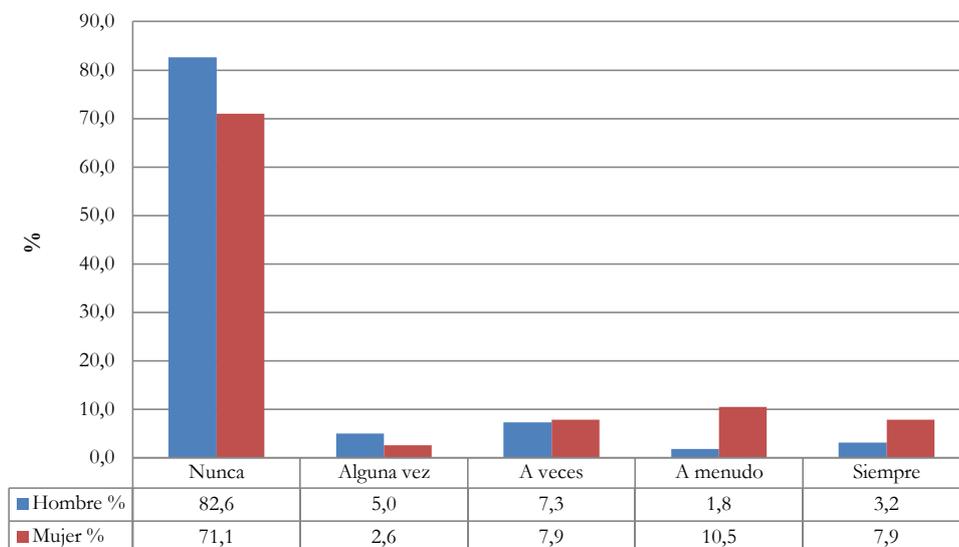


Figura 291. Relación entre el sexo y la frecuencia de la turnicidad en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Una nueva hipótesis se formula con el objetivo de determinar si la frecuencia de realización de trabajo a turnos en los invernaderos posee una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia de la turnicidad en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia de la turnicidad en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Efectuada la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 164), se obtiene un valor de $U = 3.605,500$ y de $\alpha = 0,055$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa ($\alpha \geq 0,05$), confirmándose la hipótesis **H0: la frecuencia de realización de trabajo a turnos en los invernaderos no muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 164. Test U de Mann-Whitney sexo*frecuencia del trabajo a turnos en los invernaderos.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.605,500
W de Wilcoxon	27.695,500
Z	-1,917
Sig. asintótica (bilateral)	0,055

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.26. Hipótesis 1-88: Sexo-Iniciativa en el trabajo

La supresión de la iniciativa individual o el ejercicio de un trabajo que no requiere el aporte de cierta dosis de iniciativa por parte de quien lo realiza impide el desarrollo de la autonomía del trabajador [783] y le imposibilita para tomar decisiones relacionadas con su propia actividad.

En los invernaderos analizados se observan valores muy heterogéneos, para esta cuestión, en función del sexo. Si bien en los hombres predominan las opciones más favorables (iniciativa máxima y elevada) y también la más perjudicial (mínima; de hecho, ninguna trabajadora apunta esta posibilidad), entre las mujeres dominan los valores moderados (42,1% frente a 18,3%) y bajos (7,9 % frente a 3,2%). Por tanto, el grado de iniciativa ejercida en el trabajo es superior entre la población masculina (Figura 292).

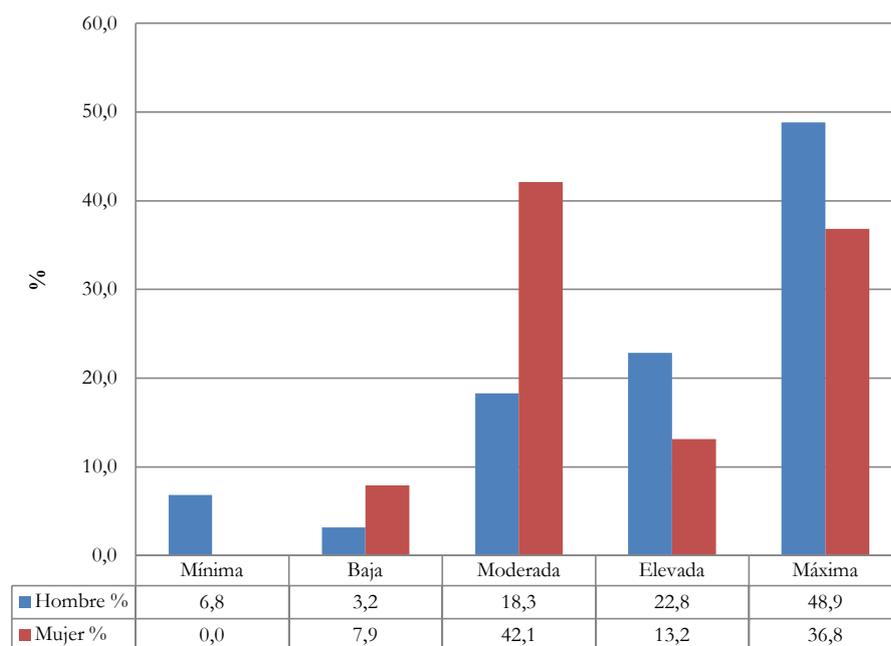


Figura 292. Relación entre el sexo y el grado de iniciativa que ejercen los trabajadores de invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

El objetivo de esta nueva hipótesis es el de resolver si el grado de iniciativa ejercida en el trabajo desempeñado en los invernaderos posee una relación de dependencia significativa con el sexo del trabajador. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el grado de iniciativa ejercida en el trabajo realizado en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el grado de iniciativa ejercida en el trabajo realizado en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

Tras efectuar la prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 165), se obtiene un valor de $U = 3.479,500$ y de $\alpha = 0,085$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa ($\alpha \geq 0,05$), confirmándose la hipótesis **H0: el grado de iniciativa desarrollado en los invernaderos no presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 165. Test U de Mann-Whitney sexo*grado de iniciativa ejercida por los trabajadores de invernadero.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.479,500
W de Wilcoxon	27.569,500
Z	-1,722
Sig. asintótica (bilateral)	0,085

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.27. Hipótesis 1-92: Sexo-Salario neto mensual

La diferencia de salario entre hombres y mujeres por la realización del mismo trabajo es un tema controvertido y de actualidad permanente en los medios de comunicación. En este epígrafe se va a estudiar si en los invernaderos extremeños la cuantía del salario está condicionada por el sexo del trabajador. Los resultados obtenidos (Figura 293) muestran que el salario neto más repetido entre los hombres (32,0%) es el situado en el intervalo 1.301-1.500 €, mientras que el más frecuente entre las mujeres (47,4%) es el de 751-900 €.

En el sector agropecuario nacional [1069] se repite esta circunstancia entre las remuneraciones recibidas por los trabajadores familiares, diferentes según el sexo del cónyuge que ayuda al propietario; así, si este es un hombre, su mujer percibe el 29,0% del salario de aquel, mientras que cuando es ella la propietaria de la explotación, el porcentaje correspondiente al varón es del 45,0%.

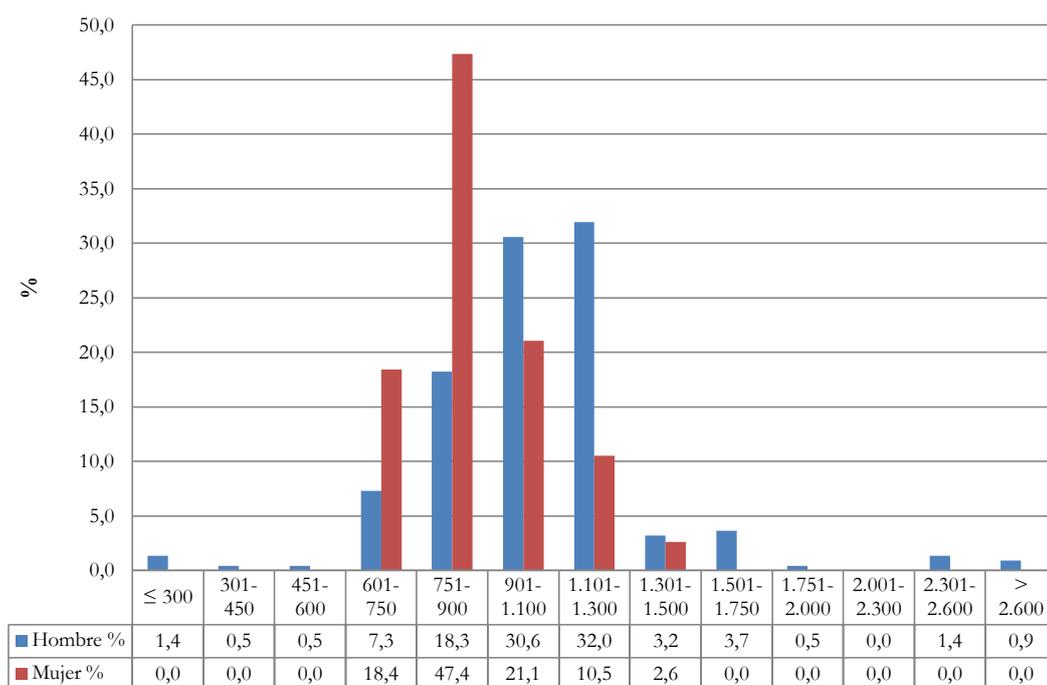


Figura 293. Relación entre el sexo y el salario neto mensual percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis formulada en esta ocasión tiene por objeto confirmar o rechazar la posibilidad de que exista una relación de dependencia significativa entre el sexo y la cuantía del salario neto mensual percibido por los trabajadores de invernadero de Extremadura. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la cuantía salarial neta mensual percibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura es independiente del sexo ($q \geq 0,05$).
- H1: la cuantía salarial neta mensual percibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura es dependiente del sexo ($q < 0,05$).

La prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 166) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($U = 2.438,500$; $q < 0,001$). Por consiguiente, estos

resultados permiten validar la hipótesis **H1: la masa salarial neta mensual percibida por los trabajadores de invernadero muestra una relación de dependencia significativa con el sexo.**

Tabla 166. Test U de Mann-Whitney sexo*cuantía salarial neta mensual percibida por los trabajadores de invernadero de Extremadura.

	Valor
U de Mann-Whitney	2.438,500
W de Wilcoxon	3.179,500
Z	-4,202
Sig. asintótica (bilateral)	< 0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.28. Hipótesis 1-93: Sexo-Satisfacción con el salario

El grado de satisfacción por el salario percibido es un concepto subjetivo, a diferencia de la remuneración neta. Por tanto, no siempre ha de coincidir la prestación de un salario bajo con una escasa satisfacción y viceversa. Los resultados obtenidos muestran cierto nivel de unanimidad, en un grado mínimo de satisfacción, en función del sexo; así lo manifiesta el 43,4% de los hombres y el 36,9% de las mujeres. El resto de opciones presentan valores similares (Figura 294).

El salario es importante pero no determinante, como revelan los datos nacionales referidos a autónomos agrícolas [1069]. Así, el 25,0% de los hombres y el 20,5% de las mujeres cambiarían de trabajo si pudieran ganar más dinero; abandonarían su actual empresa, incluso si la remuneración fuese la misma, el 10,6% de los hombres y el 11,6% de las mujeres; por último, los porcentajes respectivos ante la posibilidad de trabajar en otra empresa aun ganando menos dinero son 4,7 y 10,9%.

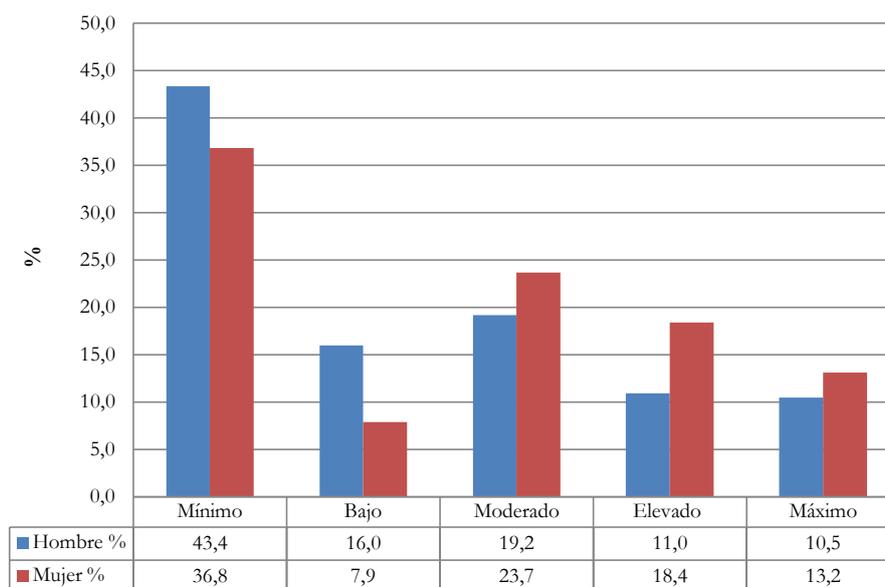


Figura 294. Relación entre el sexo y el grado de satisfacción de los trabajadores de invernadero de Extremadura por el salario percibido.

(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis formulada tiene por objeto resolver la cuestión de si existe una relación de dependencia significativa entre el nivel de satisfacción de los trabajadores de invernadero por el salario percibido y el sexo.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: el nivel de satisfacción por el salario percibido es independiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el nivel de satisfacción por el salario percibido es dependiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 167) confirma la ausencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($U = 3.635,000$; $p = 0,192$). Por consiguiente, **estos resultados impiden validar la hipótesis H1 y sí confirmar la hipótesis H0: el nivel de satisfacción por el salario percibido no presenta una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 167. Test U de Mann-Whitney sexo*nivel de satisfacción de los trabajadores de invernadero por el salario percibido.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.635,000
W de Wilcoxon	4.376,000
Z	-1,304
Sig. asintótica (bilateral)	0,192

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.29. Hipótesis 1-97: Sexo-Episodios de discriminación o humillación laboral

La existencia de episodios de discriminación o humillación a un trabajador en el ámbito laboral puede constituir el germen de situaciones de acoso y causar graves padecimientos gratuitos a la persona perjudicada enriqueciendo, al mismo tiempo, el ambiente de trabajo.

Sobre este factor de riesgo, la opción más considerada por los trabajadores de invernadero es que nunca han sufrido este tipo de situaciones, si bien con cifras ciertamente diferentes: 74,9% para los hombres y 52,6% para las mujeres. El porcentaje de los que se han visto perjudicados alguna vez por este tipo de escenarios es el triple entre las mujeres (18,4%), que entre los hombres (6,4%); asimismo, el tanto por ciento femenino casi triplica al masculino (13,2% frente a 5,0%) cuando estos episodios se producen a menudo (Figura 295).

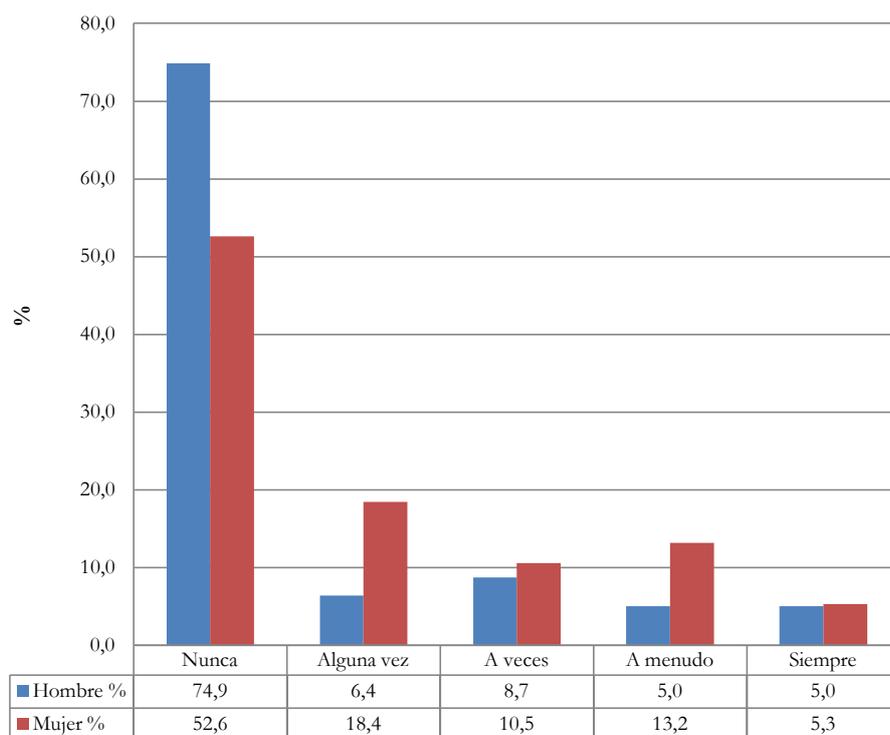


Figura 295. Relación entre el sexo del trabajador y la vivencia personal de situaciones de discriminación o humillación en los invernaderos de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis que se plantea en este epígrafe tiene por objeto dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre el sexo y la vivencia de situaciones de discriminación o humillación en el trabajo. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la vivencia personal de episodios de discriminación o humillación en el ámbito laboral es independiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la vivencia personal de episodios de discriminación o humillación en el ámbito laboral es dependiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\rho < 0,05$).

La prueba U de Mann-Whitney para esta hipótesis (Tabla 168) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($U = 3.295,500$; $\rho = 0,01$). Por consiguiente, a tenor de estos resultados, se puede validar la hipótesis **H1: la vivencia de situaciones de discriminación o humillación en el trabajo realizado en los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 168. Test U de Mann-Whitney sexo*vivencia personal de situaciones de discriminación o humillación en el trabajo desempeñado en los invernaderos.

	Valor
U de Mann-Whitney	3.295,500
W de Wilcoxon	27.385,500
Z	-2,575
Sig. asintótica (bilateral)	0,010

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.30. Hipótesis 1-98: Sexo-Existencia de superiores jerárquicos

La calidad de la relación entre el trabajador y los superiores jerárquicos es esencial para recibir un apoyo social adecuado. En este sentido, puede afirmarse que no hay una correlación significativa entre ambos factores ($X^2 = 6,318$ y $\rho = 0,177$). Sin embargo, sí parece manifestarse esta en la existencia de superiores jerárquicos en función del sexo. En los invernaderos, el 92,1% de las mujeres confirma su subordinación a un jefe; sin embargo, en el caso de los hombres dicho porcentaje es del 63,0%. Nuevamente se manifiesta ese desequilibrio crónico en las relaciones de poder en las instalaciones estudiadas y que es habitual en el sector agrario.

La hipótesis planteada, por tanto, tiene por objeto comprobar si hay una relación de dependencia significativa entre la existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos y el sexo de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la existencia de superiores jerárquicos es independiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la existencia de superiores jerárquicos es dependiente del sexo de los trabajadores de invernadero ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 169) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($X^2 = 12,456$; $\rho < 0,001$). Por consiguiente, a tenor de estos resultados, se puede validar la hipótesis **H1: la existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con el sexo de los trabajadores.**

Tabla 169. Test de chi-cuadrado sexo*existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,456 (b)	1	< 0,001		
Corrección por continuidad (a)	11,169	1	0,001		
Razón de verosimilitudes	15,228	1	< 0,001		
Estadístico exacto de Fisher				< 0,001	< 0,001
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 12,4.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.31. Hipótesis 1-99: Sexo-Existencia de compañeros

La calidad de la relación entre el trabajador y sus compañeros constituye uno de los factores esenciales para recibir y proporcionar un apoyo social eficaz. En este sentido, no hay una correlación significativa entre ambos factores ($X^2 = 4,200$ y $\rho = 0,380$). Sin embargo, sí existe en cuanto a la disponibilidad de compañeros en función del sexo.

Por consiguiente, en los invernaderos objeto del presente estudio, el 97,4% de las mujeres manifiesta tener compañeros; sin embargo, en el caso de los hombres dicho porcentaje es del 74,9%. Por tanto, se observan diferencias importantes sobre esta cuestión. Como consecuencia de los resultados anteriores, se

formula una nueva hipótesis que persigue dilucidar si hay una relación de dependencia significativa entre la existencia de compañeros en los invernaderos y el sexo de la población encuestada.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la existencia de compañeros en los invernaderos es independiente del sexo de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la existencia de compañeros en los invernaderos es dependiente del sexo de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 170) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambos factores ($X^2 = 9,604$; $\rho = 0,002$). Por tanto, a tenor de estos resultados, se puede validar la hipótesis **H1: existe una relación de dependencia significativa entre el sexo y la presencia de compañeros de trabajo en los invernaderos.**

Tabla 170. Test de chi-cuadrado sexo*existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9,604 (b)	1	0,002		
Corrección por continuidad (a)	8,330	1	0,004		
Razón de verosimilitudes	13,358	1	< 0,001		
Estadístico exacto de Fisher				0,001	0,001
N de casos válidos	257				

a. Calculado sólo para una tabla de 2 x 2.

b. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 8,3.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.32. Hipótesis 2-3: Edad-Formación académica oficial

A lo largo del presente trabajo se ha insistido en la importancia de la formación, sea en materia de PRL, medioambiental o relacionada con la propia actividad laboral. La edad puede ser un factor que origine desigualdades en este aspecto, quizá debidas a la falta de oportunidades que en su día pudieran tener los trabajadores mayores.

En los invernaderos estudiados, el grupo de más edad (> 56 años) es el que alcanza el porcentaje más elevado entre los trabajadores sin titulación oficial (5,5%) y el más bajo en el resto de niveles formativos (Figura 296).

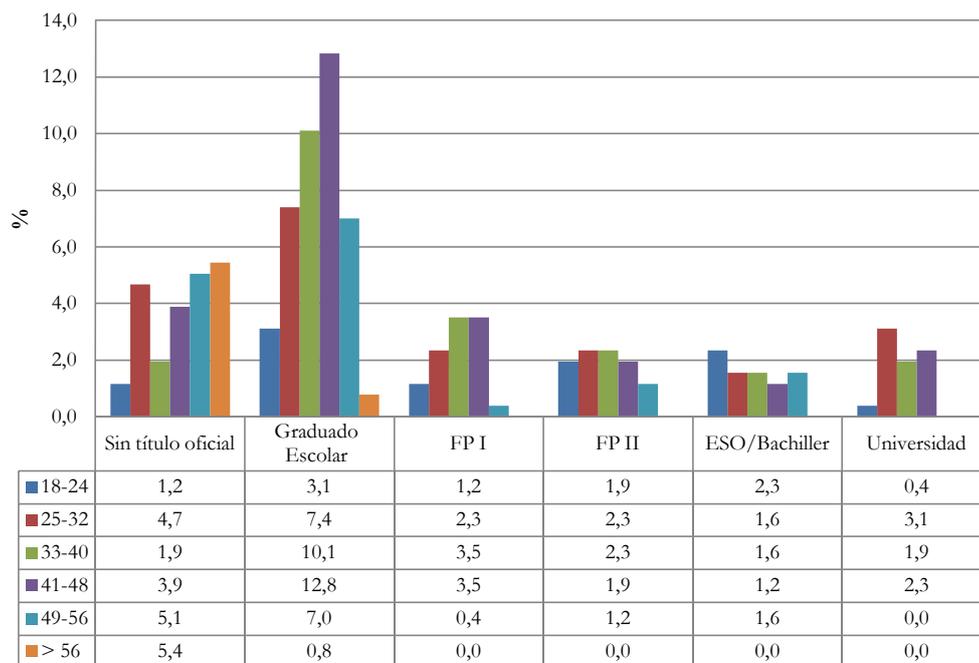


Figura 296. Relación entre los grupos de edad y la titulación formativa oficial que poseen los trabajadores de invernadero de Extremadura.
(Fuente: elaboración propia).

En esta ocasión se plantea una hipótesis que permita averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la edad (variable de agrupación o independiente) y el nivel formativo oficial de los trabajadores de invernadero (variable dependiente). Las hipótesis de contraste son:

- H0: el nivel formativo oficial de los trabajadores de invernadero es independiente de su edad ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el nivel formativo oficial de los trabajadores de invernadero es dependiente de su edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba estadística seleccionada para estudiar esta hipótesis, debido a que en este caso la variable de agrupación presenta varias muestras independientes ($K = 6$ grupos de edad), es el test H de Kruskal-Wallis, que confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 38,845$ y $\alpha < 0,001$ (Tabla 171). Así pues, como consecuencia de los resultados obtenidos, se puede validar la hipótesis **H1: el nivel formativo o académico oficial de los trabajadores de invernadero presenta una relación de dependencia significativa con su edad.**

Tabla 171. Test H de Kruskal-Wallis edad*nivel formativo oficial de los trabajadores de invernadero de Extremadura.

	Valor
Chi-cuadrado	38,845
gl	5
Sig. asintótica	< 0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.33. Hipótesis 2-5: Edad-Enfermedad respiratoria crónica

Cabe pensar que a medida que la población envejezca, la presencia de enfermedades respiratorias crónicas deba incrementarse. En el caso de los invernaderos estudiados (Figura 297) no se cumple esta afirmación. Muy pocos trabajadores padecen este tipo de patologías (asma, insuficiencia respiratoria, etc.); pero son precisamente los más jóvenes (18-32 años) los que muestran mayor incidencia de este tipo de trastornos (posiblemente procesos alérgicos), mientras que en los dos grupos de más edad no se encuentra ni un solo caso.

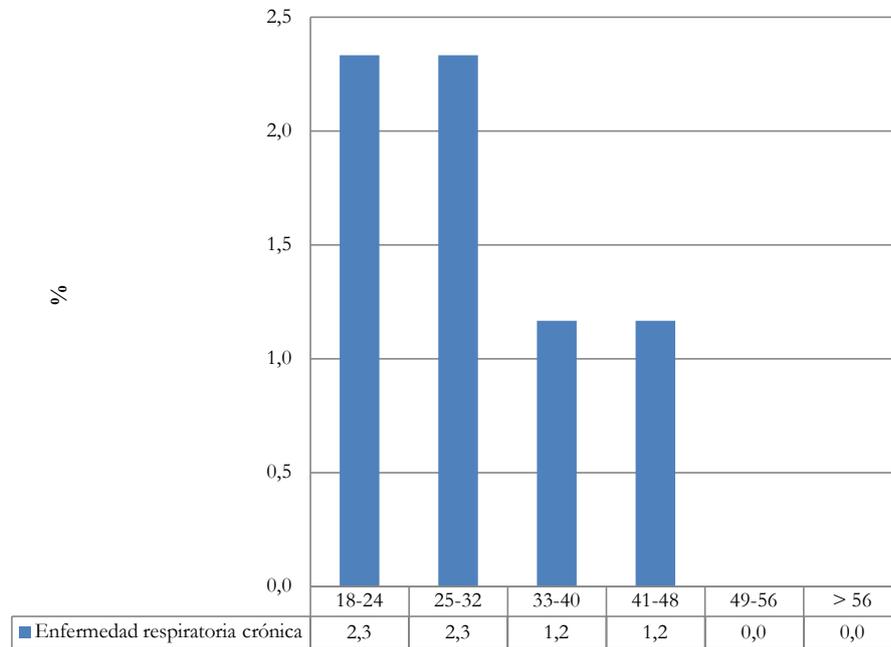


Figura 297. Relación entre los grupos de edad y la presencia de enfermedades respiratorias crónicas en los trabajadores de invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

Por tanto, se formula una nueva hipótesis con el fin de comprobar si existe una relación de dependencia significativa entre la concurrencia de enfermedades respiratorias crónicas entre los trabajadores de invernadero y la edad. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la existencia de una patología respiratoria crónica es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la existencia de una patología respiratoria crónica es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 172) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($X^2 = 16,558$; $p = 0,005$), por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, como consecuencia de los resultados obtenidos, se puede validar la hipótesis **H1: la presencia de patologías respiratorias de tipo crónico en los trabajadores de invernadero muestra una relación de dependencia significativa con su edad.**

Tabla 172. Test de chi-cuadrado edad*presencia de patologías respiratorias crónicas entre los trabajadores de invernadero.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,558 (a)	5	0,005
Razón de verosimilitudes	16,731	5	0,005
N de casos válidos	257		

a. 6 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,12.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.34. Hipótesis 2-8: Edad-Tipo de relación laboral

Los invernaderos extremeños presentan, con respecto al tipo de relación laboral, dos características esenciales: aproximadamente un tercio de los trabajadores son propietarios y, además, predomina la mano de obra eventual sobre la fija. En el caso de los propietarios, su porcentaje asciende gradual y lentamente hasta el grupo de edad de 41-48 años (8,6%), para posteriormente iniciar un suave declive. La mano de obra familiar predomina en edades jóvenes y desaparece en los dos últimos grupos. El número de asalariados fijos es mayor en trabajadores de edad madura (9,3% entre 41-48 años); finalmente, los asalariados eventuales suelen ser jóvenes (11,7% entre 25-32 años) y sus porcentajes son prácticamente residuales a partir de los 48 años (Figura 298).

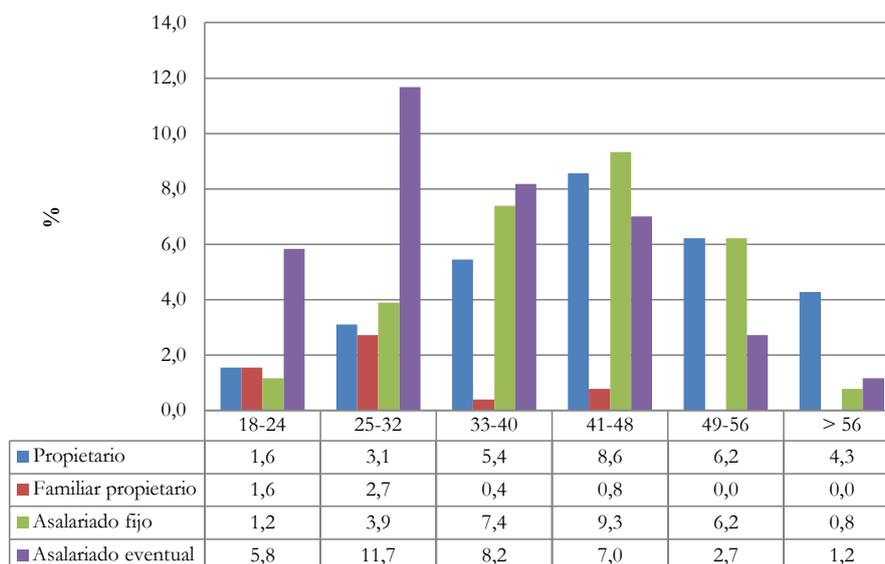


Figura 298. Relación entre los grupos de edad y el tipo de relación laboral que poseen los trabajadores de invernadero de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

La nueva hipótesis planteada permite investigar la posible existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad y el tipo de relación laboral que mantienen los trabajadores de invernadero. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el tipo de relación laboral contraída por los trabajadores de invernadero es independiente de la edad ($\alpha \geq 0,05$).

- H1: el tipo de relación laboral contraída por los trabajadores de invernadero es dependiente de la edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 173) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($X^2 = 56,943$; $p < 0,001$), por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, como consecuencia de los resultados obtenidos, se puede validar la hipótesis **H1: el tipo de relación contractual contraída por los trabajadores de invernadero presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 173. Test de chi-cuadrado edad*tipo de relación laboral de los trabajadores de invernadero de Extremadura.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	56,943 (a)	15	< 0,001
Razón de verosimilitudes	57,506	15	< 0,001
N de casos válidos	257		

a. 8 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,87.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.35. Hipótesis 2-10: Edad-Tarea frecuente: tratamientos fitosanitarios

Una de las características identificativas del trabajo en invernaderos es la multiplicidad de tareas habituales a las que es necesario atender. De las diez consideradas más frecuentes, la que quizá entraña mayor riesgo a medio y largo plazo es la de aplicar los productos fitosanitarios, dada la peligrosidad de los plaguicidas y la frecuente ausencia de medidas de protección. De todas las tareas seleccionadas, esta es la única que parece estar relacionada significativamente con la edad del trabajador. En los invernaderos estudiados se observa que a partir de los 41-48 años los trabajadores asumen, mayoritariamente, la tarea de aplicar los plaguicidas; por el contrario, en los grupos más jóvenes la tendencia es completamente inversa (Figura 299).

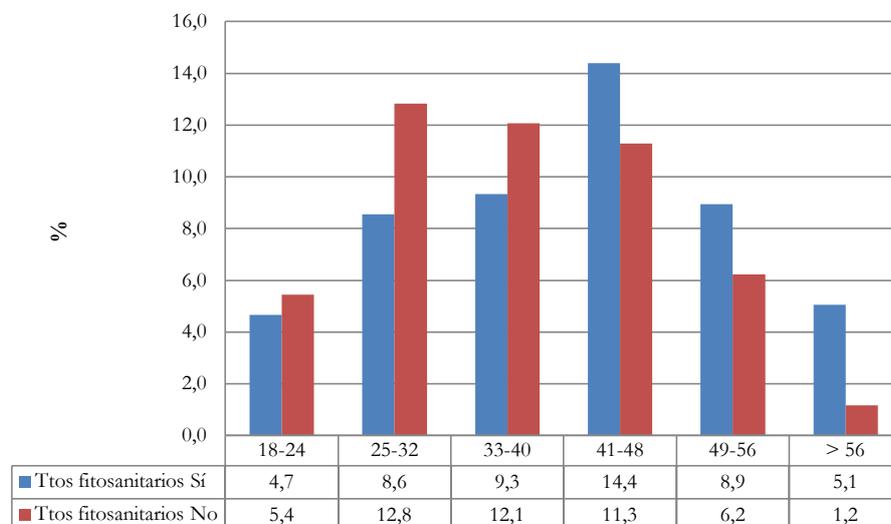


Figura 299. Relación entre la edad de los trabajadores y la asunción, como tarea frecuente, de la aplicación de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos de Extremadura.

(Fuente: elaboración propia).

El objetivo general de la hipótesis planteada en este apartado es el de averiguar si la realización de las tareas más frecuentes que tienen lugar en un invernadero mantiene una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores. Como hipótesis general es preciso afirmar que no existe dicha relación entre ambos factores; al menos para nueve de las diez tareas seleccionadas, ya que aquella que implica efectuar los tratamientos fitosanitarios muestra un sesgo distinto. Por tanto, en este caso, la hipótesis particular formulada es la de confirmar o rechazar esa relación de dependencia significativa para esta tarea específica, mediante las siguientes hipótesis de contraste:

- H0: la asunción de la tarea de realizar los tratamientos fitosanitarios es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la asunción de la tarea de realizar los tratamientos fitosanitarios es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 174) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($X^2 = 11,628$; $\alpha = 0,04$), por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa.

Así pues, como consecuencia de los resultados obtenidos, se puede validar la hipótesis **H1: la asunción de la tarea de aplicación de plaguicidas como actividad habitual en los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores.**

Tabla 174. Test de chi-cuadrado edad*realización de los tratamientos fitosanitarios, como tarea habitual en los invernaderos de Extremadura.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,628 (a)	5	0,040
Razón de verosimilitudes	12,139	5	0,033
N de casos válidos	257		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,84.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.36. Hipótesis 2-11: Edad-Antigüedad en la explotación

En esta nueva hipótesis interactúan dos factores relacionados con aspectos temporales del trabajo, circunstancia que ha de provocar, necesariamente, un vínculo de dependencia entre ellos.

Los resultados obtenidos para los invernaderos de Extremadura revelan que el grupo de mayor edad alcanza su porcentaje máximo en el intervalo de antigüedad de más de 20 años en la explotación actual; la misma circunstancia se repite entre los trabajadores de 49-56, 41-48 y 33-40 años.

Cabe pensar, por tanto, que algunos agricultores comenzaron su vida laboral a edades muy tempranas, posiblemente como trabajadores familiares del propietario (Figura 300).

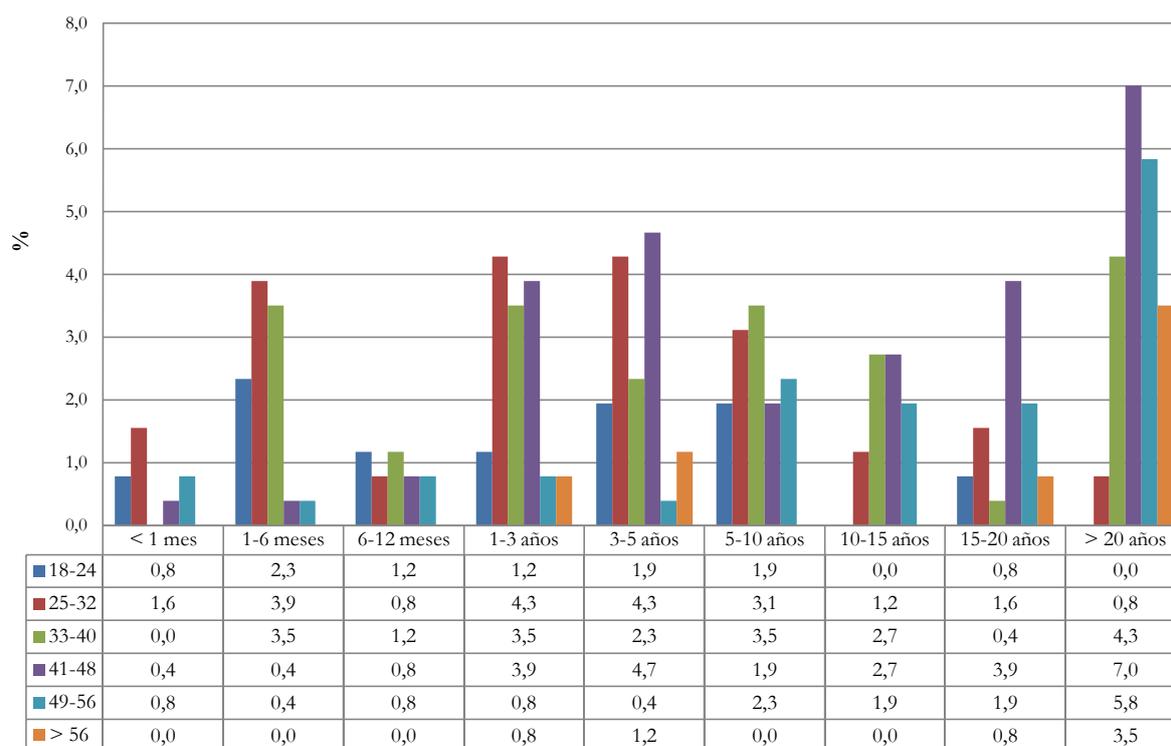


Figura 300. Relación entre la edad y la antigüedad de los trabajadores en la actual explotación agrícola invernada. (Fuente: elaboración propia).

El objetivo de esta hipótesis es el de confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad del trabajador y su antigüedad en la actual empresa agrícola dedicada al cultivo en invernadero. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la antigüedad en la actual empresa dedicada al cultivo en invernadero es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la antigüedad en la actual empresa dedicada al cultivo en invernadero es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 175) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables ($X^2 = 49,071$; $p < 0,001$), por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por consiguiente, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la antigüedad en la actual explotación presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 175. Test H de Kruskal-Wallis edad*antigüedad de los trabajadores de invernadero de Extremadura en la actual explotación.

	Valor
Chi-cuadrado	49,071
gl	5
Sig. asintótica	< 0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.37. Hipótesis 2-12: Edad-Bajas médicas de origen laboral

Cabe pensar que el reparto del número de bajas médicas de origen laboral presente una relación directa con el número de trabajadores pertenecientes a cada grupo de edad. En general, esta afirmación es correcta; de hecho, el grupo más numeroso en los invernaderos, el de 41-48 años, es el que acumula mayor número de bajas. Sin embargo, no son los grupos más longevos los que acumulan mayor número de bajas; de hecho, coinciden los porcentajes correspondientes a los grupos de edad de 18-24 años y los mayores de 56 (Figura 301).

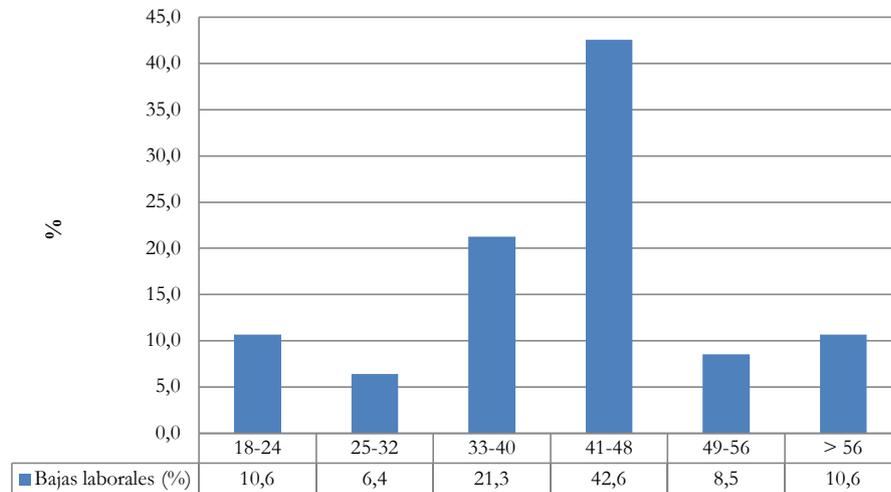


Figura 301. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y el número de bajas médicas de etiología laboral.
(Fuente: elaboración propia).

Así pues, se formula una nueva hipótesis con el fin de confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y el número de bajas médicas por motivos laborales. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el número de bajas médicas de origen laboral es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el número de bajas médicas de origen laboral es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 176) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 14,843$ y $p = 0,011$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados validan la hipótesis **H1: el número de bajas médicas de etiología laboral presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.**

Igualmente, es lógico deducir que a medida que los trabajadores envejecen el número de días por cada baja laboral se incrementa. Se puede confirmar esta aseveración, ya que en el grupo de más edad, a pesar de acumular el 10,6% de las bajas, el número de días representa el 20,5% del total; circunstancia similar, pero inversa, se repite en los dos grupos más jóvenes (Figura 302).

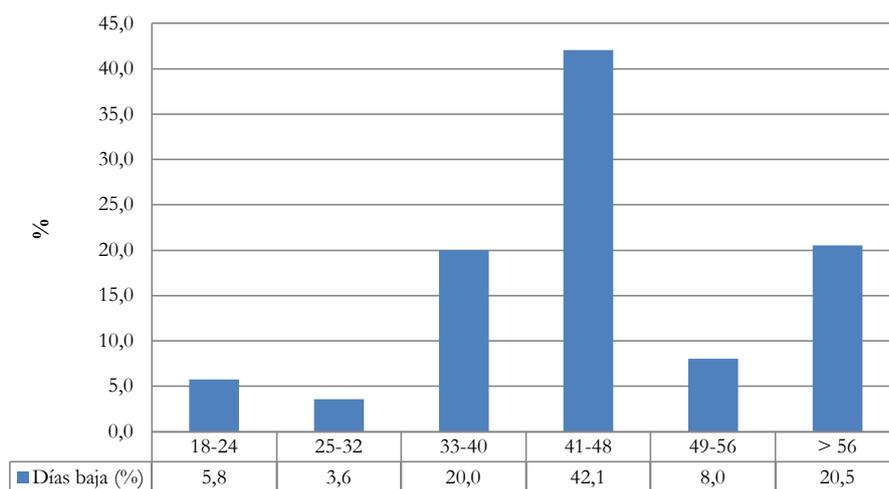


Figura 302. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y el número de días de baja de etiología laboral. (Fuente: elaboración propia).

Por consiguiente, resulta razonable formular una nueva hipótesis con el fin de confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y el número de días de baja por motivos laborales. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el número de días de baja médica de origen laboral es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el número de días de baja médica de origen laboral es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 176) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 16,121$ y $p = 0,007$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: el número de días de baja de etiología laboral presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.**

Tabla 176. Test H de Kruskal-Wallis edad*número de bajas médicas de origen laboral en los invernaderos.

	Valor N° bajas	Valor N° días de baja
Chi-cuadrado	14,843	16,121
gl	5	5
Sig. asintótica	0,011	0,007

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.38. Hipótesis 2-15: Edad-Tamaño de la plantilla laboral en temporada alta

En los invernaderos con menor número de trabajadores (1-2 efectivos) domina la mano de obra de los mayores de 56 años: el 4,3% que muestra la Figura 303 supone el 68,8% de los encuestados pertenecientes a ese rango de edad. En aquellas instalaciones que disponen de entre 3 y 9 efectivos, el grupo de edad más representado, proporcionalmente, es el de los de 25-32 años, mientras que en los invernaderos con las plantillas más numerosas, las trabajadores jóvenes (de 18 a 40 años) son mayoría, careciendo de trabajadores del grupo más veterano. En definitiva, en las grandes instalaciones invernadas se suele

contratar a trabajadores jóvenes, mientras que los mayores, en general, con el tiempo se establecen como autónomos en explotaciones de carácter familiar.

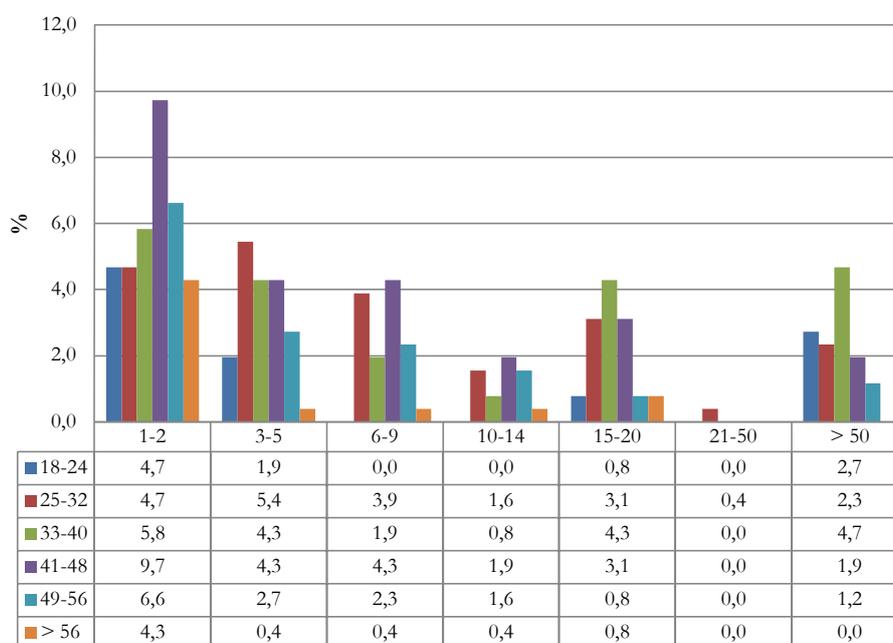


Figura 303. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y el tamaño de la plantilla laboral.
(Fuente: elaboración propia).

Así pues, se puede formular una nueva hipótesis a fin de confirmar o rechazar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad y el número de trabajadores existentes en los invernaderos. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el tamaño de la plantilla laboral es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el tamaño de la plantilla laboral es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 177) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 13,954$ y $\alpha = 0,016$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: el tamaño de la plantilla laboral presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.**

Tabla 177. Test H de Kruskal-Wallis edad*tamaño de la plantilla laboral en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	13,954
gl	5
Sig. asintótica	0,016

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.39. Hipótesis 2-16: Edad-Morfología de la estructura del invernadero

En las visitas efectuadas a las explotaciones con invernaderos se ha comprobado que, por regla general, las estructuras más antiguas suelen ser planas, inclinadas o túneles. En todos los grupos de edad la morfología multitúnel es la más empleada, a excepción del grupo más veterano, en el que el túnel supera al multitúnel (Figura 304).

Por tanto, es posible que exista una relación entre la morfología estructural de los invernaderos y la edad de los trabajadores.

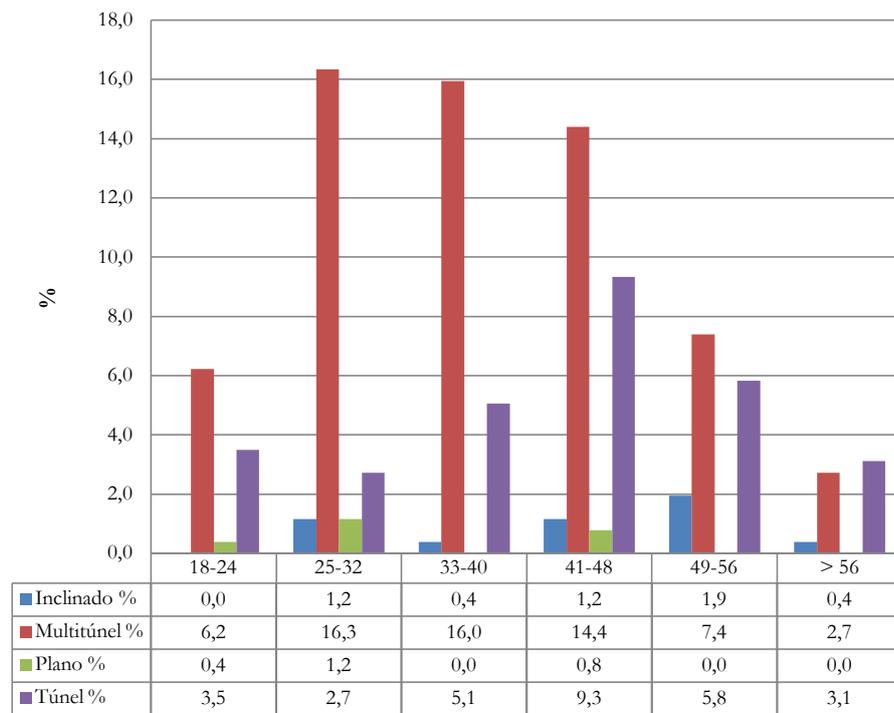


Figura 304. Relación entre la edad de los trabajadores y la morfología de la estructura de los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Se plantea una nueva hipótesis con el objetivo de verificar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y el tipo de estructura del invernadero. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la morfología de la estructura del invernadero es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la morfología de la estructura del invernadero es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 178) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 28,373$ y $\alpha = 0,019$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados certifican la validez de la hipótesis **H1: la morfología de la estructura de los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 178. Test de chi-cuadrado edad*morfología de la estructura de los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	28,373 (a)	15	0,019
Razón de verosimilitudes	31,555	15	0,007
N de casos válidos	257		

a. 13 casillas (54,2%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 0,37.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.40. Hipótesis 2-25: Edad-Formación en PRL a cargo de la empresa

La formación es un derecho del trabajador y una obligación empresarial. La edad no debe ser, en ningún caso, un obstáculo. En los invernaderos estudiados se observa que en todos los grupos de edad el porcentaje de trabajadores formados en PRL por su empresa supera al de los que no han recibido formación, a excepción del grupo de mayor edad, en el que la opción negativa prevalece (Figura 305). Sin embargo, en el grupo de trabajadores de 33-40 años, el más beneficiado en términos generales, la diferencia entre las dos opciones es francamente favorable (16,3 frente a 5,1%).

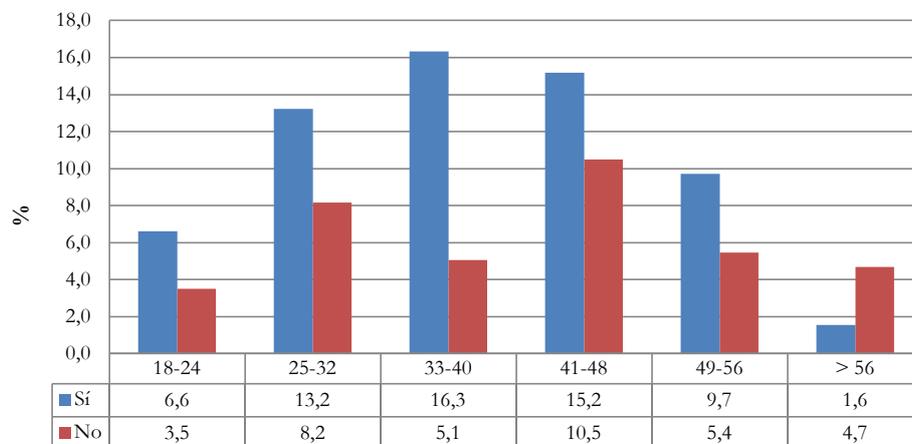


Figura 305. Relación entre la edad y la formación en PRL recibida por los trabajadores de invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

Una nueva hipótesis, destinada a verificar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y la formación en PRL recibida, se plantea en este apartado. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la formación en PRL recibida por los trabajadores es independiente de la edad ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la formación en PRL recibida por los trabajadores es dependiente de la edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 179) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 14,604$ y $\alpha = 0,012$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados certifican la validez de la hipótesis **H1: la formación en PRL auspiciada por la empresa presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 179. Test de chi-cuadrado edad*formación en PRL recibida por los trabajadores de invernadero.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,604 (a)	5	0,012
Razón de verosimilitudes	14,602	5	0,012
N de casos válidos	257		

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,98.
(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta al tipo de formación, a los trabajadores se les ofrecieron dos opciones: charlas informativas y cursos de formación. Las primeras representan una modalidad informal de recibir información y la segunda es la que se imparte en aulas, con docentes especializados y pruebas de evaluación; es decir, con un señalado carácter formal. En este caso, las charlas informativas son más frecuentes en los tres grupos de trabajadores más jóvenes, y los cursos de formación en los grupos más veteranos (Figura 306).

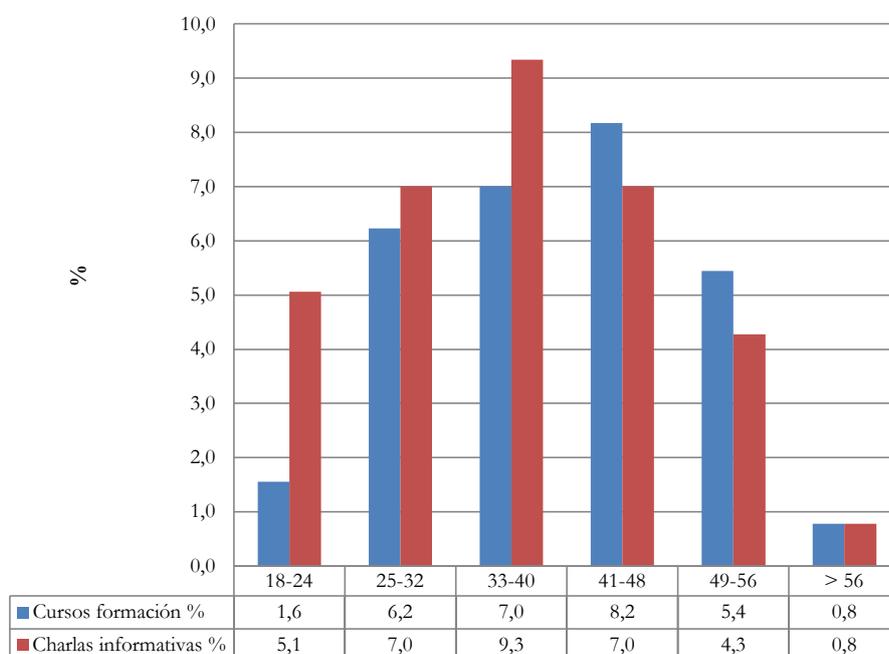


Figura 306. Relación entre la edad de los trabajadores de invernadero y la modalidad empleada por sus empresas para impartir formación en PRL.
(Fuente: elaboración propia).

En este caso es preciso formular dos hipótesis secundarias, cada una de ellas para una modalidad formativa. La primera de ellas está dirigida a determinar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y la formación en PRL recibida a través de cursos de formación. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la formación en PRL recibida por la modalidad de cursos de formación es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la formación en PRL recibida por la modalidad de cursos de formación es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 180) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 20,381$ y $p = 0,026$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la formación en PRL recibida a través de cursos de formación presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.**

Tabla 180. Test de chi-cuadrado edad*formación en PRL recibida a través de cursos de formación.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,381 (a)	10	0,026
Razón de verosimilitudes	20,436	10	0,025
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (5,6%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,67.

(Fuente: elaboración propia).

El objetivo de la segunda de estas hipótesis secundarias es el de comprobar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y la formación en PRL recibida a través de charlas informativas. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la formación en PRL recibida por la modalidad de charlas informativas es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($p \geq 0,05$).
- H1: la formación en PRL recibida por la modalidad de charlas informativas es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($p < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 181) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 20,381$ y $p = 0,026$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la formación en PRL recibida a través de charlas informativas muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 181. Test de chi-cuadrado edad*formación en PRL recibida a través de charlas informativas.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,381 (a)	10	0,026
Razón de verosimilitudes	20,436	10	0,025
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (5,6%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,67.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.41. Hipótesis 2-29: Edad-Técnicas formativas más efectivas

Con el fin de conocer qué tipo de técnica formativa prefieren los trabajadores, se les ofreció elegir entre la presencialidad y la virtualidad. Los cursos presenciales tuvieron mayor aceptación en todos los grupos de edad, mientras la posibilidad de formarse a través de plataformas digitales tuvo muy escaso apoyo, siendo su mejor cifra el 3,1% correspondiente a la franja de 33-40 años (Figura 307).

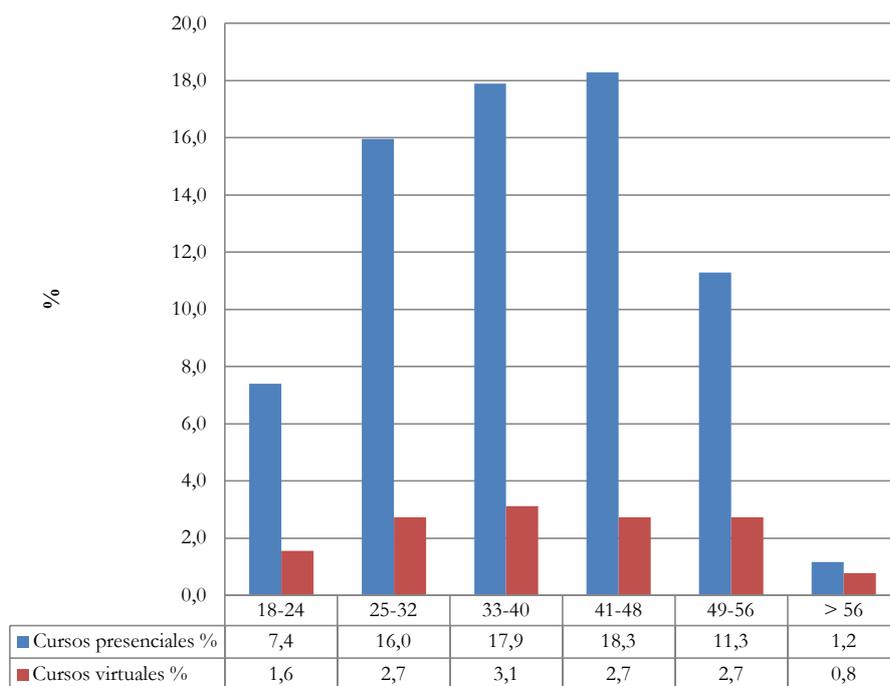


Figura 307. Relación entre la edad de los trabajadores y las técnicas formativas por ellos preferidas.
(Fuente: elaboración propia).

Se presentan dos nuevas hipótesis destinadas a confirmar o rechazar la existencia de sendas relaciones de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y sus técnicas formativas preferidas o más eficaces, a su juicio. En primer lugar se formulan las hipótesis de contraste vinculadas a la preferencia por los cursos presenciales:

- H0: la preferencia por los cursos presenciales como técnica formativa más efectiva es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la preferencia por los cursos presenciales como técnica formativa más efectiva es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 182) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 25,509$ y $\alpha < 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la preferencia por una formación presencial como técnica de mayor eficacia presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 182. Test de chi cuadrado edad*preferencia por los cursos presenciales de formación como técnica formativa más efectiva entre los trabajadores de invernadero.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25,509 (a)	5	< 0,001
Razón de verosimilitudes	24,065	5	< 0,001
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (8,3%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,48.

(Fuente: elaboración propia).

La posibilidad de establecer dicha relación de dependencia significativa con la formación virtual, conduce al planteamiento de estas hipótesis de contraste:

- H0: la preferencia por los cursos virtuales como técnica formativa más efectiva es independiente de la edad de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la preferencia por los cursos virtuales como técnica formativa más efectiva es dependiente de la edad de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis confirma la ausencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 1,294$ y $\rho = 0,936$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa.

En definitiva, los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis H1 y validar la hipótesis **H0: la preferencia por una formación virtual como técnica de mayor eficacia no presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

6.1.6.42. Hipótesis 2-37: Edad-Recuperación física entre jornadas de trabajo

La recuperación física entre dos jornadas laborales consecutivas evita la aparición de fatiga crónica, causante de TME. La Figura 308 representa la distribución de frecuencias de ambas variables considerando los porcentajes totales para cada grupo de edad con el fin de visualizar más nítidamente las diferencias existentes.

Los trabajadores de invernadero estudiados presentan un comportamiento diferente al esperado en función de la edad. Así, los que presentan una mayor frecuencia de recuperación son los tres grupos más veteranos (66,7% en los dos grupos de 41 a 56 años y 56,3% en los mayores de 56), posiblemente debido a que su experiencia les permite regular el gasto energético y mejorar cualitativamente sus períodos de descanso de un día para otro. Por el contrario, el grupo de edad más joven, a pesar de que la opción mayoritaria manifestada es la de que siempre se recuperan, la diferencia con el resto de posibilidades es menor (aquellos que, o no se recuperan, o lo hacen alguna vez, suman el 19,2% del total del grupo; es decir, casi uno de cada cinco). Sin embargo, ningún trabajador mayor de 56 años considera las opciones alguna vez o nunca.

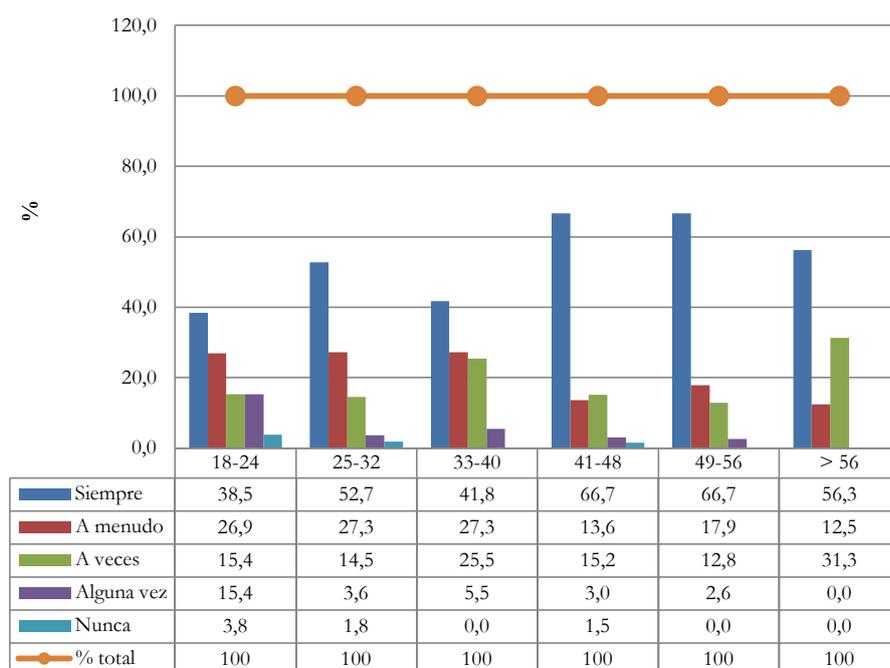


Figura 308. Relación entre la edad de los trabajadores y la frecuencia en la recuperación física entre jornadas de trabajo.
(Fuente: elaboración propia).

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, resulta razonable formular una nueva hipótesis con el fin de confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y el grado de recuperación física entre jornadas laborales. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia en la recuperación física entre jornadas de trabajo es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia en la recuperación física entre jornadas de trabajo es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 183) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 11,491$ y $p = 0,042$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la frecuencia en la recuperación física entre jornadas de trabajo presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.**

Tabla 183. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia en la recuperación física entre jornadas laborales.

	Valor
Chi-cuadrado	11,491
gl	5
Sig. asintótica	0,042

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.43. Hipótesis 2-38: Edad-Presencia de obstáculos en lugares de trabajo

La presencia de obstáculos en los puestos de trabajo, áreas de paso y salidas de emergencia suele causar accidentes por caídas al mismo y distinto nivel, así como cortes y golpes con objetos. Los trabajadores de los invernaderos extremeños manifiestan mayoritariamente la inexistencia de los mencionados obstáculos, posiblemente debido a la falta de espacio, habitual en este tipo de instalaciones, con el fin de maximizar la superficie disponible para dedicarla al cultivo. Esta es, quizá, la razón de que en los alrededores del invernadero se suelen encontrar acumulaciones de objetos de todo tipo. Sin embargo, en el grupo más joven la opinión mencionada comparte el primer puesto con la presencia, a veces, de obstáculos (Figura 309). Los valores más negativos corresponden al grupo de 33-40 años, en el que las opciones a menudo y siempre tienen mayor presencia.

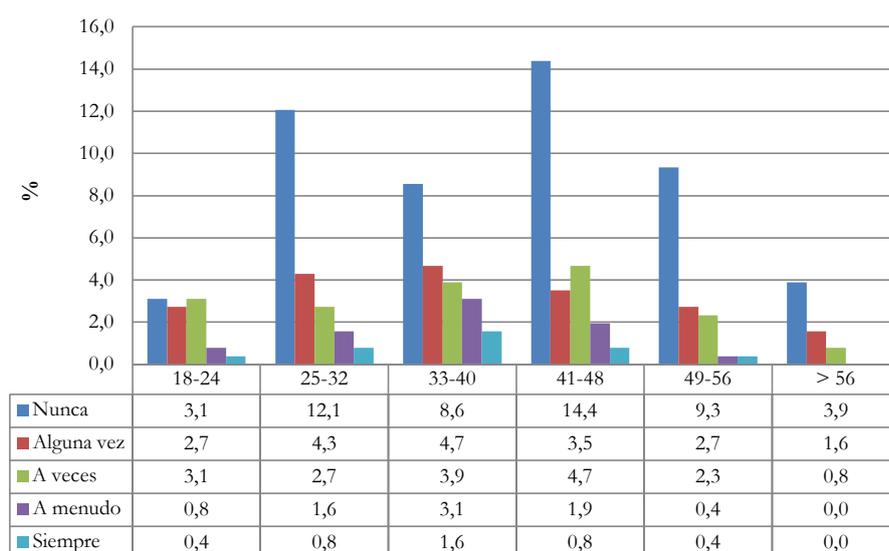


Figura 309. Relación entre la edad de los trabajadores y la existencia de obstáculos en los lugares de trabajo y zonas de paso.

(Fuente: elaboración propia).

Así pues, resulta lógico lanzar una nueva hipótesis con el fin de confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y la presencia de obstáculos en los puestos de trabajo y zonas de paso. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la presencia de obstáculos en los lugares de trabajo es independiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la presencia de obstáculos en los lugares de trabajo es dependiente de la edad de los trabajadores de invernadero ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 184) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,758$ y $p = 0,026$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la presencia de obstáculos en los lugares de trabajo y**

zonas de paso presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.

Tabla 184. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia en la presencia de obstáculos en lugares de trabajo.

	Valor
Chi-cuadrado	12,758
gl	5
Sig. asintótica	0,026

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.44. Hipótesis 2-39: Edad-Riesgos presentes en el trabajo

Los riesgos inherentes al trabajo en invernaderos son muy numerosos. A los trabajadores se les ofreció la posibilidad de elegir, entre 31 condiciones o factores del trabajo, los que a su juicio entrañarían riesgos. En general, no se aprecian importantes diferencias entre los diferentes grupos de edad (Figura 310).

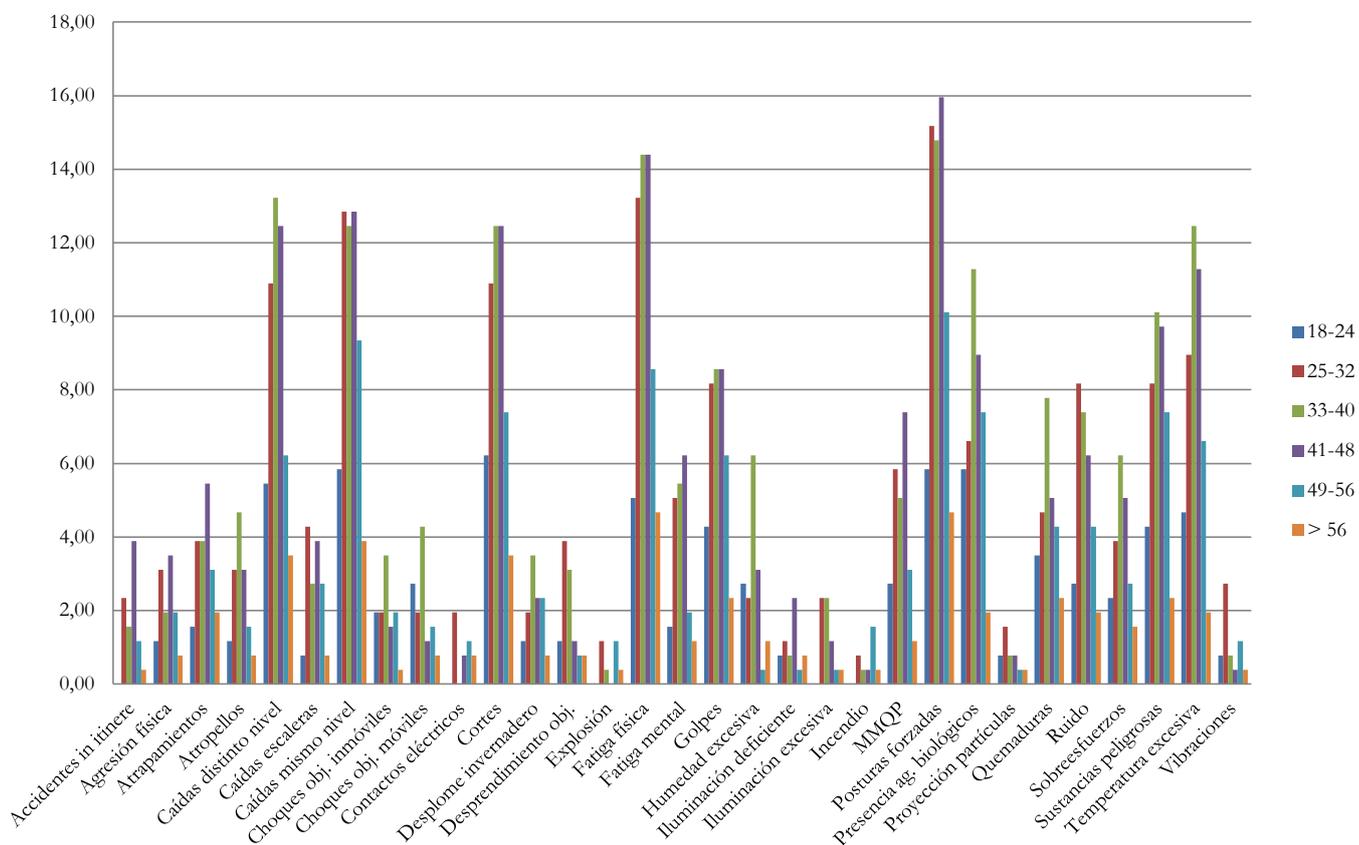


Figura 310. Relación entre la edad y los riesgos presentes en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Las frecuencias obtenidas para cada riesgo, en función de los grupos de edad, han sido sometidas a la prueba de chi-cuadrado para averiguar si alguno de dichos riesgos presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores (Tabla 185). En sólo dos tipos de aspectos del trabajo se

presenta esta circunstancia: choques con objetos móviles y humedad excesiva, ambos con porcentajes más elevados en la franja de edad de 33-40 años.

Tabla 185. Riesgos laborales presentes en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.

Riesgos	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de <i>p</i>
Accidentes <i>in itinere</i>	0,0	2,3	1,6	3,9	1,2	0,4	6,055	0,301
Agresión física	1,2	3,1	2,0	3,5	2,0	0,8	0,901	0,970
Atrapamientos	1,6	3,9	3,9	5,5	3,1	2,0	1,913	0,861
Atropellos	1,2	3,1	4,7	3,1	1,6	0,8	3,498	0,624
Caídas distinto nivel	5,5	10,9	13,2	12,5	6,2	3,5	4,502	0,480
Caídas escaleras	0,8	4,3	2,7	3,9	2,7	0,8	2,704	0,746
Caídas mismo nivel	5,8	12,8	12,5	12,8	9,3	3,9	2,081	0,838
Choques objetos inmóviles	2,0	2,0	3,5	1,6	2,0	0,4	5,618	0,345
Choques objetos móviles	2,7	2,0	4,3	1,2	1,6	0,8	12,397	0,030
Contactos eléctricos	0,0	2,0	0,0	0,8	1,2	0,8	9,786	0,082
Cortes	6,2	10,9	12,5	12,5	7,4	3,5	2,344	0,800
Desplome invernadero	1,2	2,0	3,5	2,3	2,3	0,8	2,382	0,794
Desprendimiento objetos	1,2	3,9	3,1	1,2	0,8	0,8	7,894	0,162
Explosión	0,0	1,2	0,4	0,0	1,2	0,4	7,496	0,186
Fatiga física	5,1	13,2	14,4	14,4	8,6	4,7	4,509	0,479
Fatiga mental	1,6	5,1	5,5	6,2	2,0	1,2	3,351	0,646
Golpes	4,3	8,2	8,6	8,6	6,2	2,3	1,059	0,958
Humedad excesiva	2,7	2,3	6,2	3,1	0,4	1,2	16,488	0,006
Iluminación deficiente	0,8	1,2	0,8	2,3	0,4	0,8	3,686	0,595
Iluminación excesiva	0,0	2,3	2,3	1,2	0,4	0,4	6,622	0,250
Incendio	0,0	0,8	0,4	0,4	1,6	0,4	7,802	0,168
MMQP	2,7	5,8	5,1	7,4	3,1	1,2	1,491	0,914
Posturas forzadas	5,8	15,2	14,8	16,0	10,1	4,7	2,640	0,755
Presencia agentes biológicos	5,8	6,6	11,3	9,0	7,4	2,0	10,869	0,054
Proyección partículas	0,8	1,6	0,8	0,8	0,4	0,4	2,380	0,795

Riesgos	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de p
Quemaduras	3,5	4,7	7,8	5,1	4,3	2,3	6,525	0,258
Ruido	2,7	8,2	7,4	6,2	4,3	2,0	3,411	0,637
Sobreesfuerzos	2,3	3,9	6,2	5,1	2,7	1,6	2,770	0,735
Sustancias peligrosas	4,3	8,2	10,1	9,7	7,4	2,3	2,273	0,810
Temperatura excesiva	4,7	9,0	12,5	11,3	6,6	2,0	5,279	0,383
Vibraciones	0,8	2,7	0,8	0,4	1,2	0,4	7,362	0,195

(Fuente: elaboración propia).

Se muestran a continuación dos nuevas hipótesis destinadas a confirmar la existencia de sendas relaciones de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y la presencia de dos tipos de riesgos presentes en el trabajo: choques con objetos móviles y humedad excesiva. Se formulan, para el primero de estos riesgos, las siguientes hipótesis de contraste:

- H0: la calificación de los choques con objetos móviles como riesgo del trabajo es independiente de la edad ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la calificación de los choques con objetos móviles como riesgo del trabajo es dependiente de la edad ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 186) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,397$ y $\rho = 0,03$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la consideración de los choques con objetos móviles como riesgo del trabajo muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 186. Test de chi-cuadrado edad*choques con objetos móviles como riesgo presente en el trabajo de los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,397 (a)	5	0,030
Razón de verosimilitudes	12,071	5	0,034
N de casos válidos	257		

a. 3 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,99.

(Fuente: elaboración propia).

Con respecto al segundo de estos riesgos, las hipótesis de contraste son:

- H0: la calificación de la humedad excesiva como riesgo del trabajo es independiente de la edad ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la calificación de la humedad excesiva como riesgo del trabajo es dependiente de la edad ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 187) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 16,488$ y $\rho = 0,006$, por lo que la diferencia

entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la consideración de la humedad excesiva como riesgo del trabajo muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 187. Test de chi-cuadrado edad*humedad excesiva como riesgo presente en el trabajo de los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,488 (a)	5	0,006
Razón de verosimilitudes	17,573	5	0,004
N de casos válidos	257		

a. 2 casillas (16,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,55.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.45. Hipótesis 2-40: Edad-Causas probables de accidente de trabajo

La valoración que hacen los trabajadores sobre las posibles causas de accidentes de trabajo sigue una tendencia similar a la de los riesgos presentes en el trabajo. En general, no hay diferencias importantes en función de la edad, salvo en un único caso: la manipulación de sustancias químicas. El porcentaje más elevado corresponde a la distracción, descuido (16,7%), en el grupo de edad de 41-48 años, seguido de posturas forzadas (13,6%) en el mismo grupo de edad (Figura 311).

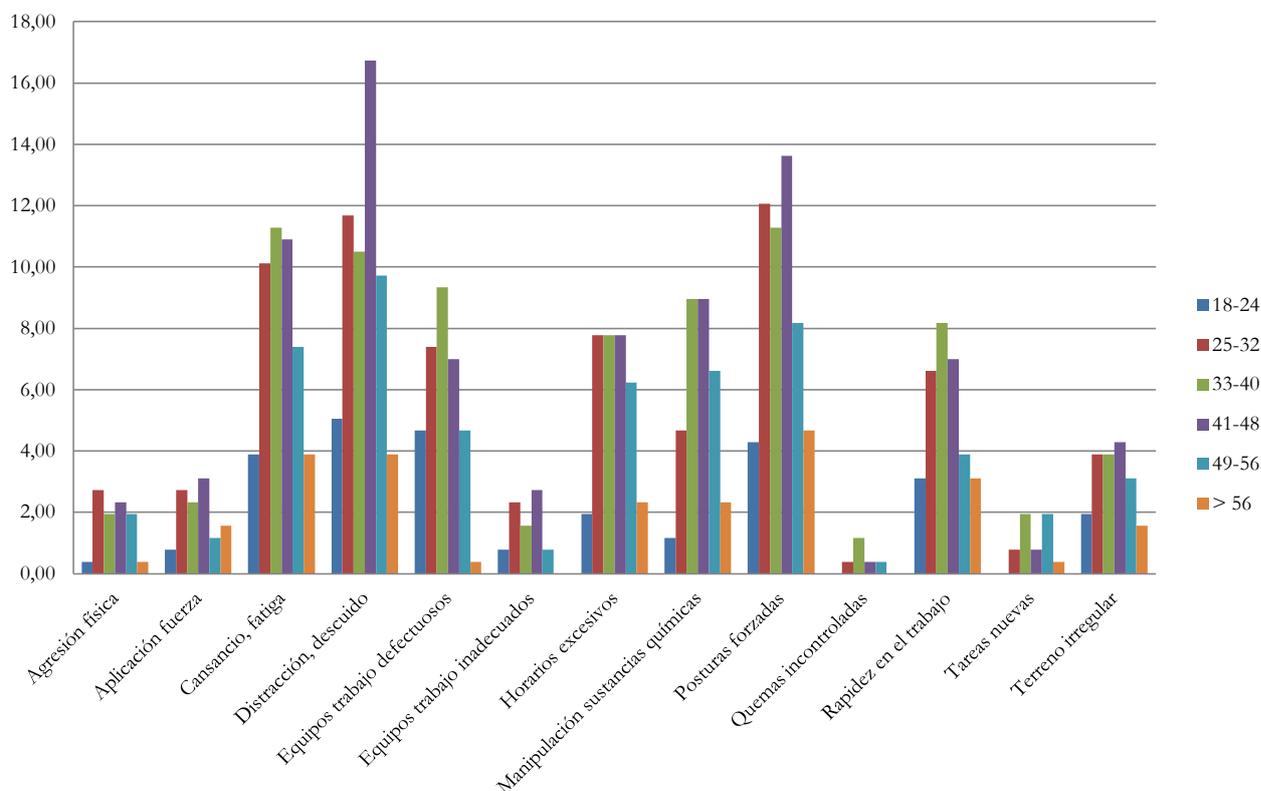


Figura 311. Relación entre la edad y las posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Así pues, la relación de dependencia significativa buscada sólo se ha podido hallar en una de las trece posibles causas de accidentes de trabajo ofrecidas y señaladas, en su caso, por los propios trabajadores. Se trata de la manipulación de sustancias químicas, que presenta su mayor porcentaje, del 9,0%, compartido por los trabajadores de 33-40 y 41-48 años (Tabla 188). Por otra parte, la utilización de equipos de trabajo defectuosos muestra un valor de $\rho = 0,05$, no significativo pero situado en el límite de la significancia para un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 188. Posibles causas de accidentes de trabajo en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.

Posibles causas de AT	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de p
Agresión física	0,4	2,7	2,0	2,3	2,0	0,4	2,289	0,808
Aplicación fuerza	0,8	2,7	2,3	3,1	1,2	1,6	3,858	0,570
Cansancio, fatiga	3,9	10,1	11,3	10,9	7,4	3,9	3,604	0,608
Distracción, descuido	5,1	11,7	10,5	16,7	9,7	3,9	4,829	0,437
Equipos trabajo defectuosos	4,7	7,4	9,3	7,0	4,7	0,4	11,051	0,050
Equipos trabajo inadecuados	0,8	2,3	1,6	2,7	0,8	0,0	3,043	0,693
Horarios excesivos	2,0	7,8	7,8	7,8	6,2	2,3	4,155	0,527
Manipulación sustancias químicas	1,2	4,7	9,0	9,0	6,6	2,3	12,738	0,026
Posturas forzadas	4,3	12,1	11,3	13,6	8,2	4,7	4,457	0,486
Quemas incontroladas	0,0	0,4	1,2	0,4	0,4	0,0	3,620	0,605
Rapidez en el trabajo	3,1	6,6	8,2	7,0	3,9	3,1	4,805	0,440
Tareas nuevas	0,0	0,8	2,0	0,8	2,0	0,4	7,568	0,182
Terreno irregular	2,0	3,9	3,9	4,3	3,1	1,6	0,706	0,983

(Fuente: elaboración propia).

Por tanto, con respecto a la manipulación de sustancias químicas, las hipótesis de contraste son:

- H0: la manipulación de sustancias químicas como posible causa de accidente de trabajo es independiente de la edad ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la manipulación de sustancias químicas como posible causa de accidente de trabajo es dependiente de la edad ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 189) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,738$ y $\rho = 0,026$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa.

Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la manipulación de sustancias químicas como posible causa de accidente de trabajo muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 189. Test de chi-cuadrado edad*manipulación de sustancias químicas como posible causa de accidente de trabajo en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,738 (a)	5	0,026
Razón de verosimilitudes	13,809	5	0,017
N de casos válidos	257		

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,23.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.46. Hipótesis 2-42: Edad-Conocimiento de la temperatura del invernadero

El conocimiento por los trabajadores de las condiciones termohigrométricas del invernadero permite establecer las medidas preventivas pertinentes. En las instalaciones estudiadas, los trabajadores más jóvenes suelen desconocer siempre la temperatura del ambiente laboral que les rodea: un 9,3% en los grupos de edad de 25-32 y 33-40 años. Sin embargo, la mayoría de los trabajadores más veteranos (3,5%) conocen siempre la temperatura a la que trabajan (Figura 312).

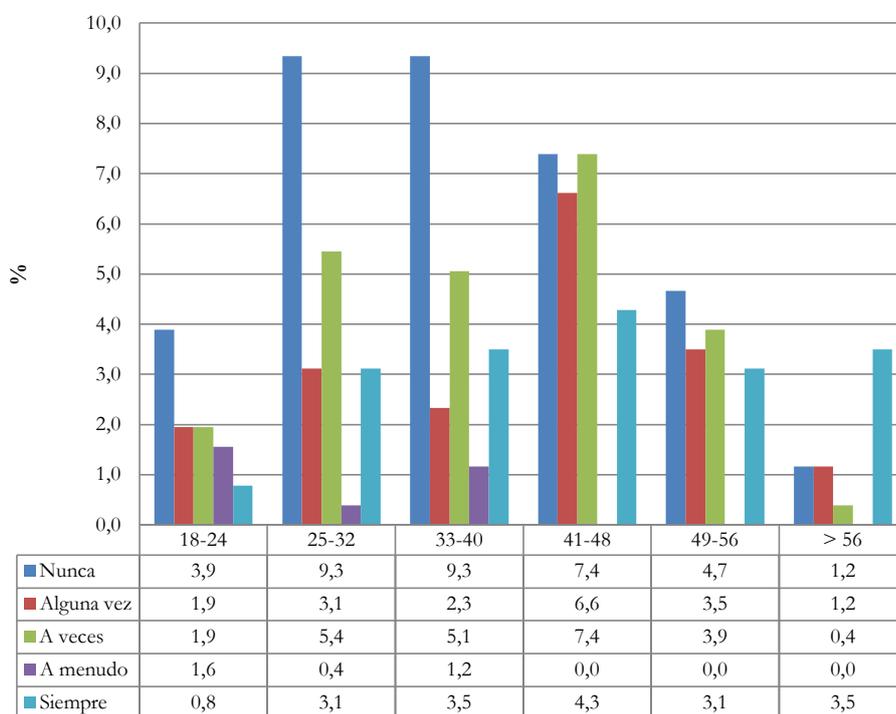


Figura 312. Relación entre la edad y el grado de conocimiento de la temperatura en el invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

Se presenta una nueva hipótesis destinada a confirmar o rechazar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y su grado de conocimiento de la temperatura del invernadero. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el conocimiento de la temperatura existente en el invernadero es independiente de la edad de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).

- H1: el conocimiento de la temperatura existente en el invernadero es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 190) impide confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 7,811$ y $\rho = 0,167$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados rechazan la hipótesis H1 y validan la **H0: el conocimiento de la temperatura en el interior del invernadero no presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 190. Test H de Kruskal-Wallis edad*grado de conocimiento de la temperatura en el interior del invernadero.

	Valor
Chi-cuadrado	7,811
gl	5
Sig. asintótica	0,167

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.47. Hipótesis 2-59: Edad-Satisfacción mantenimiento equipos de trabajo

En los invernaderos estudiados el grado de satisfacción debido al mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados es máximo en todos los grupos de edad a excepción de los trabajadores de 33-40 años, entre los que un 7,8% muestra un nivel mayoritario de satisfacción de tipo moderado (Figura 313).

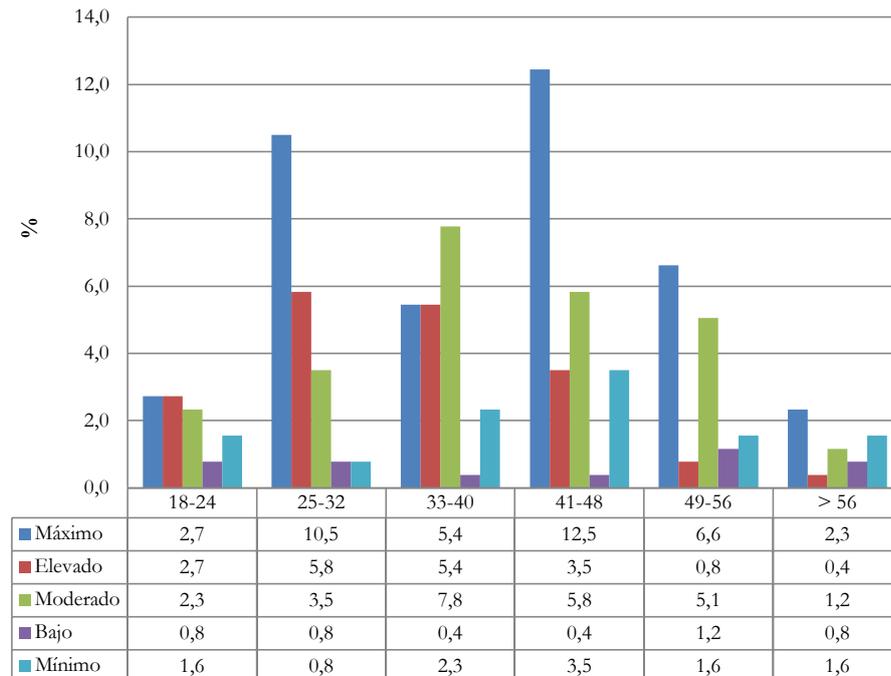


Figura 313. Relación entre la edad y el grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Se plantea una nueva hipótesis destinada a verificar la posible existencia de una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores y su grado de satisfacción por el mantenimiento de los equipos empleados en el invernadero.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: el grado de satisfacción generado por el mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: el grado de satisfacción generado por el mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 191) confirma la inexistencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 10,498$ y $p = 0,062$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa.

Así pues, estos resultados impiden validar la hipótesis H1 y sí confirmar la **H0: el grado de satisfacción debido al mantenimiento de los equipos de trabajo empleados en los invernaderos no muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 191. Test H de Kruskal-Wallis edad*grado de satisfacción debido al mantenimiento de los equipos de trabajo utilizados en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	10,498
gl	5
Sig. asintótica	0,062

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.48. Hipótesis 2-60: Edad-Frecuencia de utilización de los equipos de protección

La frecuencia de utilización de los equipos de protección en los invernaderos es mayoritariamente máxima en todos los grupos de edad, a excepción de los trabajadores de 33-40 años, quienes los emplean sobre todo a veces (7,8%) y el grupo de los mayores de 56 años, quienes los utilizan alguna vez (2,3%) como elección más frecuente. En la franja de edad de 41-48 años, el porcentaje de los que usan siempre los equipos de protección (13,6%) supera ampliamente a los del resto de opciones (Figura 314). Por tanto, la asiduidad en el empleo de estos equipos, a pesar de ser aceptable, presenta ciertas contradicciones.

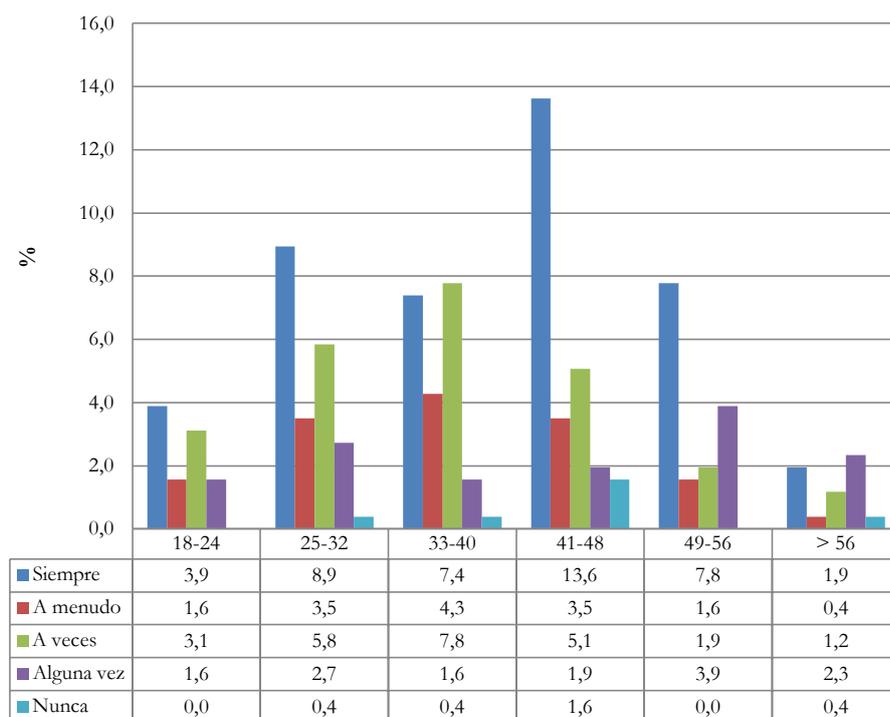


Figura 314. Relación entre la edad y la frecuencia de utilización de los equipos de protección puestos a disposición en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Se configura una nueva hipótesis con el objetivo de comprobar la existencia o ausencia de una relación de dependencia significativa entre la frecuencia de uso de los equipos de protección puestos a disposición en el invernadero y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia de utilización de los equipos de protección disponibles en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia de utilización de los equipos de protección disponibles en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 192) rechaza la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 5,774$ y $p = 0,329$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa.

Así pues, estos resultados validan la hipótesis **H0: la frecuencia en el empleo de los equipos de protección puestos a disposición en los invernaderos carece de una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 192. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia de utilización de los equipos de protección en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	5,774
gl	5
Sig. asintótica	0,329

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.49. Hipótesis 2-61: Edad-Equipos de protección utilizados

Los cinco equipos de protección más utilizados (ropa de trabajo adecuada, guantes de protección, calzado de seguridad, mascarillas y gafas de seguridad) alcanzan su mayor porcentaje entre los trabajadores de 41-48 años, los más numerosos de la muestra estudiada. Por el contrario, en el caso de otros equipos, como los de protección contra incendios, máquinas y herramientas eléctricas protegidas, PVD anti-fatiga, señalización de seguridad y sillas ergonómicas, los valores más elevados se encuentran entre trabajadores pertenecientes a grupos de edad menos numerosos (Figura 315).

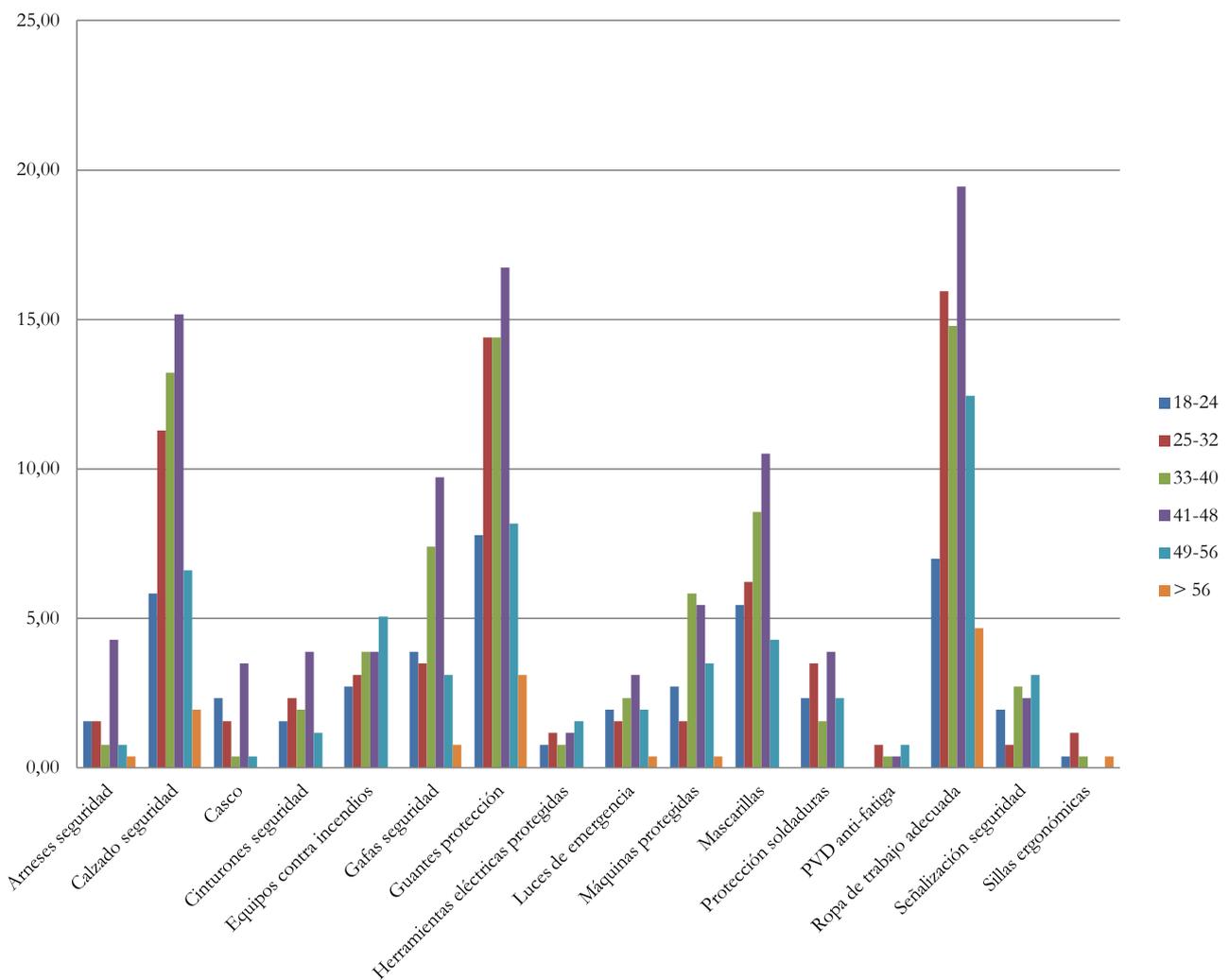


Figura 315. Relación entre la edad y los equipos de protección utilizados en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Se han hallado cuatro equipos que presentan una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores: casco, equipos de protección contra incendios, gafas de seguridad y mascarillas (Tabla 193). Se diseña una nueva hipótesis con el objetivo de confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la utilización de los cuatro equipos de protección mencionados y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste para analizar dicha relación son:

- H0: la utilización en los invernaderos de casco, equipos contra incendios, gafas de seguridad y mascarillas como equipos de protección es independiente de la edad de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la utilización en los invernaderos de casco, equipos contra incendios, gafas de seguridad y mascarillas como equipos de protección es dependiente de la edad de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

Tabla 193. Equipos de protección utilizados en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.

Equipos de protección utilizados	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de p
Arneses seguridad	1,6	1,6	0,8	4,3	0,8	0,4	8,695	0,122
Calzado seguridad	5,8	11,3	13,2	15,2	6,6	2,0	7,257	0,202
Casco	2,3	1,6	0,4	3,5	0,4	0,0	16,401	0,006
Cinturones seguridad	1,6	2,3	2,0	3,9	1,2	0,0	4,324	0,504
Equipos contra incendios	2,7	3,1	3,9	3,9	5,1	0,0	11,521	0,042
Gafas seguridad	3,9	3,5	7,4	9,7	3,1	0,8	12,332	0,031
Guantes protección	7,8	14,4	14,4	16,7	8,2	3,1	5,542	0,353
Herramientas eléctricas protegidas	0,8	1,2	0,8	1,2	1,6	0,0	3,382	0,641
Luces emergencia	2,0	1,6	2,3	3,1	2,0	0,4	3,075	0,688
Máquinas protegidas	2,7	1,6	5,8	5,5	3,5	0,4	10,516	0,062
Mascarillas	5,5	6,2	8,6	10,5	4,3	0,0	15,923	0,007
Protección soldaduras	2,3	3,5	1,6	3,9	2,3	0,0	6,970	0,223
PVD anti-fatiga	0,0	0,8	0,4	0,4	0,8	0,0	3,006	0,699
Ropa trabajo adecuada	7,0	16,0	14,8	19,5	12,5	4,7	2,439	0,786
Señalización seguridad	2,0	0,8	2,7	2,3	3,1	0,0	10,930	0,053
Sillas ergonómicas	0,4	1,2	0,4	0,0	0,0	0,4	6,259	0,282

(Fuente: elaboración propia).

Las pruebas chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 194) confirman la existencia de una relación de dependencia significativa entre las variables mencionadas, ya que:

- Casco: $X^2 = 16,401$ y $\rho = 0,006$.
- Equipos contra incendios: $X^2 = 11,521$ y $\rho = 0,042$.
- Gafas de seguridad: $X^2 = 12,332$ y $\rho = 0,031$.
- Mascarillas: $X^2 = 15,923$ y $\rho = 0,007$.

Por consiguiente, la diferencia entre la hipótesis nula y los hechos observados es estadísticamente significativa. Estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la utilización en los invernaderos de casco, equipos contra incendios, gafas de seguridad y mascarillas como equipos de protección muestra, cada una de ellos, una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 194. Test chi-cuadrado edad*utilización del casco, equipos contra incendios, gafas de seguridad y mascarillas como equipos de protección en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson casco	16,401 ^a	5	0,006
Razón de verosimilitudes casco	16,792	5	0,005
Chi-cuadrado de Pearson equipos contra incendios	11,521 ^b	5	0,042
Razón de verosimilitudes equipos contra incendios	13,636	5	0,018
Chi-cuadrado de Pearson gafas de seguridad	12,332 ^c	5	0,031
Razón de verosimilitudes gafas de seguridad	12,935	5	0,024
Chi-cuadrado de Pearson mascarillas	15,923 ^d	5	0,007
Razón de verosimilitudes mascarillas	20,900	5	0,001
Nº de casos válidos	257		

a. 5 casillas (41,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,31.

b. 2 casillas (16,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,99.

c. 1 casilla (8,3%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,54.

d. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,60.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.50. Hipótesis 2-65: Edad-Presencia de equipos de protección contra incendios

La presencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos es mayoritaria en todos los grupos de edad, a excepción de los trabajadores mayores de 56 años, rango en el que el porcentaje entre ambas opciones se reparte equitativamente. No obstante, existen importantes diferencias entre los valores correspondientes a diferentes grupos; así, el de 33-40 años muestra unos porcentajes de 17,5% (sí) y 3,9% (no), mientras que en el de 41-48 años, los valores respectivos son 16,7 y 8,9% (Figura 316).

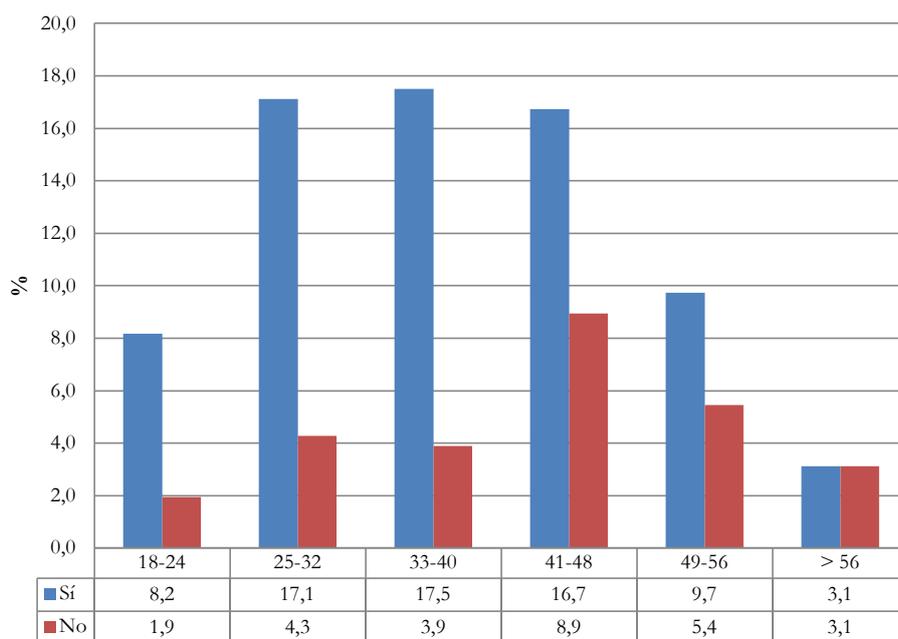


Figura 316. Relación entre la edad de los trabajadores y la presencia en los invernaderos de equipos de protección contra incendios.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis ahora planteada está destinada a averiguar la posible existencia de una relación de dependencia significativa entre la presencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la presencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la presencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 195) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,032$ y $\alpha = 0,034$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la existencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos manifiesta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 195. Test de chi-cuadrado edad*presencia de equipos de protección contra incendios en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,032 (a)	5	0,034
Razón de verosimilitudes	11,851	5	0,037
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (8,3%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,42.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.51. Hipótesis 2-72/73: Edad- Aplicación de los tratamientos fitosanitarios

La tarea de realizar los tratamientos fitosanitarios está relacionada significativamente con la edad (epígrafe 6.1.6.35. Hipótesis 2-10: Edad-Tarea frecuente: tratamientos fitosanitarios, Figura 299 y Tabla 174), de manera que a medida que el trabajador adquiere veteranía asume la tarea de aplicar los plaguicidas. Debido a esta circunstancia, cabe pensar que tanto las medidas de protección seguidas como las consecuencias de las deficiencias o fallos en las mismas presenten también una conexión con la edad de los trabajadores. En los invernaderos, el grado de cumplimiento de las medidas adecuadas de protección es, en general, heterogéneo (Figura 317). En algunas franjas de edad, como la de los trabajadores mayores de 56 años, se observan importantes diferencias entre la dosificación del producto (3,5%) y el hecho de no quitarse el traje en pleno tratamiento (0,4%); o bien entre los de 33-40 años, en aspectos como la dosificación (10,1%) y el lavado inmediato o desechado de la ropa tras el tratamiento (3,9%).

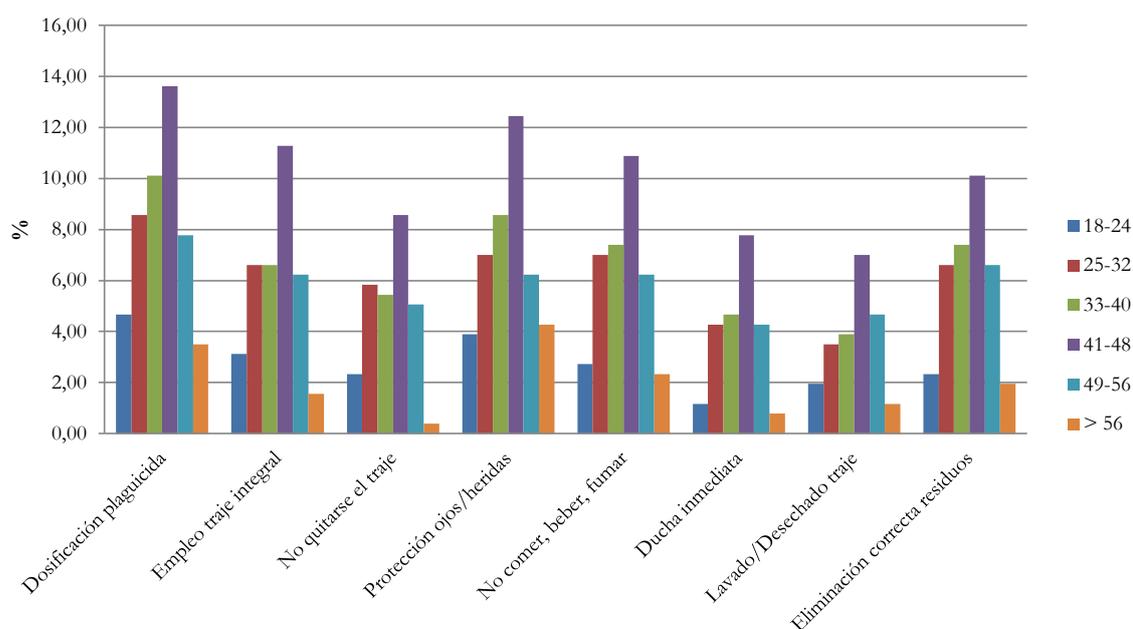


Figura 317. Relación entre la edad de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios y el grado de cumplimiento de las medidas de protección, tomando como base el número total de trabajadores.

(Fuente: elaboración propia).

Los resultados obtenidos, tras someter a la prueba de chi-cuadrado (Tabla 196) los porcentajes correspondientes al grado de cumplimiento de las medidas de protección, muestran una relación de dependencia significativa entre la edad y el grado de seguimiento de la batería de actuaciones preventivas ofrecidas a los encuestados. Sólo en dos de ellas no se ha observado esa relación de dependencia: protección de ojos o heridas ($\rho = 0,084$) y lavado inmediato o desechado de la ropa utilizada durante la aplicación ($\rho = 0,086$). **Así pues, no se puede establecer, como hipótesis general, que exista una relación de dependencia significativa entre el grado de cumplimiento de las medidas de protección propuestas y la edad de los trabajadores de invernadero. Sólo se puede validar, como hipótesis H1, que la dosificación del plaguicida, el empleo del traje de protección integral, el hecho de no retirar dicha ropa durante el tratamiento, no comer, beber o fumar durante la aplicación, la toma de una ducha inmediatamente después de realizar esta tarea y la eliminación correcta de los residuos de plaguicidas tras el lavado y enjuague de la mochila o de la máquina utilizada, presentan una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 196. Medidas de protección seguidas por los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios en los invernaderos en función de la edad (% basado en n = 257) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.

Medidas de protección	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de <i>p</i>
Dosificación plaguicida	4,7	8,6	10,1	13,6	7,8	3,5	28,260	0,002
Empleo traje integral	3,1	6,6	6,6	11,3	6,2	1,6	28,335	0,002
No quitarse traje durante tto.	2,3	5,8	5,5	8,6	5,1	0,4	31,772	< 0,001
Protección ojos/heridas	3,9	7,0	8,6	12,5	6,2	4,3	16,591	0,084
No comer, beber, fumar	2,7	7,0	7,4	10,9	6,2	2,3	21,086	0,020
Ducha inmediata	1,2	4,3	4,7	7,8	4,3	0,8	22,547	0,013
Lavado/Desechado traje	2,0	3,5	3,9	7,0	4,7	1,2	16,489	0,086
Eliminación correcta residuos	2,3	6,6	7,4	10,1	6,6	2,0	21,853	0,016

(Fuente: elaboración propia).

Si se considera el porcentaje de cada grupo de edad como un total (100%), se observan más nítidamente las diferencias para cada una de las medidas de protección (Figura 318). Así, la dosificación del plaguicida y la protección de ojos y/o heridas predominan entre los mayores de 56 años; los valores correspondientes al empleo del traje integral, no comer, beber o fumar durante el tratamiento y ducha inmediata tras la finalización del mismo son superiores en el grupo de 41-48 años, mientras que el lavado o desechado de la ropa utilizada y la eliminación correcta de los residuos de plaguicidas dominan entre los trabajadores de 49 a 56 años.

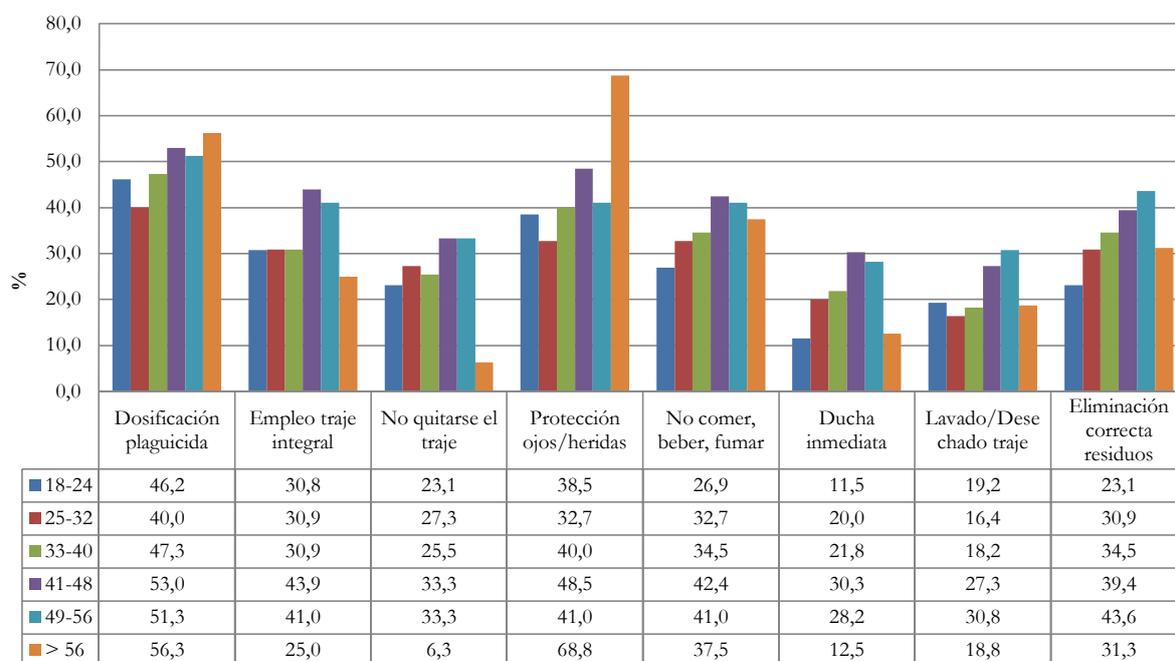


Figura 318. Relación entre la edad de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios y el grado de cumplimiento de las medidas de protección, tomando como base el porcentaje total de cada grupo de edad.

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a las consecuencias para la salud procedentes de incumplimientos en alguna de las medidas de protección propuestas, han sido, en líneas generales, escasas, aunque no por ello han de ser ignoradas, ya que algunas ellas, como las pérdidas de conocimiento durante o tras la aplicación (0,8% entre los trabajadores de 41-48 años) o la presencia de temblores tras el tratamiento (con casos en varias franjas de edad) son de extrema importancia (Figura 319). El escozor de piel u ojos y las cefaleas son los trastornos más frecuentes (2,3%), y aparecen en trabajadores de 49-56 y 41-48 años, respectivamente.

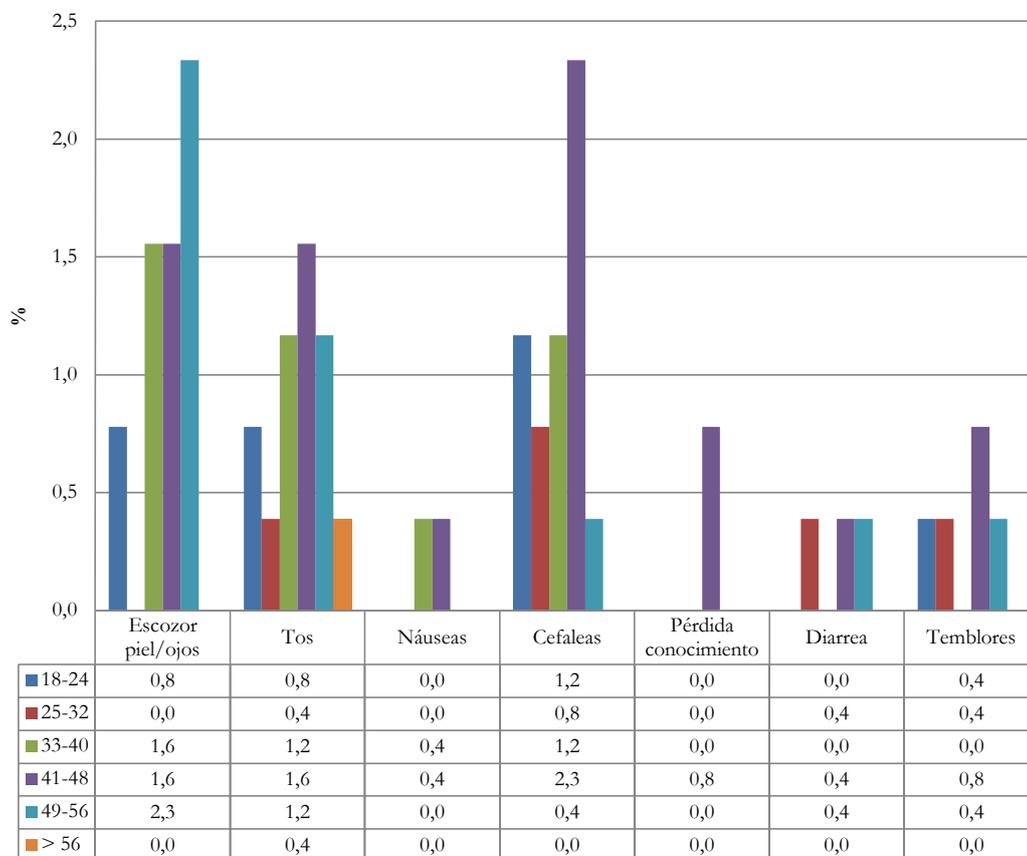


Figura 319. Relación entre la edad y las consecuencias negativas para la salud de los aplicadores de fitosanitarios derivadas del incumplimiento de alguna de las medidas de protección.
(Fuente: elaboración propia).

Los resultados obtenidos tras la aplicación del test de chi-cuadrado (Tabla 197), correspondientes a las consecuencias negativas para la salud, del incumplimiento de alguna de las medidas de protección, muestran, en algunos aspectos, una relación de dependencia significativa con la edad de los aplicadores. En tres de ellas se observa esa relación de dependencia: escozor de piel u ojos, cefaleas tras la aplicación y pérdidas de conocimiento durante o tras el tratamiento. **Así pues, no se puede establecer como hipótesis general que exista una relación de dependencia significativa entre la edad de los trabajadores de invernadero y las consecuencias negativas para la salud como consecuencia del fallo de alguna de las medidas de protección propuestas. Sólo se puede validar, como hipótesis H1, la existencia de dicha dependencia con respecto a la edad de los trabajadores, de la presencia de escozor en piel/ojos ($X^2 = 23,914$, $\rho = 0,008$), cefaleas tras la aplicación ($X^2 = 20,357$, $\rho = 0,026$) y pérdida de conocimiento durante o tras el tratamiento ($X^2 = 19,062$, $\rho = 0,039$).**

Tabla 197. Consecuencias negativas para la salud de los aplicadores de tratamientos fitosanitarios en los invernaderos en función de la edad (% basado en n = 257) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.

Consecuencias salud	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de p
Escozor piel/ojos	0,8	0,0	1,6	1,6	2,3	0,0	23,914	0,008
Tos	0,8	0,4	1,2	1,6	1,2	0,4	15,195	0,125
Náuseas	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	16,112	0,096
Cefaleas	1,2	0,8	1,2	2,3	0,4	0,0	20,357	0,026
Pérdida conocimiento	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	19,062	0,039
Diarrea	0,0	0,4	0,0	0,4	0,4	0,0	15,797	0,106
Temblores	0,4	0,4	0,0	0,8	0,4	0,0	16,219	0,094

(Fuente: elaboración propia).

Si se considera el porcentaje de cada grupo de edad como un total (100%), se aprecian mejor las diferencias para cada una de las consecuencias negativas para la salud detectadas entre los aplicadores. Así, el escozor de ojos predomina entre los que pertenecen a la franja de 49-56 años (15,4%), las cefaleas entre los de 18-24 años (11,5%), las pérdidas de conocimiento entre los de 41-48 años, etc. (Figura 320).

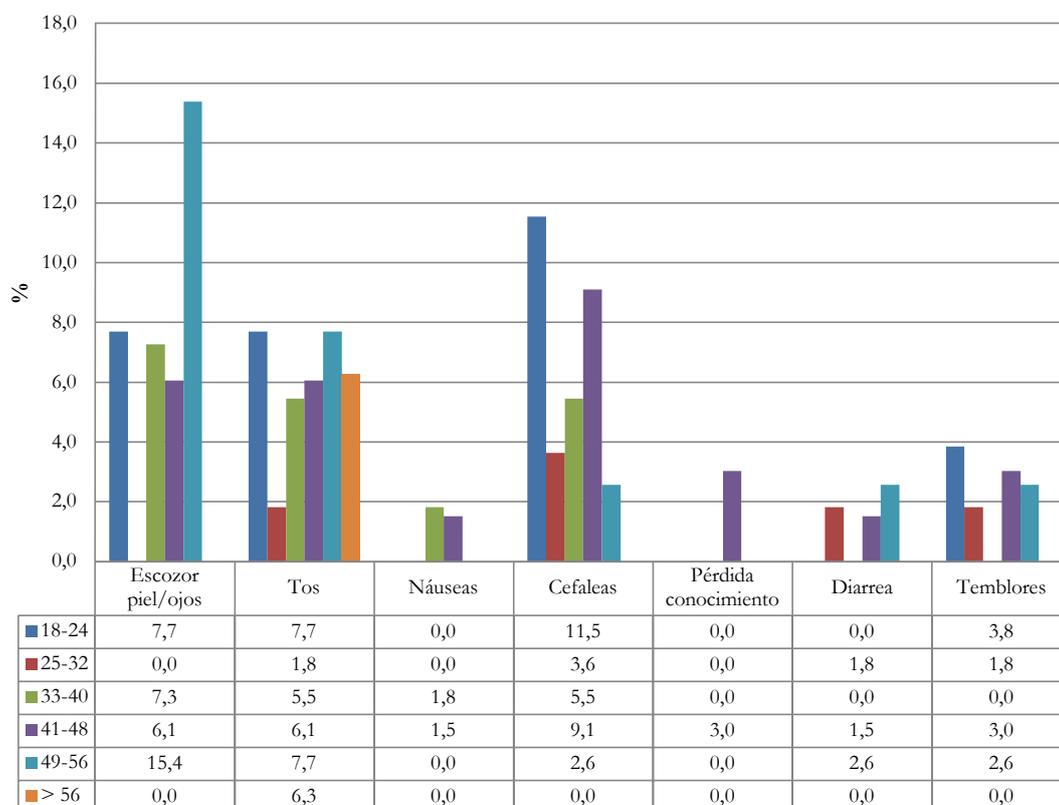


Figura 320. Relación entre la edad de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios y la aparición de consecuencias negativas para su salud, tomando como base el porcentaje de cada grupo de edad.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.52. Hipótesis 2-74: Edad-Presencia de agentes biológicos en los invernaderos

La presencia de contaminantes biológicos en los invernaderos es fuente de molestias y, en general, de enfermedades de carácter leve; no obstante, es preciso investigar su posible existencia y evaluar sus riesgos. Los trabajadores encuestados manifiestan mayoritariamente, en todos los grupos de edad, que nunca se encuentran con agentes biológicos con capacidad para causar molestias o enfermedades, aunque existen importantes diferencias en este sentido entre el grupo más joven (42,3% del porcentaje total de dicho grupo) y el más veterano (81,3%). De hecho, en este último grupo de edad, ninguno de sus integrantes elige las opciones a menudo o siempre (Figura 321).

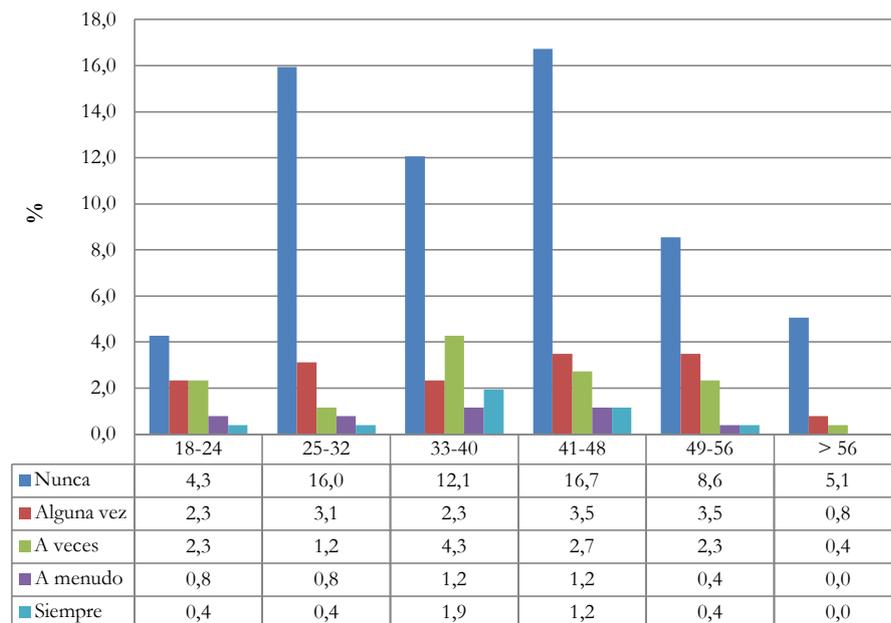


Figura 321. Relación entre la edad y la presencia de agentes biológicos en los invernaderos. (Fuente: elaboración propia).

La hipótesis ahora planteada tiene como objetivo averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la presencia de agentes biológicos patógenos o molestos en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la presencia de agentes biológicos en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la presencia de agentes biológicos en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 198) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 13,790$ y $p = 0,017$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la existencia de agentes biológicos patógenos o con capacidad para causar molestias a los trabajadores de invernadero presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 198. Test H de Kruskal-Wallis edad*presencia de agentes biológicos molestos en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	13,790
gl	5
Sig. asintótica	0,017

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a los tipos de agentes detectados, la presencia de insectos es la más frecuente para todos los grupos de edad, alcanzando hasta un 7,8% entre los trabajadores de 33-40 años (Figura 322). En general, los valores más elevados se encuentran, precisamente, en esta franja de edad, con la única excepción de la presencia de aves. El grupo más longevo sólo reporta la existencia de hongos e insectos.

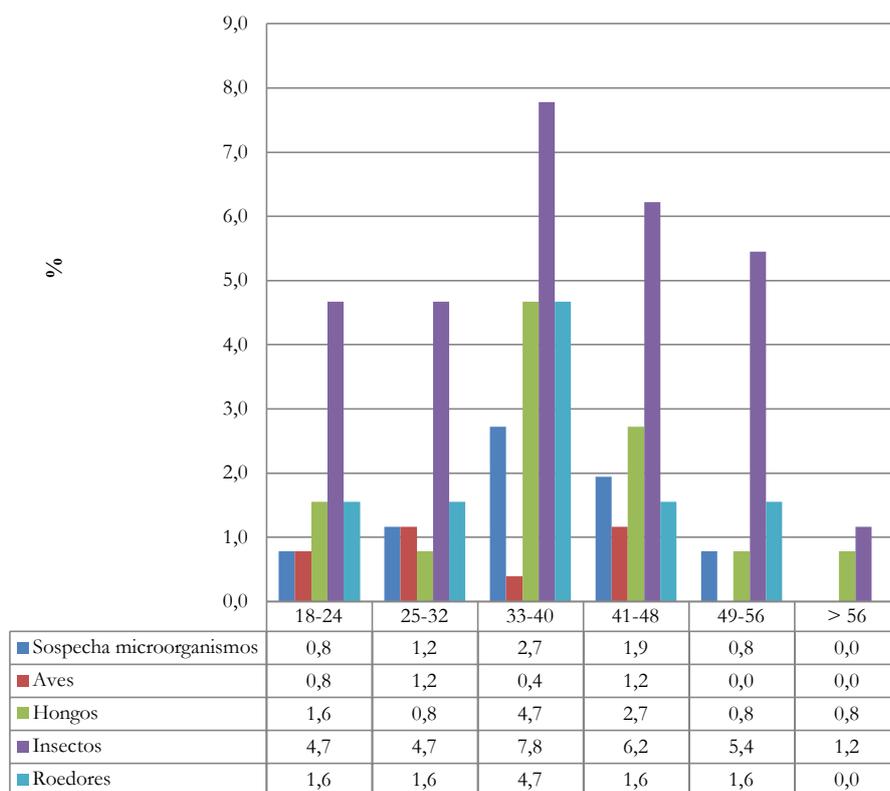


Figura 322. Relación entre la edad y el tipo de agentes biológicos presentes en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Los resultados obtenidos, tras la aplicación del test de chi-cuadrado (Tabla 199), correspondientes a los tipos de agentes biológicos molestos detectados por los propios trabajadores en los invernaderos, muestran, en el caso de los hongos y roedores, una relación de dependencia significativa con los grupos de edad.

Por consiguiente, sólo se puede validar, como hipótesis H1 para los tipos de agentes, la existencia de dependencia significativa entre la presencia en los invernaderos de dos tipos de agentes o contaminantes biológicos, hongos ($X^2 = 11,277$, $p = 0,046$) y roedores ($X^2 = 11,605$, $p = 0,041$), y la edad de los trabajadores, como variable de agrupación o independiente.

Tabla 199. Tipos de agentes biológicos detectados en los invernaderos en función de la edad (%) y resultados obtenidos tras aplicar el test de chi-cuadrado.

Tipos agentes biológicos	18-24	25-32	33-40	41-48	49-56	> 56	Chi-cuadrado	Valor de <i>p</i>
Sospecha microorganismos	0,8	1,2	2,7	2,0	0,8	0,0	4,164	0,526
Aves	0,8	1,2	0,4	1,2	0,0	0,0	4,642	0,461
Hongos	1,6	0,8	4,7	2,7	0,8	0,8	11,277	0,046
Insectos	4,7	4,7	7,8	6,2	5,5	1,2	8,703	0,122
Roedores	1,6	1,6	4,7	1,6	1,6	0,0	11,605	0,041

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.53. Hipótesis 2-75: Edad-Rapidez en la toma de decisiones

La rapidez en la toma de decisiones constituye uno de los factores psicosociales pertenecientes a las demandas mentales o psicológicas del trabajo. En el presente estudio se observa que los trabajadores más jóvenes (de 18 a 32 años) suelen tomar decisiones de forma rápida a veces (9,3% en el grupo de 25-32 años), mientras que entre los más veteranos las opciones mayoritarias son a menudo y siempre, sobre todo en las franjas de edad de 41-48 y 49-56 años (Figura 323). En general, existe una gran heterogeneidad en los resultados obtenidos, como queda demostrado si se comparan, por ejemplo, los valores correspondientes a los trabajadores de 25-32 años con los de 41-48 años.

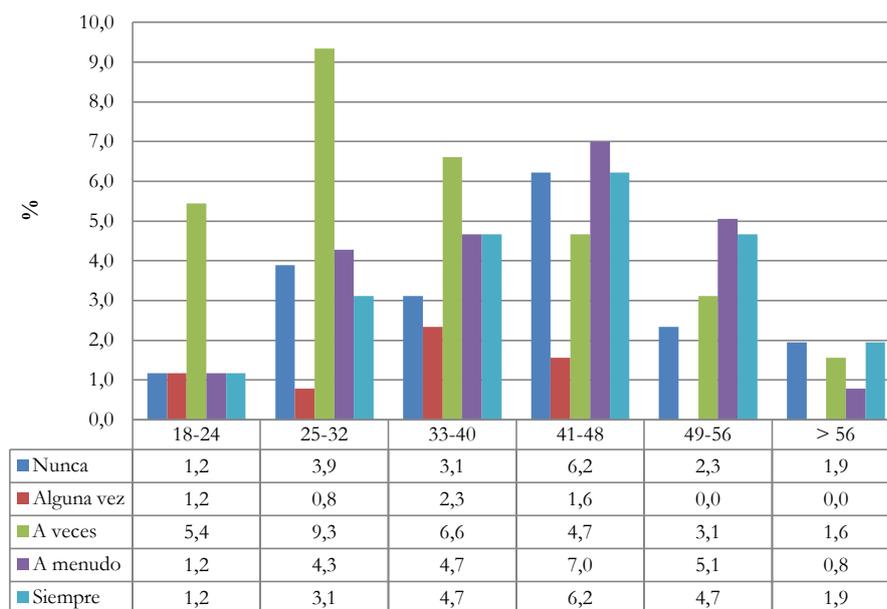


Figura 323. Relación entre la edad de los trabajadores y la rapidez en la toma de decisiones en los invernaderos. (Fuente: elaboración propia).

La hipótesis planteada en esta ocasión tiene por objeto dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre la rapidez en la toma de decisiones en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la toma de decisiones de forma rápida en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la toma de decisiones de forma rápida en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 200) confirma la ausencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 6,948$ y $\rho = 0,225$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados sólo permiten validar la hipótesis **H0: la toma de decisiones de forma rápida en los trabajos desempeñados en los invernaderos no muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 200. Test H de Kruskal-Wallis edad*rapidez en la toma de decisiones en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	6,948
gl	5
Sig. asintótica	0,225

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.54. Hipótesis 2-76: Edad-Acumulación del trabajo entre jornadas laborales

La acumulación de tareas entre jornadas laborales es, como en el caso anterior, un factor psicosocial asociado a las demandas psicológicas del trabajo. En los invernaderos siempre existe, mayoritariamente, acumulación de tareas de un día para otro en los tres grupos de edad más veteranos: 9,0% entre los trabajadores de 41-48 años, 5,8% entre los de 49-56 años y 3,9% entre los mayores de 56 años. En la franja de edad de 25-32 años, el 5,5% considera que esta situación se produce a menudo, y entre los de 18-24 años, el 3,9%, opina que este escenario de tipo psicosocial tiene lugar a veces (Figura 324).

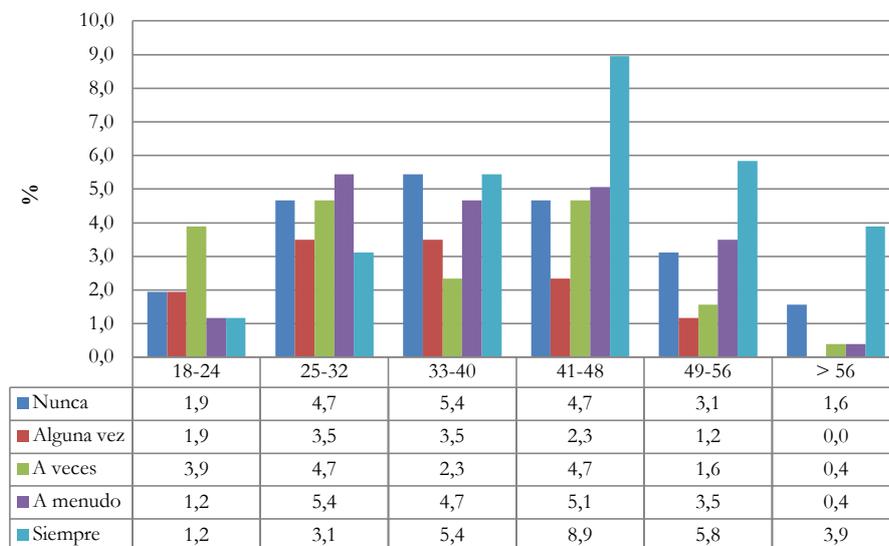


Figura 324. Relación entre la edad de los trabajadores y la acumulación de tareas entre jornadas laborales.

(Fuente: elaboración propia).

Por consiguiente, la nueva hipótesis formulada pretende confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la acumulación de tareas entre jornadas laborales y la edad de los trabajadores.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la acumulación de trabajo entre jornadas laborales en los invernaderos es independiente de la edad ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la acumulación de trabajo entre jornadas laborales en los invernaderos es dependiente de la edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 201) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 11,503$ y $\alpha = 0,042$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa.

Por consiguiente, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la acumulación de tareas entre jornadas laborales en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 201. Test H de Kruskal-Wallis edad*acumulación de tareas entre jornadas laborales.

	Valor
Chi-cuadrado	11,503
gl	5
Sig. asintótica	0,042

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.55. Hipótesis 2-80: Edad-Gravedad de las consecuencias de cometer un error

La gravedad de las consecuencias de cometer un error en el trabajo constituye un factor psicosocial asociado a las demandas psicológicas o mentales del mismo.

Entre los trabajadores encuestados pertenecientes a los tres grupos más veteranos, la gravedad de las consecuencias de cometer un error es máxima, mayoritariamente, para el 8,2% en la franja de edad de 41-48 años, 7,8% en la de 49-56 años y 2,3% en la de aquellos que tienen más de 56 años. Por el contrario, en el grupo de 25-32 años, la opinión dominante (7,0%) es la de calificar dicha gravedad como moderada.

Finalmente, entre los trabajadores que consideran que la materialización de un error genera consecuencias de escasa entidad, el porcentaje disminuye paulatinamente a medida que el individuo adquiere experiencia: evoluciona desde el 2,3% del grupo más joven hasta el 0,4% del más veterano (Figura 325).

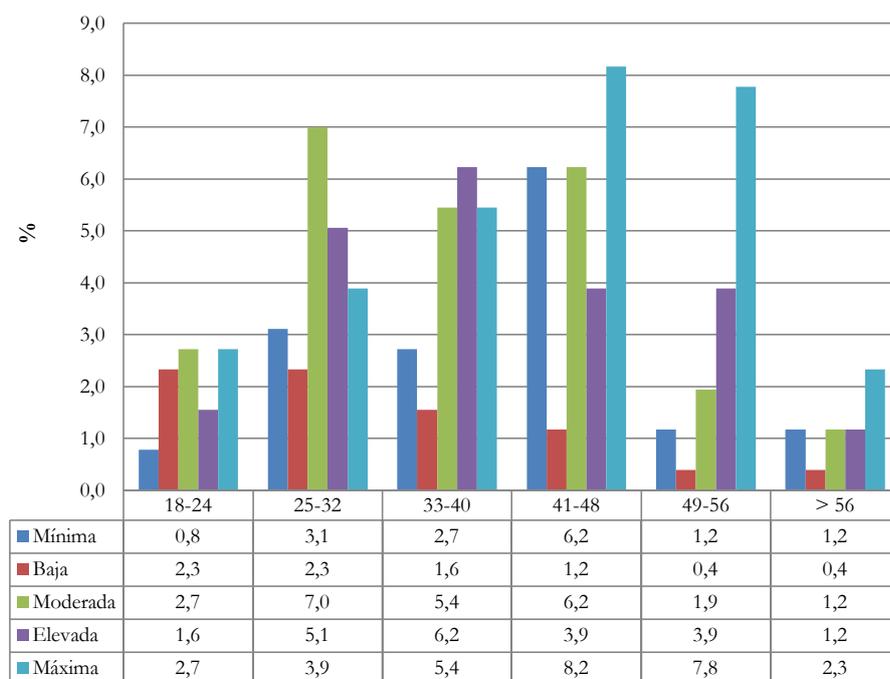


Figura 325. Relación entre la edad y la calificación de la gravedad de las consecuencias de cometer un error en el trabajo.

(Fuente: elaboración propia).

Una nueva hipótesis persigue averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la calificación de la gravedad de las consecuencias de cometer un error en el trabajo desempeñado en los invernaderos y la edad. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la consideración de la gravedad de las consecuencias de cometer un error en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la consideración de la gravedad de las consecuencias de cometer un error en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 202) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 13,807$ y $p = 0,017$ por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la calificación de la gravedad de las consecuencias de cometer un error en los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 202. Test H de Kruskal-Wallis edad*gravedad de las consecuencias de cometer un error en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	13,807
gl	5
Sig. asintótica	0,017

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.56. Hipótesis 2-81: Edad-Variedad de tareas en los invernaderos

La ausencia de variedad de tareas hace del trabajo una actividad monótona y aburrida, con carga psicosocial negativa. Este factor psicosocial pertenece, como los anteriores, a las demandas psicológicas del trabajo. En los invernaderos analizados, la variedad de tareas es máxima para todos los grupos de edad, alcanzando sus valores más elevados entre los trabajadores de 41-48 años (16,7%), 49-56 años (11,3%), 33-40 años (10,1%) y 25-32 años (9,7%). Entre aquellos que consideran que la variedad de tareas es mínima, destaca el valor (2,3%) correspondiente a la franja de edad de 33-40 años (Figura 326).

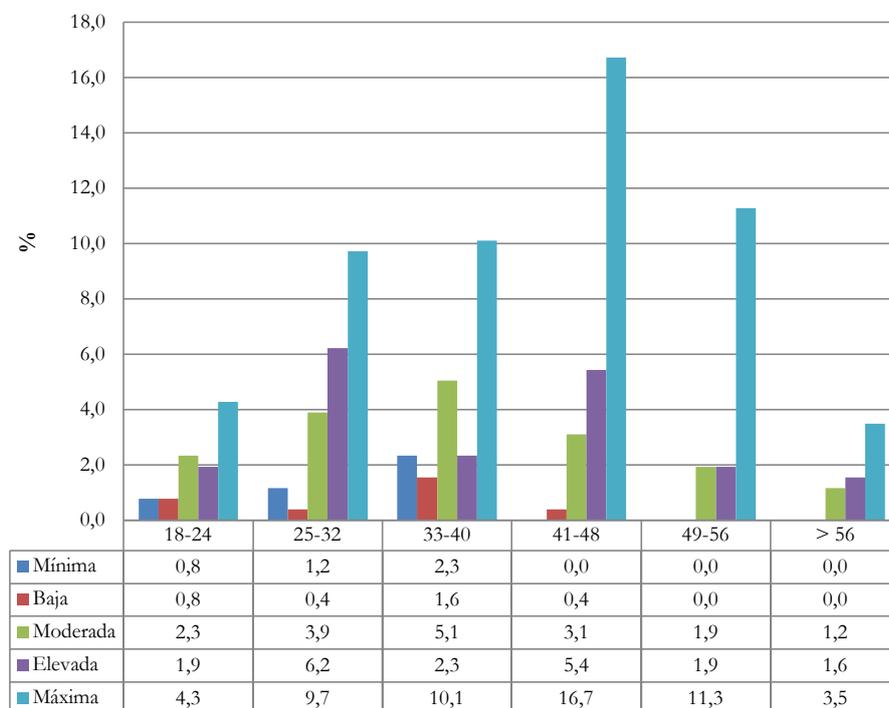


Figura 326. Relación entre la edad de los trabajadores y la variedad de tareas en los invernaderos. (Fuente: elaboración propia).

Se plantea una nueva hipótesis con el objetivo de averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre la variedad de tareas inherente al trabajo desarrollado en los invernaderos y la edad. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la variedad de tareas existente en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la variedad de tareas existente en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 203) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 17,818$ y $\alpha = 0,003$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la existencia de variedad de tareas, como aspecto psicosocial positivo, en el trabajo desempeñado en los invernaderos, muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 203. Test H de Kruskal-Wallis edad*variedad de tareas existente en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	17,818
gl	5
Sig. asintótica	0,003

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.57. Hipótesis 2-82: Edad-Órdenes o instrucciones erróneas o contradictorias

La existencia, en el trabajo, de instrucciones u órdenes poco claras e incluso contradictorias, provoca el origen del fenómeno psicosocial conocido como conflicto de rol, en el que las expectativas laborales del trabajador se encuentran alejadas de las reales. En los invernaderos estudiados, todos los grupos de edad, y especialmente el de los más veteranos, coinciden en manifestar que la situación descrita nunca tiene lugar en sus invernaderos (Figura 327). Sin embargo, tanto en el grupo más joven como en el de los de 33-40 años, la concurrencia, a menudo, de estos escenarios propicios al conflicto de rol, debe ser subrayada.

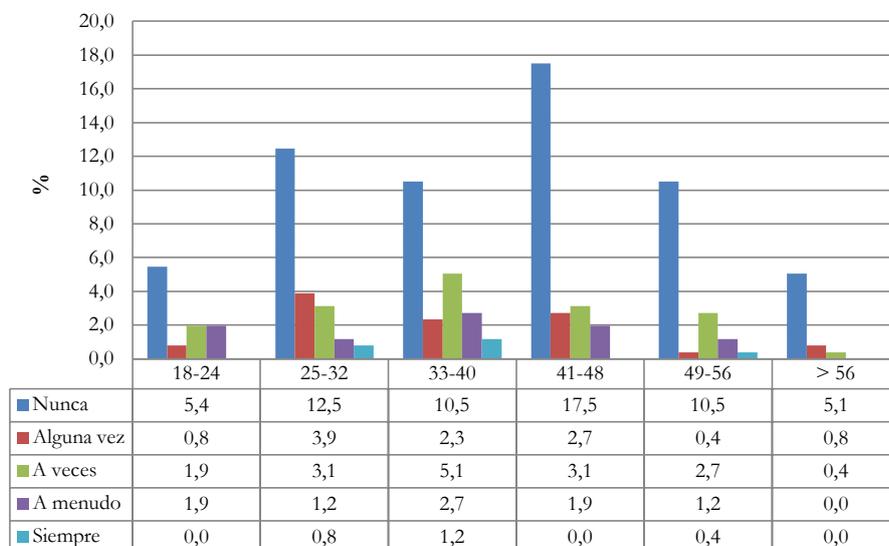


Figura 327. Relación entre la edad de los trabajadores y la frecuencia de órdenes erróneas o contradictorias en los invernaderos.

(Fuente: elaboración propia).

Una nueva hipótesis es formulada a fin de inquirir si hay una relación de dependencia significativa entre la existencia, en los invernaderos, de instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia, en los invernaderos, de órdenes erróneas o equívocas es independiente de la edad de los trabajadores ($\varrho \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia, en los invernaderos, de órdenes erróneas o equívocas es dependiente de la edad de los trabajadores ($\varrho < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 204) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,099$ y $\varrho = 0,033$, por lo que la diferencia

entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la frecuencia en la recepción de instrucciones u órdenes equivocadas o contradictorias presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores de invernadero.**

Tabla 204. Test H de Kruskal-Wallis edad*órdenes o instrucciones erróneas o contradictorias en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	12,099
gl	5
Sig. asintótica	0,033

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.58. Hipótesis 2-83: Edad-Posibilidad de relaciones sociales (trabajos aislados)

El sentimiento de pertenencia a un grupo proporciona seguridad y apoyo social. Una de las principales características de los invernaderos extremeños es el escaso número de efectivos por explotación. El escenario habitual en todos los grupos de edad es el del trabajo en grupo (12,8% en la franja de 25-32 años), a excepción de los mayores de 56 años, entre los que predomina el trabajo solo y aislado (2,3%). En general, los trabajadores más jóvenes realizan su actividad en grupo o solos pero cerca de otras personas ajenas a su explotación (8,6% en los de 33-40 años), mientras que entre los más veteranos los valores del trabajo solo y aislado y solo pero con compañeros adquieren, paulatinamente, mayor importancia (Figura 328).

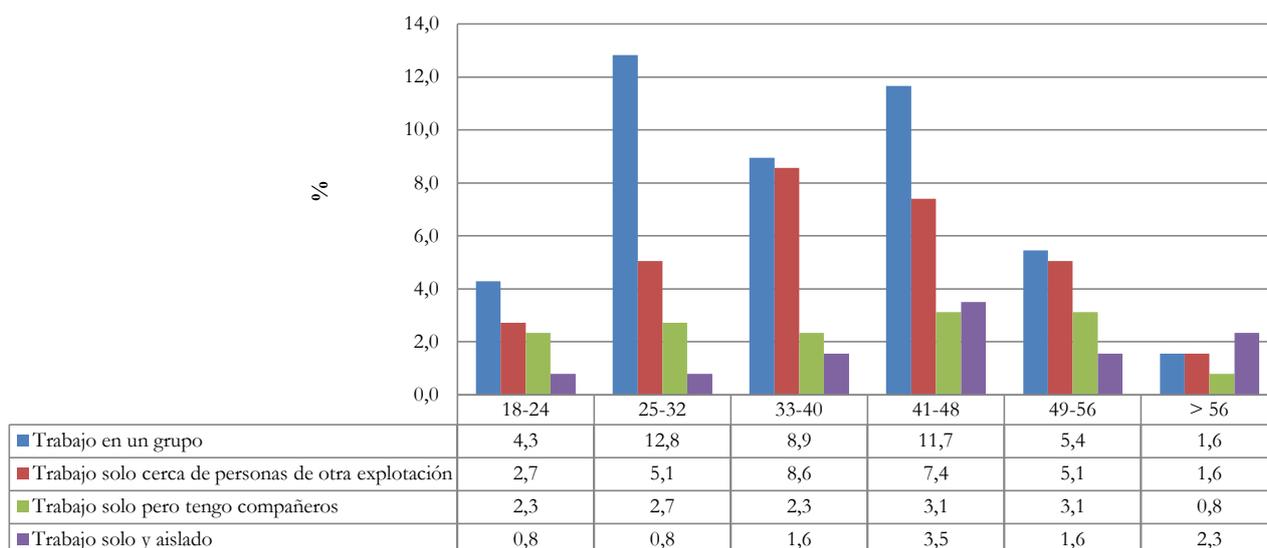


Figura 328. Relación entre la edad y la posibilidad de establecer relaciones sociales en los invernaderos (trabajos aislados).

(Fuente: elaboración propia).

Esta nueva hipótesis tiene por objeto comprobar si existe una relación de dependencia significativa entre la posibilidad de establecer un trato social, psicosocialmente positivo, en el trabajo desarrollado en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la posibilidad de establecer vínculos sociales en el trabajo desempeñado en los invernaderos es independiente de la edad ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la posibilidad de establecer vínculos sociales en el trabajo desempeñado en los invernaderos es dependiente de la edad ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 205) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 26,159$ y $\rho = 0,036$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la posibilidad de establecer vínculos sociales, como aspecto psicosocial positivo, en el trabajo desempeñado en los invernaderos, presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 205. Test de chi cuadrado edad*posibilidad de establecer relaciones sociales en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	26,159 (a)	15	0,036
Razón de verosimilitudes	22,265	15	0,101
N de casos válidos	257		

a. 6 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,68.

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.59. Hipótesis 2-87: Edad-Control sobre el orden de realización de las tareas

La planificación y ejecución, por el trabajador, del orden de realización de las tareas habituales, es crucial para generar cierto grado de autonomía en el individuo. En los invernaderos analizados se percibe que, a medida que los trabajadores envejecen, el control ejercido se incrementa, como muestra la Figura 329; así, a pesar de que el grupo de más de 56 años es menos numeroso que el de 18-24, el porcentaje de los que consideran que siempre ejercen dicho control prácticamente se triplica (1,6% por 5,1%). El grupo más joven presenta como opciones mayoritarias el ejercicio, a menudo (3,9%) y nunca (2,7%), del referido control.

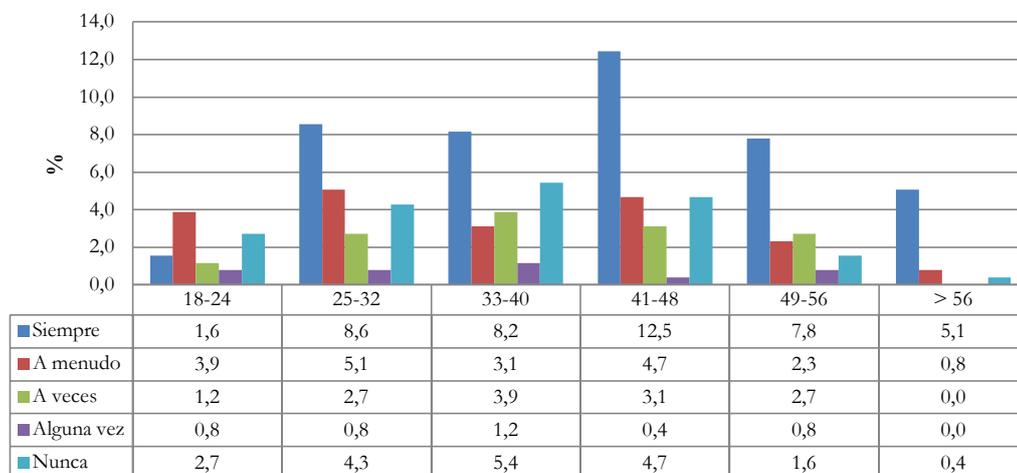


Figura 329. Relación entre la edad y el control del orden de realización de tareas.

(Fuente: elaboración propia).

Se formula, por tanto, una nueva hipótesis destinada a probar la existencia de una relación de dependencia significativa entre el control ejercido sobre el trabajo desarrollado en los invernaderos y la edad.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia en el control ejercido sobre el orden de realización de las tareas propias de los trabajos de invernadero es independiente de la edad ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia en el control ejercido sobre el orden de realización de las tareas propias de los trabajos de invernadero es dependiente de la edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 206) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 17,779$ y $\alpha = 0,003$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa.

Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: el control del orden de realización de las tareas propias de los trabajos desempeñados en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 206. Test H de Kruskal-Wallis edad*control sobre el orden de realización de tareas en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	17,779
gl	5
Sig. asintótica	0,003

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.60. Hipótesis 2-88: Edad-Iniciativa en el trabajo

La iniciativa en el trabajo es un factor psicosocial positivo asociado a la autonomía y control sobre el trabajo. El grado de iniciativa observado en los invernaderos (Figura 330) es máximo en todos los grupos de edad (15,6% en el grupo de 41-48 años) a excepción del más joven, cuyos trabajadores ejercen, mayoritariamente, un grado de iniciativa calificado como elevado (3,5%).

En definitiva, a medida que el individuo adquiere veteranía, se incrementa el grado de iniciativa permitida por el empresario y ejercida por el trabajador.

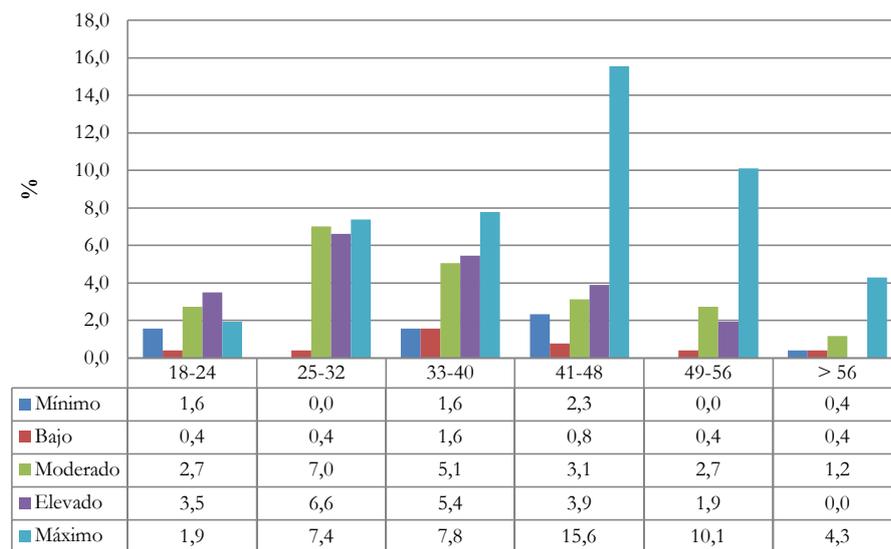


Figura 330. Relación entre la edad de los trabajadores y el grado de iniciativa ejercida en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Se formula una nueva hipótesis que persigue comprobar si existe una relación de dependencia significativa entre el grado de iniciativa, como factor psicosocial positivo, desarrollada en el trabajo de invernadero y la edad.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: el grado de iniciativa ejercida y permitida en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: el grado de iniciativa ejercida y permitida en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 207) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 19,772$ y $\rho = 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa.

Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: el grado de iniciativa permitida por el empresario y ejercida por el trabajador en los invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 207. Test H de Kruskal-Wallis edad*grado de iniciativa ejercida en los trabajos de invernadero.

	Valor
Chi-cuadrado	19,772
gl	5
Sig. asintótica	0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.61. Hipótesis 2-91: Edad-Posibilidad de promoción profesional

La promoción o ascenso profesional es un factor psicosocial positivo asociado a las recompensas proporcionadas por el ejercicio laboral. Los trabajadores de las explotaciones invernadas se muestran, en líneas generales, pesimistas ante la posibilidad de disfrutar de un ascenso. Este pesimismo se agudiza a medida que el individuo envejece; así, los más optimistas son los trabajadores de 25-32 años (relación porcentual sí/no = 0,53) y los menos esperanzados los mayores de 56 años (relación sí/no = 0,07). Si se analiza el porcentaje acumulado de los que consideran que la promoción es factible, se observa cómo la tendencia creciente se aplana al llegar a los últimos grupos de edad (Figura 331).

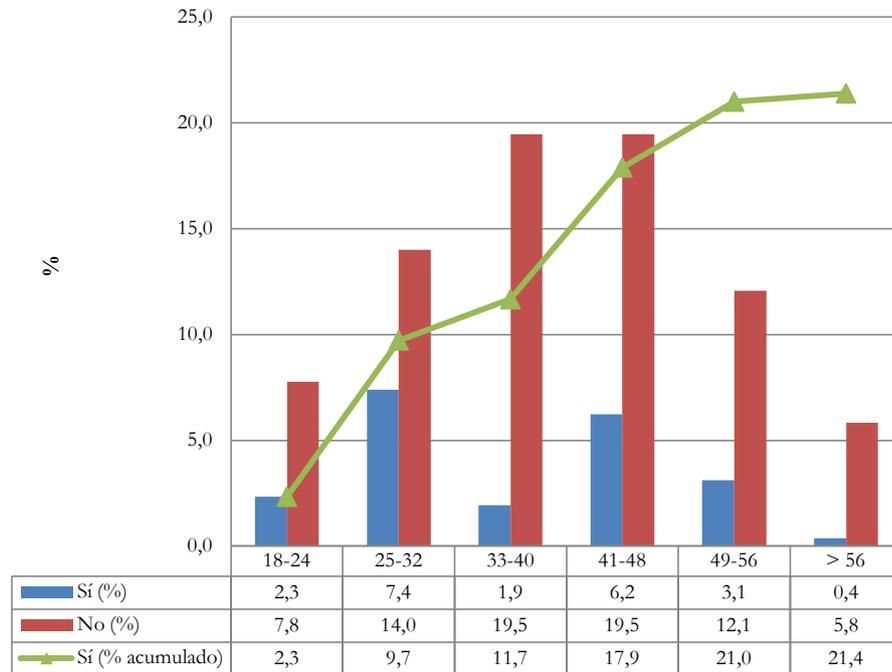


Figura 331. Relación entre la edad y la posibilidad de promocionar profesionalmente en las explotaciones con invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Se configura una nueva hipótesis que pretende confirmar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la posibilidad (subjética) de promoción profesional, como factor psicosocial positivo, en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la posibilidad de promoción profesional en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la posibilidad de promoción profesional en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 208) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 13,166$ y $p = 0,022$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la posibilidad de promocionar profesionalmente en las empresas con invernaderos muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 208. Test de chi-cuadrado edad*posibilidad de promoción profesional en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,166 (a)	5	0,022
Razón de verosimilitudes	14,203	5	0,014
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (8,3%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,42.
(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.62. Hipótesis 2-92: Edad-Salario mensual neto percibido

El estipendio recibido a cambio del trabajo realizado constituye un factor psicosocial de primer orden, asociado a las recompensas laborales. La distribución del salario mensual neto presenta cierta heterogeneidad en función de la edad de quien lo recibe (Figura 332). Así, un estipendio situado entre 601-750 € aparece con mayor frecuencia en el grupo de edad de 33-40 años (2,7%); entre 751-900 € en la franja de 25-32 años (6,2%); entre 901-1.100 € en los trabajadores de 41-48 años (9,7%), y entre 1.101-1.300 € en los de 33-40 años (7,8%). A pesar de esta aparente irregularidad no se aprecian diferencias de entidad en la percepción salarial entre los grupos más jóvenes y los más veteranos.

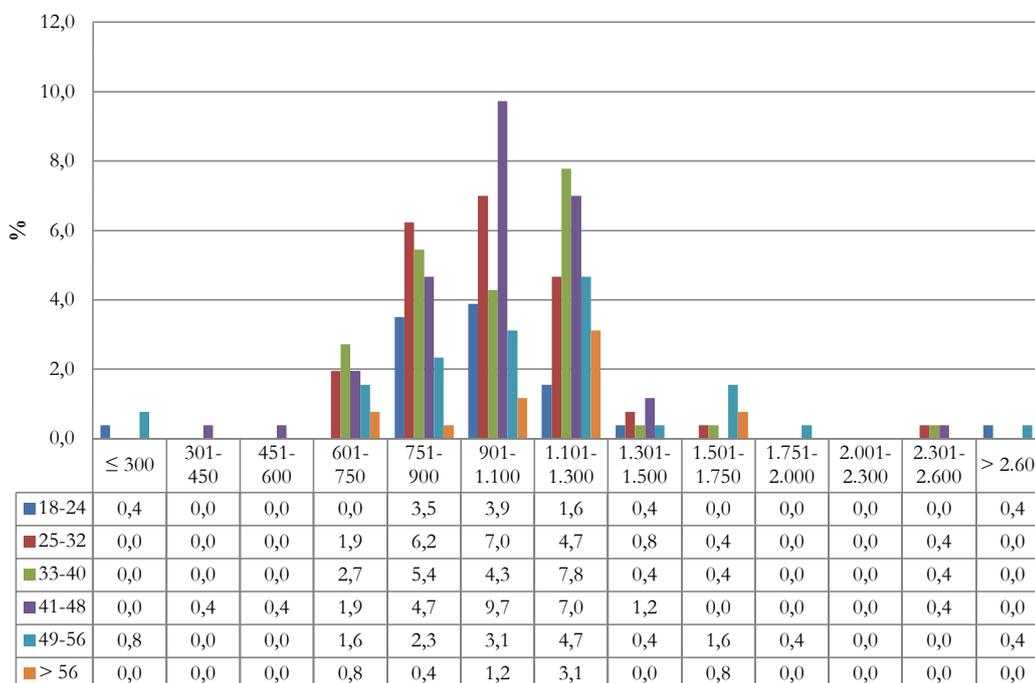


Figura 332. Relación entre la edad y el salario mensual neto percibido por los trabajadores de invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

Se diseña, por tanto, una nueva hipótesis con el objetivo de confirmar o rechazar la existencia de una relación de dependencia significativa entre el salario mensual neto percibido en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el salario mensual neto percibido en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).

- H1: el salario mensual neto percibido en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 209) rechaza la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 5,631$ y $\rho = 0,344$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado no resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados sólo permiten validar la hipótesis **H0: la percepción salarial neta de los trabajadores de invernadero no presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 209. Test H de Kruskal-Wallis edad*percepción salarial neta en los invernaderos.

	Valor
Chi-cuadrado	5,631
gl	5
Sig. asintótica	0,344

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.63. Hipótesis 2-96: Edad-Situaciones laborales con afectación emocional

La existencia en el trabajo de situaciones con afectación emocional del individuo constituye un factor psicosocial asociado a la implicación emocional derivada del ambiente laboral. En los invernaderos, todos los grupos de edad consideran de manera mayoritaria que este tipo de escenarios laborales nunca tienen lugar (10,5% entre los trabajadores de 25-32 años); sin embargo, las opciones a menudo y siempre alcanzan porcentajes importantes entre aquellos encuestados cuya edad oscila entre 33 y más de 56 años (Figura 333); así, la suma de ambas posibilidades de respuesta alcanza un 9,0% entre los trabajadores de 33-40 años, 9,3% entre los de 41-48 años y 5,8% entre los de 49-56 años. En el grupo más veterano, a pesar de ser poco numeroso, la suma de ambos valores supone un 2,3% del total de encuestados. Por el contrario, en el grupo de 18-24 años, la frecuencia de afectación emocional es mucho menor (0,4% es el valor de dicha suma, y 0,0% para la opción siempre).

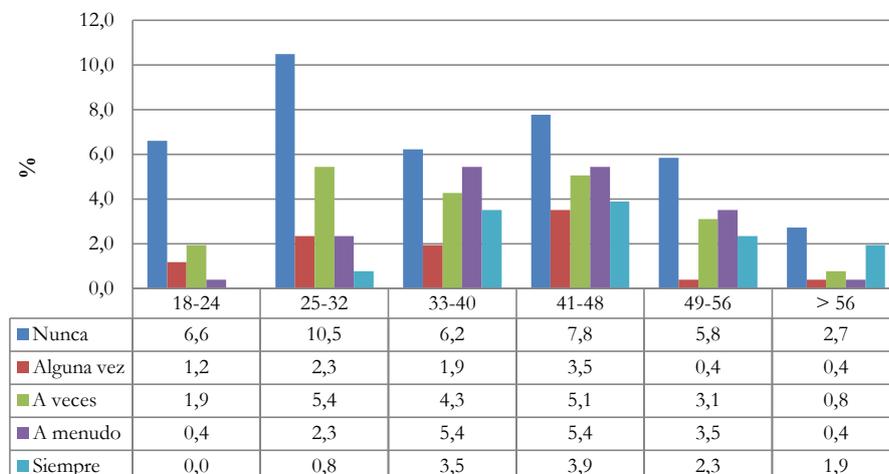


Figura 333. Relación entre la edad y la frecuencia de aparición de situaciones laborales con implicación emocional.

(Fuente: elaboración propia).

Se diseña una nueva hipótesis con el objetivo de verificar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la asiduidad en la aparición de situaciones laborales con afectación emocional y la edad de los trabajadores.

Las hipótesis de contraste son:

- H0: la frecuencia de aparición de situaciones con implicación emocional en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la frecuencia de aparición de situaciones con implicación emocional en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 210) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 21,309$ y $\alpha = 0,001$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa.

Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la frecuencia de aparición, en los invernaderos, de situaciones con afectación emocional del individuo muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 210. Test H de Kruskal-Wallis edad*frecuencia de situaciones laborales con afectación emocional.

	Valor
Chi-cuadrado	21,309
gl	5
Sig. asintótica	0,001

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.64. Hipótesis 2-98: Edad-Existencia de superiores jerárquicos

Como se ha mencionado a lo largo del presente estudio, el apoyo social percibido por el trabajador procede, principalmente, de sus superiores jerárquicos y compañeros. También se ha señalado el elevado número de propietarios que han participado en la encuesta. En todos los grupos de edad, con la salvedad del más veterano, el porcentaje de aquellos que tienen jefes supera a los que carecen de ellos debido, evidentemente, a que estos son sus propios jefes. Así, entre los encuestados de 25-32 años, la relación porcentual sí/no es 3,58, cifra que se va reduciendo de manera gradual hasta llegar a un valor de 1,44 en el grupo de 49-56 años. Entre los mayores de 56 años, el porcentaje de los que no tienen superiores jerárquicos es más elevado, con una relación sí/no de 0,46.

Si se observan los porcentajes acumulados resulta evidente que a medida que los trabajadores envejecen se hacen, en mayor medida, dueños de la instalación (Figura 334).

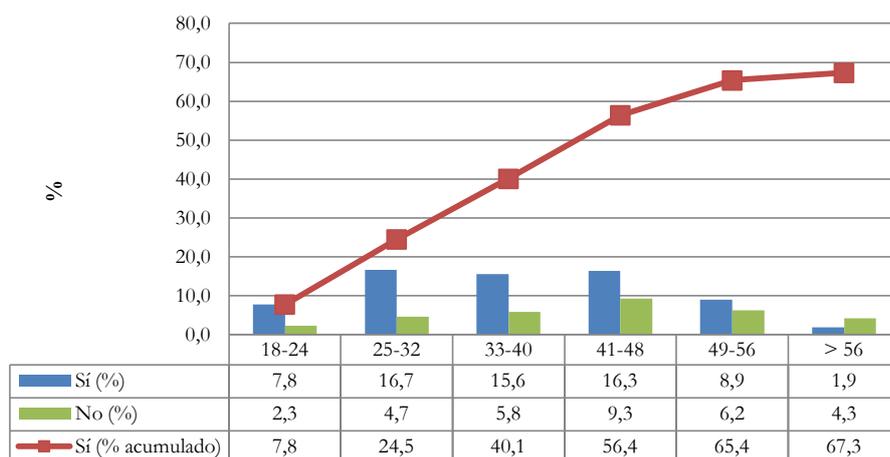


Figura 334. Relación entre la edad del trabajador y la existencia de un superior jerárquico en el invernadero.
(Fuente: elaboración propia).

La nueva hipótesis planteada persigue investigar la presencia de una relación de dependencia significativa entre la existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos y la edad de los trabajadores. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos es independiente de la edad de los trabajadores ($\rho \geq 0,05$).
- H1: la existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos es dependiente de la edad de los trabajadores ($\rho < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 211) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 15,873$ y $\rho = 0,007$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la existencia de un superior jerárquico en el invernadero muestra una relación de dependencia significativa con la edad de los trabajadores.**

Tabla 211. Test de chi-cuadrado edad*existencia de superiores jerárquicos en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,873 (a)	5	0,007
Razón de verosimilitudes	15,357	5	0,009
N de casos válidos	257		

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,23.

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a la calidad de la relación que los trabajadores mantienen con sus superiores jerárquicos, es mayoritariamente muy buena en todos los grupos de edad, si bien con importantes diferencias; así, los dos grupos más jóvenes presentan mejores porcentajes parciales que los mayores de 56 años y los trabajadores de 33-40 años. La segunda opción más considerada por todos los grupos es la de calificar esta relación como buena, con la salvedad del mencionado grupo de 33-40 años, en el que la apreciación de la calidad de la relación como regular (5,1%) supera ampliamente el porcentaje de los que creen que esta es buena (2,3%). Sólo el 31,3% de los mayores de 56 años se encuentran supeditados a un

superior jerárquico y sus integrantes sólo contemplan la posibilidad de calificar la calidad del trato como muy buena o buena (Figura 335).

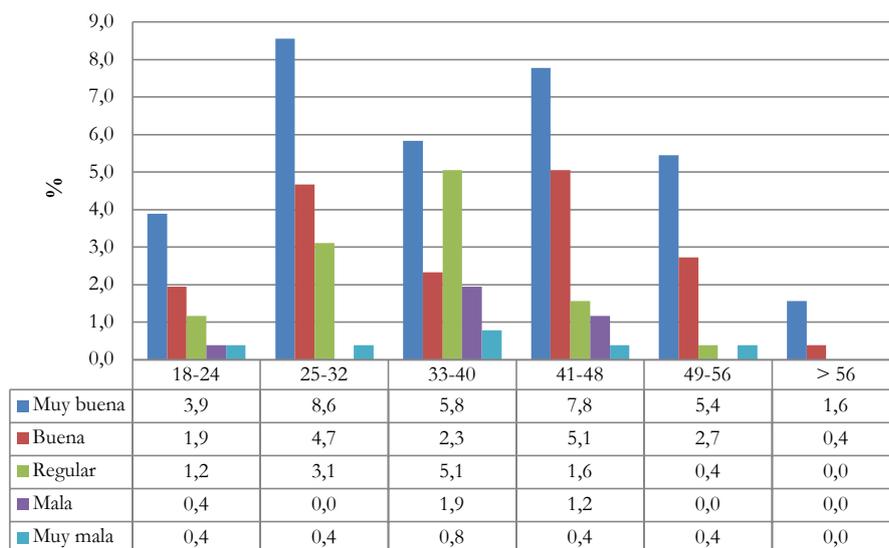


Figura 335. Relación entre la edad de los trabajadores y la calidad del trato que estos mantienen con sus superiores jerárquicos en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Para estudiar la calidad de la relación que mantienen los trabajadores con sus jefes es preciso diseñar una nueva hipótesis con el objeto de dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre aquella variable y la edad de los encuestados. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la calidad de la relación que los trabajadores mantienen con sus superiores jerárquicos en los invernaderos es independiente de la edad ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la calidad de la relación que los trabajadores mantienen con sus superiores jerárquicos en los invernaderos es dependiente de la edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 212) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,261$ y $p = 0,046$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la calidad de la relación de los trabajadores con los superiores jerárquicos en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 212. Test H de Kruskal-Wallis edad*calidad de las relaciones de los trabajadores con sus superiores jerárquicos.

	Valor
Chi-cuadrado	12,261
gl	5
Sig. asintótica	0,046

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.65. Hipótesis 2-99: Edad-Existencia de compañeros de trabajo

Por lo que respecta a la existencia de compañeros en los invernaderos, nuevamente los trabajadores mayores de 56 años muestran unos resultados diferentes. Es el único grupo de edad que presenta un porcentaje menor en relación a la presencia de compañeros. El valor más favorable a la existencia de compañeros se encuentra en el grupo de 25-32 años (relación sí/no = 4,09), incrementándose gradualmente el número de trabajadores que carecen de compañeros a medida que se envejece; así, en la franja de edad de 49-56 años la relación sí/no es 1,75 y entre los mayores de 56 años es 0,64 (Figura 336).

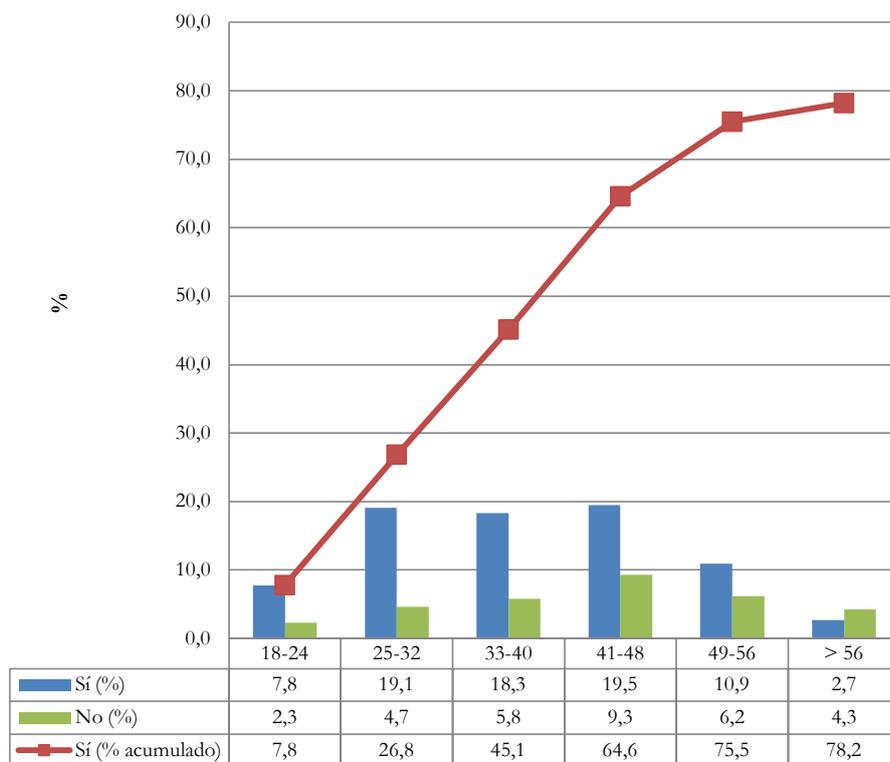


Figura 336. Relación entre la edad del trabajador y la existencia de compañeros en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

La hipótesis planteada en esta ocasión pretende comprobar la existencia de una relación de dependencia significativa entre la existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos y la edad. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos es independiente de la edad ($\alpha \geq 0,05$).
- H1: la existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos es dependiente de la edad ($\alpha < 0,05$).

La prueba chi-cuadrado para esta hipótesis (Tabla 213) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 17,864$ y $p = 0,003$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Así pues, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: la existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 213. Test de chi-cuadrado edad*existencia de compañeros de trabajo en los invernaderos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,864 (a)	5	0,003
Razón de verosimilitudes	16,398	5	0,006
N de casos válidos	257		

a. 1 casilla (8,3%) tiene una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,49.
(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a la calidad de la relación que mantienen los trabajadores con sus propios compañeros, se observan ciertas diferencias. Nuevamente, la opción más elegida es la de calificar esta relación como muy buena; de hecho, es la única existente en el grupo más veterano (2,7%). Se repite este comportamiento, aunque un tanto distinto, en el grupo de 33-40 años, en el que diferencia entre las dos opciones más positivas es mucho menor que en el resto de grupos; en este intervalo de edad, el calificativo regular es el más elevado de entre todas las franjas de edad, con un 5,4% (Figura 337).

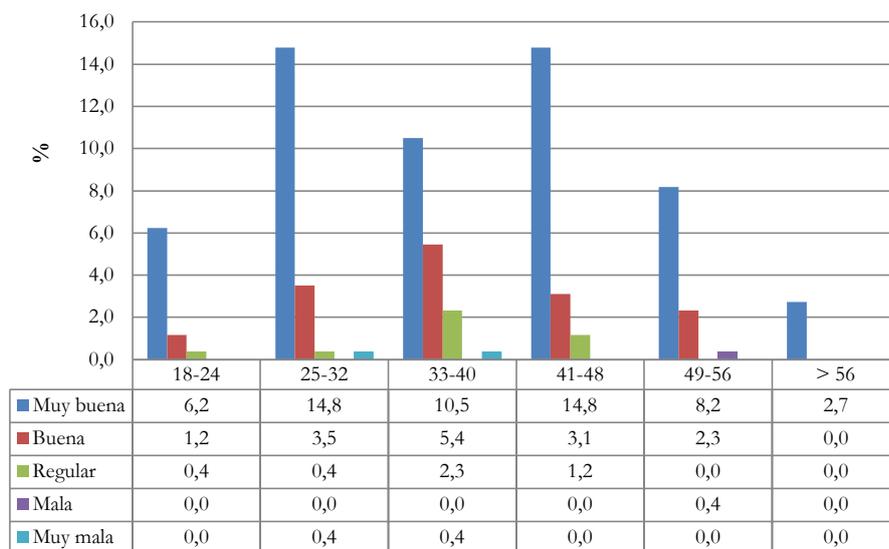


Figura 337. Relación entre la edad de los trabajadores y la calidad del trato que estos mantienen con sus compañeros en los invernaderos.
(Fuente: elaboración propia).

Para analizar la calidad de la relación que los trabajadores tienen con sus compañeros es necesario diseñar otra hipótesis con el objeto de dilucidar si existe una relación de dependencia significativa entre aquella variable y la edad de los encuestados. Las hipótesis de contraste son:

- H0: la calidad de la relación que los trabajadores mantienen con sus compañeros en los invernaderos es independiente de la edad ($\varrho \geq 0,05$).
- H1: la calidad de la relación que los trabajadores mantienen con sus compañeros en los invernaderos es dependiente de la edad ($\varrho < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 214) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 11,584$ y $\varrho = 0,041$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. Por tanto, estos

resultados permiten validar la hipótesis **H1: la calidad de la relación que los trabajadores mantienen con sus compañeros en los invernaderos presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 214. Test H de Kruskal-Wallis edad*calidad de las relaciones de los trabajadores con sus compañeros.

	Valor
Chi-cuadrado	11,584
gl	5
Sig. asintótica	0,041

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.66. Hipótesis 2-102: Edad-Sentimiento de pertenencia a la organización

El sentimiento de pertenencia a una organización permite que el trabajador se sienta como parte esencial de un ente superior generador de seguridad y confianza. Esta emoción se expresa, habitualmente, en la forma en la que el individuo exterioriza verbalmente esta circunstancia. En la muestra estudiada, todos los grupos de edad manifiestan, como opción predominante, una presunción máxima de su satisfacción de pertenencia a su organización, aunque se observan importantes variaciones en sus porcentajes parciales. De hecho, la diferencia entre las opciones más y menos favorables se dilata a medida que avanza la edad de los encuestados (Figura 338). Por otra parte, ningún trabajador de los dos grupos más veteranos afirma que presuma poco de su empresa y sólo tres (1,2%) sostienen que nunca hablan bien de ella.

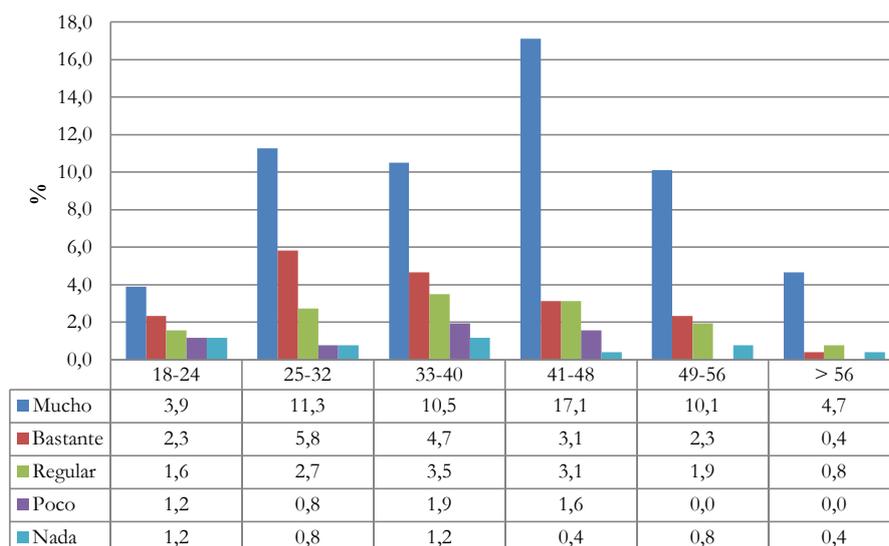


Figura 338. Relación entre la edad de los trabajadores y el sentimiento de pertenencia a la organización expresado verbalmente.

(Fuente: elaboración propia).

En esta ocasión, y a fin de estudiar el sentimiento de orgullo de pertenencia del trabajador a su organización, se plantea una hipótesis para averiguar si existe una relación de dependencia significativa entre esta variable y la edad. Las hipótesis de contraste son:

- H0: el sentimiento verbalizado de pertenencia a la organización por parte de los trabajadores de los invernaderos es independiente de la edad ($\rho \geq 0,05$).
- H1: el sentimiento verbalizado de pertenencia a la organización por parte de los trabajadores de los invernaderos es dependiente de la edad ($\rho < 0,05$).

La prueba H de Kruskal-Wallis para esta hipótesis (Tabla 215) confirma la existencia de una relación de dependencia significativa entre ambas variables, ya que $X^2 = 12,231$ y $\rho = 0,032$, por lo que la diferencia entre la hipótesis nula y el hecho observado resulta estadísticamente significativa. En definitiva, estos resultados permiten validar la hipótesis **H1: verbalizar el sentimiento de orgullo por pertenecer a una determinada organización dedicada al cultivo de invernadero presenta una relación de dependencia significativa con la edad.**

Tabla 215. Test H de Kruskal-Wallis edad*verbalización del sentimiento de pertenencia a una determinada organización dedicada al cultivo protegido.

	Valor
Chi-cuadrado	12,231
gl	5
Sig. asintótica	0,032

(Fuente: elaboración propia).

6.1.6.67. Resumen de las hipótesis analizadas

A continuación, y a modo de conclusión de los resultados procedentes de las encuestas destinadas a los trabajadores, se muestra un cuadro-resumen con todas las hipótesis analizadas en relación a las variables de agrupación sexo y edad (Tabla 216). Los resultados obtenidos tras el análisis de cada par de variables informan de la existencia (H1) o ausencia (H0) de una relación de dependencia significativa entre ellas. Algunas, las más representativas, ya han sido mencionadas en anteriores epígrafes, mientras que otras, aparentemente de menor entidad, se resumen en el siguiente cuadro con el fin de evitar un incremento excesivo de la extensión del presente documento.

Tabla 216. Resumen de las hipótesis analizadas procedentes de las encuestas a los trabajadores.

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
1	1-3: Sexo-Titulación formativa oficial	0,003	H1
2	1-4: Sexo-Reconocimiento minusvalía	0,970	H0
3	1-5: Sexo-Enfermedad respiratoria crónica	0,816	H0
4	1-6: Sexo-Trastorno cutáneo crónico/recurrente laboral	< 0,001	H1
5	1-7a: Sexo-Problemas médicos de etiología laboral	0,731	H0
	1-7b: Sexo-Tipo de problema médico de origen laboral	0,867	H0
6	1-8: Sexo-Tipo relación laboral	0,002	H1
7	1-9: Sexo-Tarea principal desempeñada	0,002	H1

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
8	1-10: Sexo-Tareas frecuentes	< 0,001	H1 (aplicación tratamientos)
		< 0,001	H1 (atención al público)
		0,235	H0 (tareas administrativas)
		0,350	H0 (tareas agrícolas)
		0,432	H0 (mantenimiento)
		0,530	H0 (conducción)
		0,594	H0 (supervisión trabajo)
		0,664	H0 (dirección)
		0,805	H0 (tareas almacenamiento)
0,898	H0 (carga/descarga)		
9	1-11: Sexo-Antigüedad	0,001	H1
10	1-12a: Sexo-Nº bajas médicas origen laboral	0,169	H0
	1-12b: Sexo-Nº días de baja de origen laboral	0,134	H0
11	1-13: Sexo-Tareas causantes de las bajas laborales	0,549	H0
12	1-14a: Sexo-Materialización de accidentes <i>in itinere</i>	0,361	H0
	1-14b: Sexo-Nº de accidentes <i>in itinere</i>	0,361	H0
	1-14c: Sexo-Nº de días de baja por accidentes <i>in itinere</i>	0,857	H0
13	1-15: Sexo-Tamaño de la plantilla	0,002	H1
14	1-16: Sexo-Morfología estructura invernadero	0,247	H0
15	1-17: Sexo-Material de cubierta	0,014	H1
16	1-18: Sexo-Tipo residuos generados	0,001	H1 (residuos de cristal)
		0,030	H1 (residuos orgánicos)
		0,167	H0 (residuos plásticos)
		0,610	H0 (residuos de sustratos)
17	1-19: Sexo-Destino de los residuos generados	0,130	H0 (acumulación alrededores)
		0,200	H0 (gestión integral)
		0,623	H0 (quemadas incontroladas)
		0,965	H0 (residuos sólidos urbanos)
18	1-20: Sexo-Dificultades gestión residuos	0,274	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
19	1-21: Sexo-Causas dificultades gestión residuos	0,690	H0
20	1-22a: Sexo-Formación ambiental a cargo de la empresa	0,570	H0
	1-22b: Sexo-Tipo formación ambiental empresa	0,153 0,156	H0 (cursos de formación) H0 (charlas informativas)
21	1-23a: Sexo-Carencias en materia medioambiental 1-23b: Sexo-Tipo de carencias medioambientales	0,347	H0
		0,357	H0 (contaminación aguas)
		0,391	H0 (gestión residuos)
		0,393	H0 (contaminación atmosférica)
		0,497	H0 (formación ambiental básica)
		0,547	H0 (contaminación suelos)
22	1-24: Sexo-Vigilancia de la salud	0,008	H1 (práctica VS)
		0,025	H1 (periodicidad VS)
23	1-25a: Sexo-Formación en PRL por la empresa	0,246	H0
	1-25b: Sexo-Tipo formación en PRL	0,160 0,160	H0 (cursos de formación) H0 (charlas informativas)
24	1-26: Sexo-Frecuencia formación en PRL	0,068	H0
25	1-27: Sexo-Frecuencia formación nuevas condiciones trabajo	0,101	H0
26	1-28: Sexo-Relación formación/trabajo real	0,304	H0
27	1-29: Sexo-Modalidad formativa más eficaz	0,265	H0 (cursos virtuales)
		0,520	H0 (cursos presenciales)
28	1-30: Sexo-Carencias en materia preventiva	0,811	H0
29	1-31: Sexo-Dimensiones puesto de trabajo	0,173	H0
30	1-32: Sexo-Grado de comodidad posturas de trabajo	0,271	H0
31	1-33: Sexo-Posturas habituales de trabajo	0,024	H1 (de pie estático)
		0,107	H0 (arrodillado)
		0,288	H0 (en cuclillas)
		0,409	H0 (sentado dinámico)
		0,443	H0 (de pie dinámico)

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
		0,474	H0 (sentado estático)
		0,570	H0 (agachado, espalda flexionada)
32	1-34: Sexo-Manipulación manual de cargas pesadas	< 0,001	H1
33	1-35: Sexo-Exigencias físicas del trabajo	0,006	H1
34	1-36: Sexo-Agotamiento físico tras jornada laboral	0,024	H1
35	1-37: Sexo-Recuperación física entre jornadas de trabajo	0,569	H0
36	1-38: Sexo-Presencia obstáculos zonas paso/evacuación	0,532	H0
37	1-39: Sexo-Riesgos presentes en el trabajo	< 0,001	H1 (sustancias peligrosas)
		0,045	H1 (atrapamientos máquinas)
		0,101	H0 (caídas distinto nivel)
		0,139	H0 (contactos eléctricos)
		0,146	H0 (agresión física, atraco)
		0,159	H0 (fatiga física)
		0,175	H0 (caídas desde escaleras)
		0,203	H0 (incendio)
		0,210	H0 (temperatura excesiva)
		0,231	H0 (explosión)
		0,321	H0 (iluminación deficiente)
		0,332	H0 (sobreesfuerzos)
		0,352	H0 (humedad excesiva)
		0,393	H0 (desplome invernadero)
		0,462	H0 (atropellos)
		0,500	H0 (choques objetos móviles)
		0,590	H0 (golpes con objetos)
		0,620	H0 (caídas mismo nivel)
		0,628	H0 (fatiga mental)
		0,633	H0 (posturas forzadas)
		0,645	H0 (vibraciones)
		0,714	H0 (presencia agentes biológicos)

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
		0,715	H0 (iluminación excesiva)
		0,740	H0 (accidentes tráfico)
		0,754	H0 (cortes)
		0,805	H0 (MMQP)
		0,845	H0 (quemaduras)
		0,851	H0 (proyección fragmentos)
		0,873	H0 (choques objetos inmóviles)
		0,903	H0 (ruido)
		0,937	H0 (desprendimiento objetos)
38	1-40: Sexo-Posibles causas accidentes de trabajo	0,002	H1 (manejo sustancias químicas)
		0,028	H1 (agresión física)
		0,060	H0 (aplicación fuerza)
		0,066	H0 (rapidez ejecución tarea)
		0,167	H0 (distracción, descuido)
		0,285	H0 (cansancio, fatiga)
		0,288	H0 (horario excesivo)
		0,302	H0 (quemadas incontroladas)
		0,361	H0 (tareas nuevas)
		0,388	H0 (posturas forzadas)
		0,395	H0 (equipos trabajo defectuosos)
		0,621	H0 (terreno irregular)
		0,946	H0 (equipos trabajo inadecuados)
39	1-41: Sexo-Molestias musculares/articulares	0,023	H1 (miembro superior)
		0,101	H0 (nuca/cuello)
		0,199	H0 (hombros)
		0,365	H0 (espalda)
		0,385	H0 (miembro inferior)
40	1-42: Sexo-Conocimiento temperatura de trabajo	0,439	H0
41	1-43: Sexo-Satisfacción temperatura de trabajo	0,733	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
42	1-44: Sexo-Percepción ambiente térmico	0,023	H1 (en invierno hace calor)
		0,735	H0 (en invierno se está bien)
		0,805	H0 (en verano hace calor)
		0,928	H0 (en invierno hace frío)
		0,950	H0 (en verano se está bien)
43	1-45: Sexo-Conocimiento humedad de trabajo	0,402	H0
44	1-46: Sexo-Satisfacción humedad de trabajo	0,091	H0
45	1-47: Sexo-Grado adecuación ropa de trabajo	0,471	H0
46	1-48: Sexo-Frecuencia molestias radiación solar	0,891	H0
47	1-49: Sexo-Incomodidad por corrientes de aire	0,274	H0
48	1-50: Sexo-Molestias debidas al ruido	0,907	H0
49	1-51: Sexo-Grado satisfacción iluminación	0,031	H1
50	1-52: Sexo-Molestias por deslumbramientos o reflejos	0,267	H0
51	1-53: Sexo-Problemas oculares etiología laboral	0,353	H0
52	1-54: Sexo-Opinión contaminación aire invernadero	0,136	H0
53	1-55a: Sexo-Frecuencia uso equipos trabajo peligrosos	0,097	H0
	1-55b: Sexo-Tipo de equipos de trabajo peligrosos	< 0,001	H1 (vehículos a motor)
		0,008	H1 (herramientas eléctricas)
		0,059	H0 (equipos calefacción)
		0,096	H0 (mecanismos cierre)
		0,157	H0 (equipos ventilación)
		0,199	H0 (andamios)
		0,264	H0 (equipos fumigación)
		0,326	H0 (herramientas manuales)
0,697	H0 (equipos elevación)		
54	1-56: Sexo-Frecuencia uso equipos de trabajo defectuosos	0,499	H0
55	1-57a: Sexo-Satisfacción información uso correcto equipos	0,158	H0
	1-57b: Sexo-Procedencia información uso equipos de trabajo	0,034	H1 (por compañeros)
		0,109	H0 (cursos presenciales)

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
		0,298	H0 (servicio de prevención)
		0,350	H0 (encargados)
		0,401	H0 (autoaprendizaje)
		0,408	H0 (manuales equipos)
		0,676	H0 (cursos virtuales)
56	1-58: Sexo-Disponibilidad manuales equipos de trabajo	0,794	H0
57	1-59: Sexo-Satisfacción mantenimiento equipos trabajo	0,115	H0
58	1-60: Sexo-Frecuencia utilización equipos de protección	0,727	H0
59	1-61: Sexo-Equipos de protección utilizados	0,018	H1 (guantes de protección)
		0,020	H1 (mascarillas)
		0,104	H0 (protección soldaduras)
		0,139	H0 (gafas de seguridad)
		0,195	H0 (sillas ergonómicas)
		0,227	H0 (cinturones de seguridad)
		0,267	H0 (ropa trabajo adecuada)
		0,344	H0 (equipos contra incendios)
		0,350	H0 (arneses de seguridad)
		0,388	H0 (calzado de seguridad)
		0,471	H0 (herramientas protegidas)
		0,474	H0 (luces de emergencia)
		0,536	H0 (máquinas protegidas)
		0,896	H0 (PVD anti-fatiga)
		0,937	H0 (señalización de seguridad)
		0,946	H0 (casco)
60	1-62: Sexo-Conocimiento empleo equipos de protección	0,581	H0
61	1-63: Sexo-Satisfacción formación uso equipos de protección	0,627	H0
62	1-64: Sexo-Frecuencia uso sustancias inflamables/explosivas	0,170	H0
63	1-65a: Sexo-Presencia de equipos contra incendios	0,077	H0
	1-65b: Sexo-Conocimiento uso equipos contra incendios	0,760	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
64	1-66: Sexo-Satisfacción cantidad equipos contra incendios	0,311	H0
65	1-67: Sexo-Satisfacción mantenimiento equipos contra incendios	0,288	H0
66	1-68: Sexo-Utilización sustancias químicas peligrosas	0,500	H0
67	1-69: Sexo-Etiquetado correcto sustancias químicas	0,511	H0
68	1-70: Sexo-Formación utilización sustancias químicas	0,812	H0
69	1-71: Sexo-Conocimiento plazo latencia entrada invernaderos	0,049	H1
70	1-72a: Sexo-Asunción realización tratamientos fitosanitarios	< 0,001	H1
	1-72b: Sexo-Opciones proceso manipulación segura de plaguicidas	< 0,001	H1 (eliminación correcta residuos)
		< 0,001	H1 (dosificación)
		< 0,001	H1 (lavado/desechado ropa)
		< 0,001	H1 (ducha inmediata tras tto.)
		< 0,001	H1 (utilización traje integral)
		< 0,001	H1 (no retirar traje durante tto.)
		< 0,001	H1 (no comer, beber, fumar)
< 0,001	H1 (protección ojos/heridas)		
71	1-73: Sexo-Consecuencias salud realización tratamientos	< 0,001	H1 (diarrea tras aplicación)
		< 0,001	H1 (temblores)
		< 0,001	H1 (tos)
		< 0,001	H1 (cefalea)
		< 0,001	H1 (escozor piel/ojos)
		< 0,001	H1 (náuseas/vómitos)
		< 0,001	H1 (pérdida conocimiento)
72	1-74: Sexo-Presencia agentes biológicos molestos/peligrosos	0,513	H0
73	1-75: Sexo-Rapidez en la toma de decisiones	0,252	H0
74	1-76: Sexo-Acumulación trabajo entre jornadas	0,005	H1
75	1-77: Sexo-Aprendizaje habilidades/conceptos nuevos	0,458	H0
76	1-78: Sexo-Nivel de atención requerida en el trabajo	0,539	H0
77	1-79: Sexo-Ritmo de realización del trabajo	0,050	H0
78	1-80: Sexo-Gravedad consecuencias comisión de errores	0,104	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
79	1-81: Sexo-Variedad de tareas	0,035	H1
80	1-82: Sexo-Frecuencia instrucciones/órdenes contradictorias	0,089	H0
81	1-83: Sexo-Posibilidad relaciones sociales (trabajos aislados)	0,075	H0
82	1-84: Sexo-Nº días de trabajo por semana	0,083	H0
83	1-85: Sexo-Frecuencia turnicidad	0,055	H0
84	1-86: Sexo-Frecuencia nocturnidad	0,308	H0
85	1-87: Sexo-Frecuencia control orden realización tareas	0,228	H0
86	1-88: Sexo-Iniciativa en el trabajo	0,085	H0
87	1-89: Sexo-Control sobre elección período vacacional	0,936	H0
88	1-90: Sexo-Posibilidad dejar temporalmente el trabajo sin permiso	0,057	H0
89	1-91: Sexo-Posibilidad promoción profesional en la empresa	0,955	H0
90	1-92: Sexo-Salario neto mensual	< 0,001	H1
91	1-93: Sexo-Satisfacción con el salario percibido	0,192	H0
92	1-94: Sexo-Modalidad percepción salarial	0,126	H0
93	1-95: Sexo-Transferencia problemas laborales ámbito privado	0,649	H0
94	1-96: Sexo-Frecuencia situaciones con afectación emocional	0,850	H0
95	1-97: Sexo-Episodios humillación/discriminación trabajo	0,010	H1
96	1-98a: Sexo-Existencia de superiores jerárquicos	< 0,001	H1
	1-98b: Sexo-Calidad relaciones con superiores jerárquicos	0,177	H0
97	1-99a: Sexo-Existencia de compañeros	0,002	H1
	1-99b: Sexo-Calidad relaciones con compañeros	0,380	H0
98	1-100a: Sexo-Existencia subordinados	0,715	H0
	1-100b: Sexo-Calidad relaciones con subordinados	0,409	H0
99	1-101: Sexo-Importancia subjetiva del propio trabajo	0,801	H0
100	1-102: Sexo-Sentimiento orgullo pertenencia a la organización	0,678	H0
101	1-103: Sexo-Nº días de baja por enfermedad últimos 12 meses	0,190	H0
102	2-3: Edad- Titulación formativa oficial	< 0,001	H1
103	2-4: Edad-Reconocimiento minusvalía	0,471	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
104	2-5: Edad-Enfermedad respiratoria crónica	0,005	H1
105	2-6: Edad-Trastorno cutáneo crónico/recurrente laboral	0,110	H0
106	2-7a: Edad-Problemas médicos de etiología laboral	0,195	H0
	2-7b: Edad-Tipo de problema médico de origen laboral	0,286	H0
107	2-8: Edad-Tipo relación laboral	< 0,001	H1
108	2-9: Edad-Tarea principal desempeñada	0,443	H0
109	2-10: Edad-Tareas frecuentes	0,040	H1 (aplicación tratamientos)
		0,148	H0 (tareas agrícolas)
		0,245	H0 (tareas administrativas)
		0,273	H0 (supervisión trabajo)
		0,431	H0 (carga/descarga)
		0,449	H0 (conducción)
		0,600	H0 (mantenimiento)
		0,654	H0 (dirección)
		0,891	H0 (tareas almacenamiento)
0,950	H0 (atención al público)		
110	2-11: Edad-Antigüedad	< 0,001	H1
111	2-12a: Edad-Nº bajas médicas origen laboral	0,011	H1
	2-12b: Edad-Nº días de baja de origen laboral	0,007	H1
112	2-13: Edad-Tareas causantes de las bajas laborales	0,154	H0
113	2-14a: Edad-Materialización de accidentes <i>in itinere</i>	0,083	H0
	2-14b: Edad-Nº de accidentes <i>in itinere</i>	0,079	H0
	2-14c: Edad-Nº de días de baja por accidentes <i>in itinere</i>	0,084	H0
114	2-15: Edad-Tamaño de la plantilla	0,016	H1
115	2-16: Edad-Morfología estructura invernadero	0,019	H1
116	2-17: Edad-Material de cubierta	0,083	H0
117	2-18: Edad-Tipo residuos generados	0,073	H0 (cristal)
		0,141	H0 (sustratos)
		0,409	H0 (orgánicos)

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
		0,769	H0 (plásticos)
118	2-19: Edad-Destino de los residuos generados	0,286 0,349 0,569 0,945	H0 (residuos sólidos urbanos) H0 (gestión integral) H0 (acumulación alrededores) H0 (quemadas incontroladas)
119	2-20: Edad-Dificultades gestión residuos	0,063	H0
120	2-21: Edad-Causas dificultades gestión residuos	0,306	H0
121	2-22a: Edad-Formación ambiental a cargo de la empresa	0,420	H0
	2-22b: Edad-Tipo formación ambiental empresa	0,261 0,766	H0 (charlas informativas) H0 (cursos de formación)
122	2-23a: Edad-Carencias en materia medioambiental	0,875	H0
	2-23b: Edad-Tipo de carencias medioambientales	0,130	H0 (contaminación atmosférica)
		0,153	H0 (gestión residuos)
		0,170	H0 (legislación ambiental)
		0,433	H0 (formación ambiental básica)
		0,593	H0 (contaminación suelos)
0,952	H0 (contaminación aguas)		
123	2-24: Edad-Vigilancia de la salud	0,130	H0 (práctica VS)
		0,438	H0 (periodicidad VS)
124	2-25a: Edad-Formación en PRL por la empresa	0,012	H1
	2-25b: Edad-Tipo formación en PRL	0,026 0,026	H1 (charlas informativas) H1 (cursos de formación)
125	2-26: Edad-Frecuencia formación en PRL	0,158	H0
126	2-27: Edad-Frecuencia formación nuevas condiciones trabajo	0,204	H0
127	2-28: Edad-Relación de la formación con el trabajo real	0,118	H0
128	2-29: Edad-Técnicas formativas más efectivas	< 0,001	H1 (cursos presenciales)
		0,936	H0 (cursos virtuales)
129	2-30: Edad-Carencias en materia preventiva	0,767	H0
130	2-31: Edad-Dimensiones puesto de trabajo	0,078	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
131	2-32: Edad-Grado de comodidad posturas de trabajo	0,613	H0
132	2-33: Edad-Posturas habituales de trabajo	0,417	H0 (de pie estático)
		0,575	H0 (de pie dinámico)
		0,595	H0 (arrodillado)
		0,632	H0 (sentado dinámico)
		0,870	H0 (sentado estático)
		0,903	H0 (en cuclillas)
		0,938	H0 (agachado, espalda flexionada)
133	2-34: Edad-Manipulación manual de cargas pesadas	0,250	H0
134	2-35: Edad-Exigencias físicas del trabajo	0,961	H0
135	2-36: Edad-Agotamiento físico tras jornada laboral	0,629	H0
136	2-37: Edad-Recuperación física entre jornadas de trabajo	0,042	H1
137	2-38: Edad-Presencia obstáculos zonas paso/evacuación	0,026	H1
138	2-39: Edad-Riesgos presentes en el trabajo	0,006	H1 (humedad excesiva)
		0,030	H1 (choques objetos móviles)
		0,054	H0 (presencia agentes biológicos)
		0,082	H0 (contactos eléctricos)
		0,162	H0 (desprendimiento objetos)
		0,168	H0 (incendio)
		0,186	H0 (explosión)
		0,195	H0 (vibraciones)
		0,250	H0 (iluminación excesiva)
		0,258	H0 (quemaduras)
		0,301	H0 (accidentes tráfico)
		0,345	H0 (choques objetos inmóviles)
		0,383	H0 (temperatura excesiva)
		0,479	H0 (fatiga física)
		0,480	H0 (caídas distinto nivel)
0,595	H0 (iluminación deficiente)		

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
		0,624	H0 (atropellos)
		0,637	H0 (ruido)
		0,646	H0 (fatiga mental)
		0,735	H0 (sobreesfuerzos)
		0,746	H0 (caídas desde escaleras)
		0,755	H0 (posturas forzadas)
		0,794	H0 (desplome del invernadero)
		0,795	H0 (proyección fragmentos)
		0,800	H0 (cortes)
		0,810	H0 (sustancias peligrosas)
		0,838	H0 (caídas mismo nivel)
		0,861	H0 (atrapamientos máquinas)
		0,914	H0 (MMQP)
		0,958	H0 (golpes con objetos)
		0,970	H0 (agresión física, atraco)
139	2-40: Edad-Posibles causas accidentes de trabajo	0,026	H1 (manejo sustancias químicas)
		0,050	H0 (equipos trabajo defectuosos)
		0,182	H0 (tareas nuevas)
		0,437	H0 (distracción, descuido)
		0,440	H0 (rapidez en el trabajo)
		0,486	H0 (posturas forzadas)
		0,527	H0 (horarios excesivos)
		0,570	H0 (aplicación fuerza)
		0,605	H0 (quemadas incontroladas)
		0,608	H0 (cansancio, fatiga)
		0,693	H0 (equipos trabajo inadecuados)
		0,808	H0 (agresión física, atraco)
		0,983	H0 (terreno irregular)
140	2-41: Edad-Molestias musculares/articulares	0,461	H0

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
141	2-42: Edad-Conocimiento de la temperatura	0,167	H0
142	2-43: Edad-Satisfacción temperatura de trabajo	0,459	H0
143	2-44: Edad-Percepción ambiente térmico	0,027	H1 (en invierno hace calor)
		0,099	H0 (en invierno hace frío)
		0,169	H0 (en invierno se está bien)
		0,424	H0 (en verano se está bien)
		0,660	H0 (en verano hace calor)
144	2-45: Edad-Conocimiento humedad de trabajo	0,298	H0
145	2-46: Edad-Satisfacción humedad de trabajo	0,667	H0
146	2-47: Edad-Grado adecuación ropa de trabajo	0,680	H0
147	2-48: Edad-Frecuencia molestias radiación solar	0,262	H0
148	2-49: Edad-Incomodidad por corrientes de aire	0,426	H0
149	2-50: Edad-Molestias debidas al ruido	0,618	H0
150	2-51: Edad-Grado satisfacción iluminación	0,833	H0
151	2-52: Edad-Molestias por deslumbramientos o reflejos	0,284	H0
152	2-53: Edad-Problemas oculares etiología laboral	0,125	H0
153	2-54a: Edad-Opinión contaminación aire invernadero	0,221	H0
	2-54b: Edad-Opinión causas contaminación aire invernadero	0,040	H1 (no lo sabe)
		0,048	H1 (polvo en suspensión)
		0,618	H0 (existencia malos olores)
		0,747	H0 (residuos de fitosanitarios)
154	2-55: Edad-Frecuencia uso equipos trabajo peligrosos	0,168	H0
155	2-56: Edad-Frecuencia uso equipos de trabajo defectuosos	0,092	H0
156	2-57: Edad-Satisfacción información uso correcto equipos	0,064	H0
157	2-58: Edad-Disponibilidad manuales equipos de trabajo	0,792	H0
158	2-59: Edad-Satisfacción mantenimiento equipos trabajo	0,062	H0
159	2-60: Edad-Frecuencia uso equipos de protección	0,329	H0
160	2-61: Edad-Equipos de protección utilizados	0,006	H1 (casco)

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
		0,007	H1 (mascarillas)
		0,031	H1 (gafas de seguridad)
		0,042	H1 (equipos contra incendios)
		0,053	H0 (señalización seguridad)
		0,062	H0 (máquinas protegidas)
		0,122	H0 (arneses seguridad)
		0,202	H0 (calzado seguridad)
		0,223	H0 (protección soldaduras)
		0,282	H0 (sillas ergonómicas)
		0,353	H0 (guantes protección)
		0,504	H0 (cinturones seguridad)
		0,641	H0 (herramientas protegidas)
		0,688	H0 (luces emergencia)
		0,699	H0 (PVD anti-fatiga)
		0,786	H0 (ropa trabajo adecuada)
161	2-62: Edad-Conocimiento empleo equipos de protección	0,589	H0
162	2-63: Edad-Satisfacción formación uso equipos de protección	0,649	H0
163	2-64: Edad-Frecuencia uso sustancias inflamables/explosivas	0,160	H0
164	2-65a: Edad-Presencia equipos contra incendios	0,034	H1
	2-65b: Edad-Conocimiento uso equipos contra incendios	0,061	H0
165	2-66: Edad-Satisfacción cantidad equipos contra incendios	0,096	H0
166	2-67: Edad-Satisfacción mantenimiento equipos contra incendios	0,066	H0
167	2-68a: Edad-Utilización sustancias químicas peligrosas	0,623	H0
	2-68b: Edad-Tipos sustancias químicas presentes en el trabajo	0,026	H1 (amoníaco)
		0,244	H0 (disolventes)
		0,321	H0 (lejía)
		0,476	H0 (sustancias corrosivas)
		0,817	H0 (plaguicidas)
0,935	H0 (detergentes)		

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
168	2-69: Edad-Etiquetado correcto sustancias químicas	0,191	H0
169	2-70: Edad-Formación utilización sustancias químicas	0,315	H0
170	2-71: Edad-Conocimiento plazo latencia entrada invernaderos	0,773	H0
171	2-72a: Edad-Asunción realización tratamientos fitosanitarios	0,040	H1
	2-72b: Edad-Opciones proceso manipulación segura de plaguicidas	< 0,001	H1 (no quitarse traje durante tto.)
		0,002	H1 (dosificación)
		0,013	H1 (ducha inmediata tras tto.)
		0,016	H1 (eliminación correcta residuos)
		0,020	H1 (no comer, beber, fumar)
		0,042	H1 (uso traje integral)
172	2-73: Edad-Aplicación plaguicidas: consecuencias para la salud	0,008	H1 (escozor piel/ojos)
		0,026	H1 (cefaleas)
		0,039	H1 (pérdidas conocimiento)
		0,094	H0 (temblores)
		0,096	H0 (náuseas, vómitos)
		0,106	H0 (diarrea tras aplicación)
		0,125	H0 (tos)
173	2-74a: Edad-Presencia de agentes biológicos	0,017	H1
	2-74b: Edad-Tipos de agentes biológicos	0,041	H1 (roedores)
		0,046	H1 (hongos)
		0,122	H0 (insectos)
		0,461	H0 (aves)
0,526	H0 (sospecha microorganismos)		
174	2-75: Edad-Rapidez en la toma de decisiones	0,225	H0
175	2-76: Edad-Acumulación trabajo entre jornadas	0,042	H1
176	2-77: Edad-Aprendizaje habilidades/conceptos nuevos	0,338	H0
177	2-78: Edad-Nivel de atención requerida en el trabajo	0,453	H0
178	2-79: Edad-Ritmo de realización del trabajo	0,163	H0
179	2-80: Edad-Gravedad consecuencias cometer un error	0,017	H1

Nº	Hipótesis	P-value	Hipótesis validada
180	2-81: Edad-Variedad de tareas	0,003	H1
181	2-82: Edad-Frecuencia instrucciones/órdenes contradictorias	0,033	H1
182	2-83: Edad-Relaciones sociales (trabajos aislados)	0,036	H1
183	2-84: Edad-Nº días de trabajo por semana	0,562	H0
184	2-85: Edad-Frecuencia turnicidad	0,067	H0
185	2-86: Edad-Frecuencia nocturnidad	0,712	H0
186	2-87: Edad-Frecuencia control orden realización tareas	0,003	H1
187	2-88: Edad-Iniciativa en el trabajo	0,001	H1
188	2-89: Edad-Control sobre elección período vacacional	0,547	H0
189	2-90: Edad-Posibilidad dejar temporal/ el trabajo sin permiso	0,071	H0
190	2-91: Edad-Posibilidad de promoción profesional	0,022	H1
191	2-92: Edad-Salario neto mensual	0,344	H0
192	2-93: Edad-Satisfacción con el salario percibido	0,538	H0
193	2-94: Edad-Modalidad percepción salarial	0,136	H0
194	2-95: Edad-Transferencia problemas laborales ámbito privado	0,075	H0
195	2-96: Edad-Situaciones con afectación emocional	0,001	H1
196	2-97: Edad-Episodios humillación/discriminación en trabajo	0,272	H0
197	2-98a: Edad-Existencia de superiores jerárquicos	0,007	H1
	2-98b: Edad-Calidad relaciones con superiores jerárquicos	0,046	H1
198	2-99a: Edad-Existencia de compañeros	0,003	H1
	2-99b: Edad-Calidad relaciones con compañeros	0,041	H1
199	2-100a: Edad-Existencia de subordinados	0,962	H0
	2-100b: Edad-Calidad relaciones con subordinados	0,320	H0
200	2-101: Edad-Importancia subjetiva del propio trabajo	0,063	H0
201	2-102: Edad-Sentimiento orgullo pertenencia a la organización	0,032	H1
202	2-103: Edad-Nº días de baja por enfermedad últimos 12 meses	0,814	H0

(Fuente: elaboración propia).

6.2. Resultados procedentes de las encuestas a los empresarios

Los propietarios o gerentes de los invernaderos fueron también requeridos a participar en una encuesta con tan sólo siete ítems sobre cuestiones técnicas relacionadas con sus instalaciones (Anexo 1). De los 87 empresarios invitados a participar en el presente estudio, 48 (55,2%) entregaron sus cuestionarios correctamente cumplimentados.

6.2.1. Tipo de riego

En la encuesta se incluyeron cuatro modalidades de riego: aéreo o por nebulización, goteo o localizado, inundación y manual. Los dos primeros tipos de riego suponen un ahorro considerable de agua, ya que sólo se suministra la cantidad que las plantas necesitan. Por tanto, los riegos por inundación y manual suponen un derroche de recursos hídricos, muy escasos en algunas zonas de la región; y son propios de instalaciones anticuadas, tecnológicamente pobres y de carácter familiar. En algunas instalaciones (8) se utilizan dos modalidades, aéreo y por goteo, en función del ambiente interior y de los requerimientos hídricos de las especies cultivadas; en otras (4) se simultanea el manual con la inundación. Aproximadamente en dos tercios de las instalaciones (64,6%) se emplea el riego aéreo y una de cada tres (31,3%) el goteo; por consiguiente, se produce un despilfarro de agua en el 33,3% de las instalaciones visitadas (Figura 339).

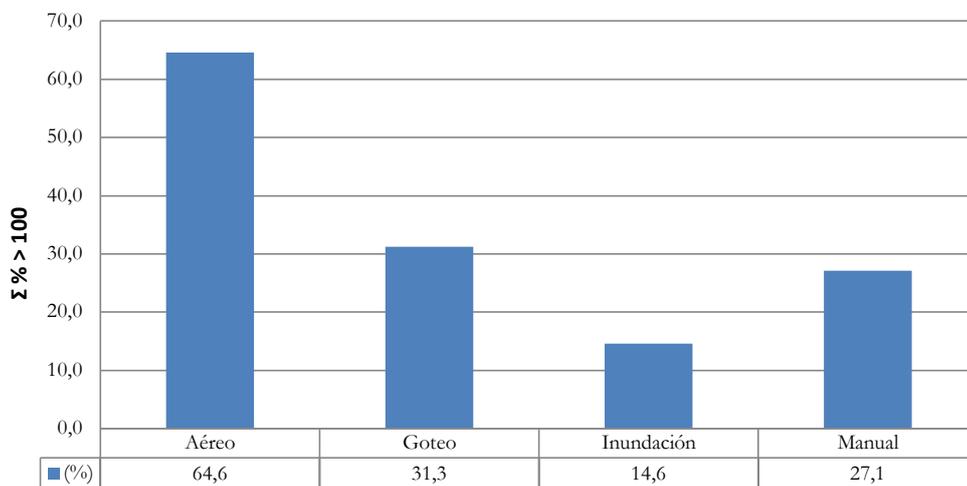


Figura 339. Tipo de riego en los invernaderos de Extremadura (n = 48).
(Fuente: elaboración propia).

6.2.2. Especies cultivadas

Oficialmente [2], en los invernaderos extremeños se cultivan 30 ha de pimiento (28 en la provincia de Badajoz y 2 en la de Cáceres), 24 ha de calabacín (todas en Badajoz), 2 ha de tomate (en Cáceres), 1 ha de judías verdes (Cáceres) y 11 ha de otros cultivos herbáceos (2 en Badajoz y 9 en Cáceres). Con respecto a las 48 empresas extremeñas estudiadas a través de sus propietarios, predominan en ellas los cultivos de

plantas hortícolas (55,2%) y de flores y plantas ornamentales (27,6%). Ninguna de las especies restantes alcanza el 10% (Figura 340).

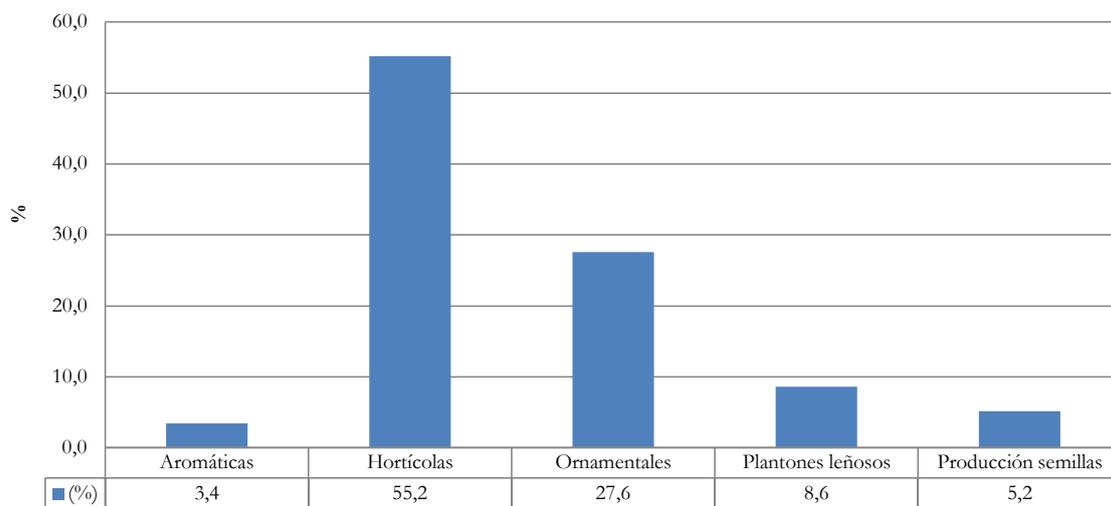


Figura 340. Especies cultivadas en los invernaderos de Extremadura (n = 48).
(Fuente: elaboración propia).

Ante la profusión de plantas hortícolas, resulta conveniente especificar el tipo de especies identificadas. El tomate ejerce un dominio absoluto (40,7%), posiblemente mayor si se tiene en cuenta que el 11,9% de las plantas hortícolas no han podido ser descritas (Figura 341).

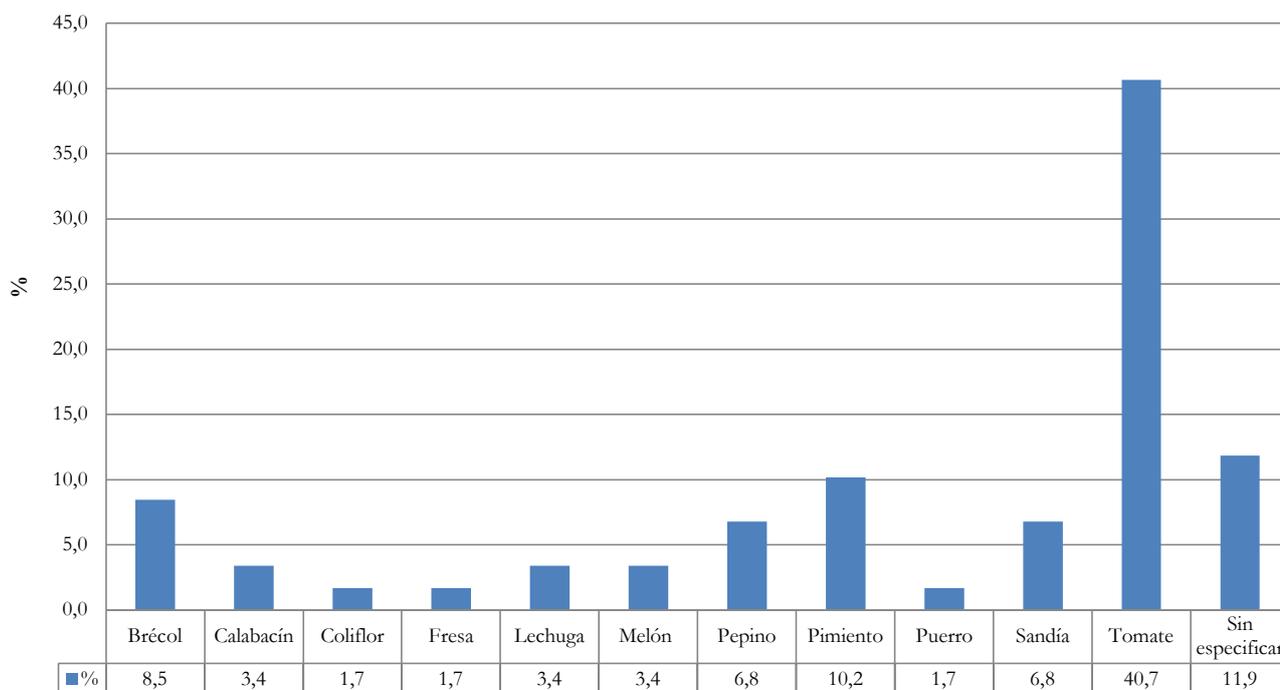


Figura 341. Especies hortícolas identificadas en los invernaderos de Extremadura (n = 32).
(Fuente: elaboración propia).

6.2.3. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos posee la ventaja de aprovechar el potencial edáfico del suelo y facilita la posibilidad de obtener producciones de especies de verano e invierno; es decir, se cultivan productos de temporada manteniendo ininterrumpida la actividad de la explotación. De las 48 empresas de las que se dispone información, 34 (70,8%) no rotan los cultivos y, por tanto, cultivan las mismas especies todo el año; por el contrario, en 14 (29,2%) sí se utiliza esta técnica agrícola.

6.2.4. Intervalo de tiempo aplicado a la rotación de cultivos

Como se ha mencionado en el epígrafe anterior, el porcentaje de empresas que rotan cultivos es minoritario (29,2%). La mitad de las 14 explotaciones que emplean esta técnica agrícola aprovecha la finalización de la cosecha para cambiar la especie cultivada. Resulta conveniente aclarar, en relación a la Figura 342, que la empresa que reporta un período de 7 días se dedica a la producción de diferentes especies de plantones, de ahí ese lapso de tiempo tan reducido.

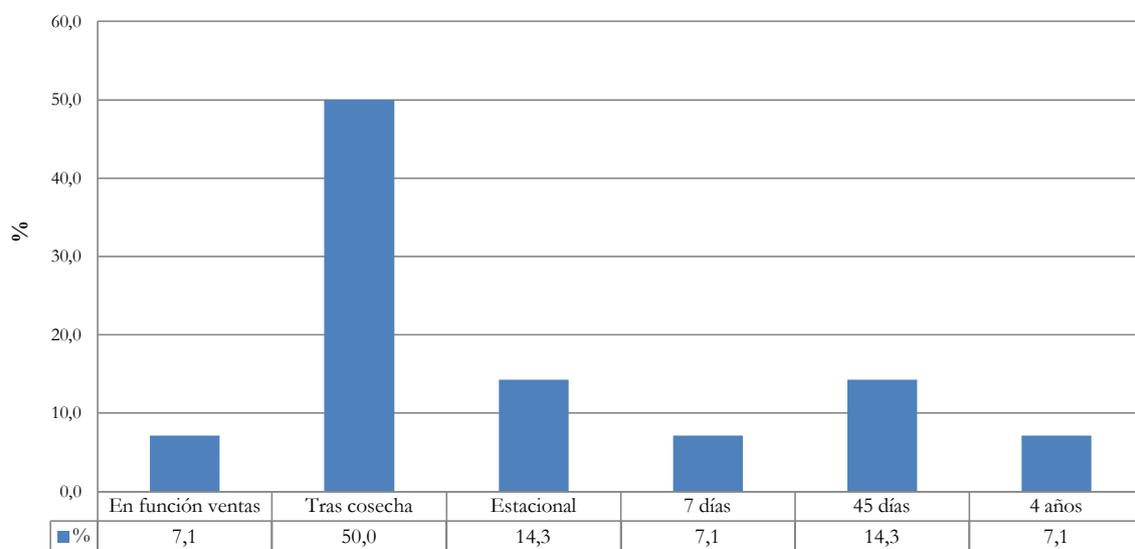


Figura 342. Intervalo temporal empleado para rotar cultivos en los invernaderos de Extremadura (n = 14).
(Fuente: elaboración propia).

6.2.5. Tipo de técnica de control de plagas

Existen varias técnicas de control de plagas, frecuentemente complementarias o sinérgicas, combinando tratamientos químicos, biológicos, mecánicos, genéticos, etc. La técnica más evolucionada y, por tanto más segura tanto para las plantas como para los propios trabajadores, es la conocida como control integrado, que aúna las mejores características de diversos métodos de control. En Extremadura, tres de cada cuatro invernaderos estudiados (77,6%), utilizan únicamente el control químico; es decir, el empleo exclusivo de productos fitosanitarios y sólo el 20,4% de los propietarios confirma la implementación del control integrado en sus instalaciones (Figura 343).

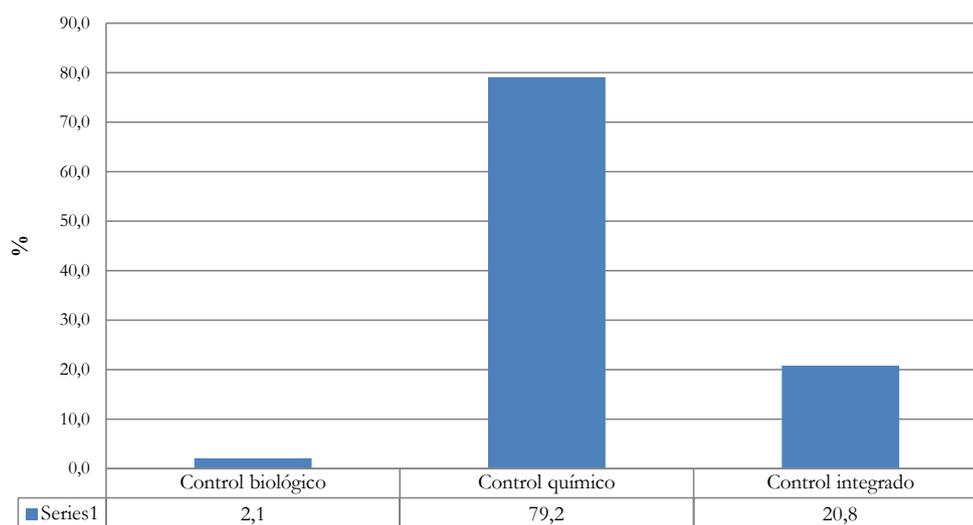


Figura 343. Técnicas de control de plagas empleadas en los invernaderos de Extremadura (n = 48).
(Fuente: elaboración propia).

6.2.6. Tecnología instalada en los invernaderos

A lo largo del presente trabajo se ha insistido en la importancia de dotar de tecnología a los invernaderos. En las grandes instalaciones comerciales, el esfuerzo económico que supone la modernización técnica es amortizado a medio plazo por el incremento rápido del rendimiento y la calidad de las producciones.

La ventilación natural, la más básica de todas las tecnologías, es utilizada en el 91,8% de las instalaciones extremeñas, seguida por los nebulizadores de agua para el riego aéreo (63,3%) y por los cañones de aire caliente (34,7%). El 6,1% de las instalaciones carece de cualquier tipo de tecnología (Figura 344), incluso la ventilación natural se efectúa enrollando las paredes, confeccionadas con el mismo plástico flexible de la cubierta. Se trata, pues, de invernaderos económicos, muy endeble, con estructuras de pequeño tamaño y escasa resistencia a los fenómenos meteorológicos.

(n = 48) (%)

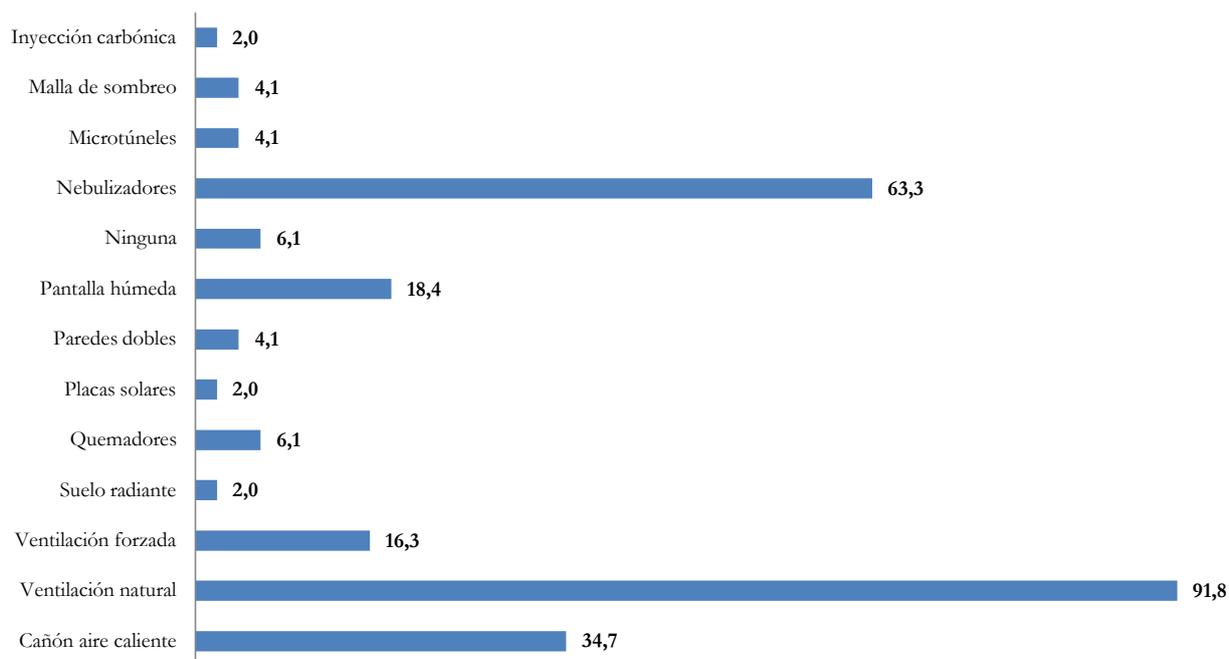


Figura 344. Tecnología instalada en los invernaderos de Extremadura (n = 48).
(Fuente: elaboración propia).

6.2.7. Superficie dedicada al cultivo en invernadero

Las instalaciones invernadas propiedad de los 48 empresarios encuestados representan una superficie total de 56 ha repartidas en 13 términos municipales (TM). Es preciso aclarar que las cifras consignadas son las recogidas en las encuestas y no tienen que coincidir necesariamente con las superficies medidas con el Visor SIGPAC. Salvo algunas excepciones, los propietarios suelen representar con cifras redondas la superficie total de sus invernaderos. La instalación de mayor tamaño (10 ha) se sitúa en Don Benito (Badajoz), seguida por otra en Valdelacalzada (6 ha, Badajoz) y una tercera también en Don Benito (5 ha). Se ha establecido una clasificación basada en la superficie media por municipio. Nuevamente Don Benito se sitúa en cabeza con una media de 4,7 ha; le siguen Valdelacalzada con 3,3 ha, Talavera la Real (Badajoz) con 1,6 ha, Torremayor y Villanueva de la Serena (ambos en Badajoz) con 1,5 ha y Montijo (Badajoz) con 1,2 ha. El resto de poblaciones no alcanza una superficie media de 1 ha (Tabla 217).

Tabla 217. Superficie y ubicación geográfica de las instalaciones de los propietarios encuestados.

Clasificación del municipio por superficie	Municipio	Superficie (ha)	Superficie por TM (ha)	Provincia
6	Alconchel	0,37	0,37	Badajoz
7	Badajoz	0,05	0,36	Badajoz
		0,10		

Clasificación del municipio por superficie	Municipio	Superficie (ha)	Superficie por TM (ha)	Provincia
		0,10		
		0,12		
		0,03		
		0,05		
		0,15		
		1,00		
		0,50		
		0,49		
		0,12		
		0,13		
		1,27		
		1,00		
10	Cáceres	0,02	0,08	Cáceres
		0,25		
		0,02		
		0,02		
11 a	Casar de Cáceres	0,01	0,01	Cáceres
1	Don Benito	5,00	4,65	Badajoz
		10,0		
		3,50		
		0,11		
8	Guadiana	0,20	0,33	Badajoz
		0,46		
11 b	Mérida	0,01	0,01	Badajoz
5	Montijo	4,70	1,19	Badajoz
		0,35		
		1,00		
		2,50		

Clasificación del municipio por superficie	Municipio	Superficie (ha)	Superficie por TM (ha)	Provincia
		1,00		
		0,11		
		0,10		
		0,53		
		0,40		
9	Puebla de la Calzada	0,17	0,17	Badajoz
3	Talavera la Real	1,90	1,57	Badajoz
		3,40		
		0,48		
		0,05		
		2,00		
4 a	Torremayor	2,00	1,50	Badajoz
		1,00		
2	Valdelacalzada	6,00	3,25	Badajoz
		0,50		
4 b	Villanueva de la Serena	2,00	1,50	Badajoz
		1,00		

(Fuente: elaboración propia).

Capítulo 7. Conclusiones y líneas futuras

7.1. Conclusiones

El desarrollo de los invernaderos en Extremadura dista mucho de alcanzar los niveles de Andalucía o de la Región de Murcia, pero se aprecia cierta vitalidad en aquellas zonas geográficas caracterizadas por la experiencia de los agricultores en la aplicación de labores de cultivo intensivas (sobre todo en especies hortícolas y ornamentales), abundancia de agua de riego, existencia de empresas suministradoras de materiales, fácil distribución de la producción, etc. Los valles de los ríos Guadiana (Badajoz) y Alagón (Cáceres) reúnen estas ventajas, por lo que es factible que en un futuro razonablemente próximo se destine más superficie a esta modalidad agrícola.

Las instalaciones localizadas, susceptibles de conformar un negocio, se reparten de manera heterogénea entre ambas provincias; de hecho, el número de invernaderos de la provincia de Cáceres casi duplica al de Badajoz, si bien estos son de mayor tamaño, circunstancia que explica que de las 223 ha registradas en el presente estudio, 121 pertenezcan a la provincia pacense y 102 a la cacereña. La distribución territorial de los invernaderos es muy irregular, situándose principalmente en los dos valles mencionados y en la mancomunidad de La Vera. Casi la mitad de los municipios extremeños dispone de alguna estructura invernada en funcionamiento. La superficie media de cada unidad de invernadero no llega a los 800 m² y la de cada negocio oscila entre 1.300 y 1.400 m². Si se considera que existen explotaciones con 10-12 ha de superficie, el valor medio mencionado proporciona coherencia a la idea del carácter familiar detectado en muchas instalaciones. La superficie media invernada por municipio es, aproximadamente, de 1,3 ha.

En este trabajo se ha intentado analizar el ambiente térmico de un invernadero dotado con control climático del ambiente interior, la presencia de metales pesados en los sustratos y suelos de cultivo de dos instalaciones ubicadas en diferentes municipios, así como el análisis de los resultados procedentes de las encuestas dirigidas a los trabajadores. A continuación se muestran las principales conclusiones del estudio.

7.1.1. Conclusiones derivadas del análisis térmico del invernadero

En relación a las condiciones climáticas a las que se encuentran expuestos los trabajadores de invernadero, al contrario de lo que sucede en la mayoría de ocupaciones laborales, el ambiente térmico en el que trabajan está diseñado para satisfacer los requerimientos de las especies cultivadas, no la comodidad de las personas. Partiendo de esta premisa, el trabajador debe adaptarse a las necesidades climáticas del cultivo. Esto es siempre así en instalaciones no dotadas con tecnologías de control. En las de mayor tamaño y técnicamente evolucionadas, sí es posible conseguir cierto equilibrio entre el confort de plantas y trabajadores. Prueba de ello son los datos procedentes del invernadero de referencia utilizado en el presente estudio en el que, tradicionalmente, se aplica un férreo control ambiental durante el mes de agosto, con la temperatura del aire interior consignada a 30 °C.

Sin estos automatismos de control se ha observado que las temperaturas en julio pueden alcanzar picos, en jornada laboral, de hasta 43-45 °C en el invernadero, mientras que en agosto (controlado) en ningún momento se superan los 32,7 °C. Las temperaturas medias habituales de junio (30,5 °C) y julio (35,1 °C) agudizan la penosidad del trabajo; sin embargo, la temperatura media de agosto oscila entre 23,5 y 26,5 °C. En relación a los incrementos medios de temperatura a lo largo de la jornada laboral,

considerada entre las 6:00 y las 22:00 h, en el mes de junio suelen fluctuar entre 18,1 y 31,9 °C, mientras que en agosto se sitúan entre 20,3 y 27,4 °C.

En los meses de verano, la humedad relativa media se mantiene entre el 45 y el 58%, aunque las importantes oscilaciones naturales de los valores horarios son atenuadas por la acción del sistema de control climático. Así, cuando este permanece fuera de servicio, los valores de humedad descienden rápidamente a cifras próximas al 10%. En un ciclo normal de un día de verano, la humedad relativa sufre intensas fluctuaciones de forma natural, registrándose valores del 70% al inicio de la mañana y del 10% a las 15:00 h; sin embargo, cuando el mecanismo de control se activa, la humedad se mantiene, durante las horas de calor, en un intervalo situado en el 40-60%, favoreciendo el crecimiento vegetativo del cultivo e incrementando el confort térmico de trabajadores (alivio momentáneo debido al incremento de la velocidad del aire) y especies cultivadas.

Una situación similar tiene lugar con la velocidad del aire interior, sujeta no sólo a las oscilaciones del sistema de control en verano, sino también a la acción del viento que penetra en forma de corrientes de aire por los intersticios estructurales habituales e inevitables en las instalaciones recubiertas por materiales plásticos. El incremento de la velocidad durante las horas centrales del día en los meses de calor por la activación del sistema de control, no sólo ventila y renueva el aire del invernadero, sino que proporciona un respiro al trabajador, pues reduce instantáneamente los valores de temperatura, facilitando la ejecución de las tareas, al menos desde el punto de vista del ambiente térmico. La incomodidad por corrientes de aire o Índice DR requiere, para su aplicación, unos valores de temperatura interior situados entre 20 y 26 °C y una velocidad del aire interior inferior a 0,5 m·s⁻¹. Estos requisitos limitan su estudio a los meses de invierno y primavera.

El análisis de los principales índices ambientales (PMV, PPD y WBGT) contribuye a ratificar con mayor nitidez estas y otras características del ambiente térmico. El Índice PMV es una excelente herramienta para describir el estado de bienestar térmico al que se encuentran expuestos los trabajadores. El índice debe situarse entre -2 y +2, valores que delimitan los ambientes moderados de los inconfortables por frío o calor, respectivamente. En los meses de primavera, en instalaciones no tecnificadas, se ha detectado en marzo 1 día con un valor medio de PMV superior a +2, con sensación térmica de mucho a bastante calor (Clase 2); así como 4 días en abril y 9 en mayo. Si se consideran los valores máximos absolutos, existen situaciones puntuales de disconfort térmico en 30 días de marzo, de manera que ya en primavera se deben implementar medidas correctivas. En los meses de abril y mayo aparecen escenarios de Clase 1, con sensación de mucho calor y valores de PMV superiores a +3. Durante el verano este problema se agrava, salvo en agosto, en el que las condiciones ambientales son más favorables que las de junio o septiembre, debido al ejercicio de control del clima. A lo largo de la jornada laboral, el valor medio horario de este índice en marzo supera el límite establecido entre las 11:00 y las 16:00 h, alargándose una hora más en abril y mayo, llegando en los meses de más calor a comprometer el bienestar térmico de los trabajadores entre las 10:00 y las 19:00 h. Con respecto a enero, mes más frío del invierno, se registran situaciones fuera del rango de ambientes moderados (por debajo de -2) entre las 6:00 y las 10:00 h.

Si se aplica el Índice PPD, su valor medio supera, todos los meses, el 50% de insatisfechos por el ambiente térmico, llegando en julio al 70%. El porcentaje máximo (100%) se alcanza de manera puntual durante 20 días en julio, 24 en septiembre y ninguno en agosto; en primavera e invierno se reproduce, igualmente, este valor máximo de manera ocasional, sea por frío o por calor. En relación a este índice, un porcentaje superior al 75% indica la existencia de un ambiente térmico no moderado, sea por frío o por calor; así, en diciembre, estos episodios se pueden observar entre las 6:00 y las 10:00 h; en enero entre las

6:00 y las 9:00 h, en marzo y abril entre las 11:00 y las 16:00 h, incrementándose gradualmente hasta la franja horaria de las 10:00-18:00 h en julio.

Los ambientes no moderados requieren la aplicación inmediata de medidas correctivas. Como el ambiente interior no se puede modificar en muchos casos, hay que implementar medidas dirigidas hacia el incremento del tiempo de descanso, reduciendo el tiempo de permanencia en el interior del invernadero. La aplicación del Índice WBGT confirma los resultados anteriores. El principal objetivo de este índice es el de detectar situaciones de estrés térmico por calor. El trabajo propio del sector agrícola en general, y el que se realiza en un invernadero en particular, puede ser considerado como una actividad laboral con un gasto metabólico moderado, para el que se establece un valor límite de WBGT de 28 °C, a partir del cual se materializa una situación de estrés térmico en el trabajador, siendo necesaria la aplicación de medidas correctivas inmediatas.

El análisis de los registros medios del Índice WBGT ha posibilitado la detección de valores entre 28 y 29 °C hasta en 7 días en mayo, 4 en junio, 3 en julio, 6 en septiembre y ninguno en agosto. Si se estudian los valores máximos diarios se excede el valor límite, aunque sea de forma puntual, en 30 días de mayo, todos los días de junio, julio y agosto y 29 días de septiembre. Una de las principales aportaciones de este índice es la de establecer hasta tres valores límite, en este caso para trabajos con desgaste metabólico moderado, a partir de los cuales es necesario modificar el régimen de trabajo-descanso en el transcurso de la jornada laboral. De esta forma, si se superan los 28 °C, el valor del régimen de trabajo-descanso será de 75-25%; si se sobrepasan los 29 °C, se igualan ambos porcentajes, y si el valor del índice es mayor de 31,1 °C deberá implementarse un régimen de 25-75%, todo ello con el objetivo prioritario de proteger la seguridad y la salud del trabajador expuesto. Así, se detectan valores medios diarios superiores a 31,1 °C en 2 días de junio, julio y septiembre y, atendiendo a los registros máximos diarios, se supera esta cifra todos los meses, desde mayo a septiembre. La observación de los valores medios horarios revela la existencia de registros superiores a 28 °C entre las 12:00 y las 19:00 h en mayo, entre las 11:00 y las 18:00 h en junio, entre las 10:00 y las 18:00 h en julio, entre las 12:00 y las 19:00 h en septiembre y sólo a las 16:00 h en agosto.

Por consiguiente, y a tenor de todo lo mencionado en este epígrafe, se verifica la conveniencia de adelantar dos horas el inicio de la actividad laboral en los invernaderos desde mayo hasta septiembre y retrasarla una hora entre diciembre y febrero. Esta medida preventiva se aplica ya en algunas de las instalaciones visitadas, de manera que se sustituye tiempo de trabajo propio de ambientes no moderados por otro sin estrés térmico.

La incomodidad por frío es infrecuente en la zona estudiada. Para su análisis se utiliza el Índice WCI, que califica y valora ambientes molestos por frío. En el invernadero de referencia sólo se han registrado valores puntuales en las primeras horas de la jornada en 8 días diferentes, desde el 30 de diciembre hasta el 8 de febrero, con capacidad para causar una incomodidad de tipo ligero a los trabajadores expuestos.

7.1.2. Conclusiones derivadas de la presencia de metales pesados

Las intoxicaciones por metales pesados pueden causar enfermedades profesionales; por tanto, sus manifestaciones clínicas no se presentan de manera inmediata, en el momento de la exposición, sino mucho tiempo después. Afortunadamente, estas patologías son infrecuentes en el sector agrícola de países desarrollados, si bien es preciso vigilar las concentraciones, en suelos y sustratos agrícolas, de los principales metales pesados, especialmente cobre, cadmio y cinc, que son los que han superado los valores

límite establecidos en muestras de suelo procedentes de un gran invernadero comercial ubicado en Montijo, población de la provincia de Badajoz. Para evitar la aparición de estas elevadas concentraciones de metales pesados en suelos o sustratos sometidos a intensas fertilizaciones, es necesario renovarlos con frecuencia, ya que a medida que envejecen, más se acumulan en ellos este tipo de elementos.

7.1.3. Conclusiones derivadas del análisis de los datos de la encuesta

La información extraída de la encuesta es muy amplia. Han sido seleccionados los aspectos laborales más relevantes y con mayor incidencia en la seguridad y salud de los trabajadores. A continuación se exponen las principales conclusiones.

El trabajo agrícola se caracteriza por la presencia mayoritaria de mano de obra masculina. En el presente estudio, la mujer representa el 14,8% de la muestra.

En general, el nivel formativo oficial de los trabajadores de invernadero es escaso: uno de cada cinco encuestados carece de estudios primarios y dos de cada cinco poseen el Graduado Escolar.

Los invernaderos estudiados se caracterizan por su carácter eminentemente familiar; prueba de ello es el elevado porcentaje (29,2%) de propietarios que han participado en la encuesta. Otra peculiaridad que caracteriza el trabajo en los invernaderos analizados es su elevado nivel de eventualidad en el empleo. Esta modalidad de contratación afecta a más de un tercio de los trabajadores (36,6%).

El número de bajas de etiología laboral no es muy alto; se atribuyen, principalmente, a posturas forzadas mantenidas en el tiempo, como la posición de trabajo con el tronco flexionado hacia adelante y la espalda arqueada, postura típica para realizar las actividades culturales de siembra, manejo de plantas de pequeño porte, etc. Para los trabajadores, los riesgos de Seguridad son tan relevantes como los ergonómicos; no así los higiénicos, que resultan minoritarios en su consideración. No se ha reportado ni un sólo caso de baja médica de etiología laboral originada por factores de riesgo psicosocial, si bien es cierto que, con frecuencia, son difíciles de detectar porque suelen somatizar y finalmente, el afectado solicita consulta médica por un trastorno músculo-esquelético.

Los 16 accidentes *in itinere* registrados entre la población de la muestra causaron la pérdida de 730 días de trabajo, si bien se ha considerado la totalidad de la vida profesional desarrollada en la explotación en la que actualmente se desempeña la actividad laboral.

Los invernaderos extremeños se caracterizan por la exigüidad de sus plantillas; así, más de la mitad de los trabajadores realizan su labor en instalaciones con menos de seis efectivos, la mitad de ellos en invernaderos con uno o dos trabajadores.

El tipo de estructura más empleada en Extremadura corresponde al invernadero multitúnel (63,0%) dotado con cubierta plástica de polietileno. Se aprecia cierto incremento en el empleo de cristal (14,7%) en instalaciones de gran tamaño. Los residuos generados, plásticos fundamentalmente, no son siempre gestionados de forma integral, ya que aún se producen acumulaciones de desechos en las zonas aledañas a los invernaderos (12,8%), quemadas incontroladas e ilegales, por tanto (10,1%), y asimilación a residuos sólidos urbanos (18,7%). Las causas se atribuyen a falta de medios (37,7%) y desinterés (13,5%).

Por lo que respecta a la formación, es esta una de las asignaturas pendientes de la población estudiada. Dos tercios de los trabajadores carecen de formación medioambiental y la que se posee ha sido adquirida,

mayoritariamente, a través de charlas informales. La ausencia de formación en prevención de riesgos laborales afecta a un tercio de los trabajadores; entre los que reconocen haber sido formados, más de la mitad recibieron la formación por medio de charlas informativas, frecuentemente en el propio puesto de trabajo. Sólo el 17,1% de los trabajadores afirma que la frecuencia de la formación es continua o frecuente y para más de la mitad no se realiza ante cambios en las condiciones de trabajo o en relación con los riesgos del puesto de trabajo, sino que suele dirigirse hacia aspectos generales.

La vigilancia de la salud es desconocida para más de la mitad de los encuestados y sólo el 38,1% la recibe con una periodicidad anual.

Entre los aspectos ergonómicos destaca el elevado porcentaje de trabajadores que se siente agotado físicamente al finalizar su jornada laboral, aunque los niveles de recuperación, tras el descanso nocturno, son muy positivos. Los riesgos ergonómicos y de Seguridad más frecuentes son el mantenimiento en el tiempo de posturas forzadas, la fatiga física, las caídas a distinto y mismo nivel y los cortes. Las posibles causas de materialización de un accidente de trabajo hay que buscarlas entre las distracciones y descuidos, las posturas forzadas y el cansancio y la fatiga. Una vez materializado el trastorno músculo-esquelético (45,1%), suele afectar mayoritariamente a la espalda y miembros inferiores.

Los riesgos higiénicos presentan menor importancia para los trabajadores de la muestra. Entre ellos destacan los relacionados con la escasa satisfacción con la temperatura y humedad presentes en el trabajo. Los plaguicidas constituyen la sustancia química más utilizada en los invernaderos. Con frecuencia, los trabajadores no son conscientes de su peligrosidad porque sus efectos perniciosos para la salud se presentan con el paso del tiempo. Buena prueba de ello es que casi la mitad de los encuestados ignora el plazo de latencia para volver a entrar de forma segura en un invernadero recién tratado. Entre los propios aplicadores, a los que se les supone una formación acreditada, se han detectado señales de alarma en aspectos relacionados con los niveles de seguridad con los que realizan su tarea; así, el 31% no utiliza traje integral, el 46% se quita parte del atuendo durante el tratamiento, el 28% bebe, come o fuma en plena aplicación, el 55% no se ducha inmediatamente después de realizar el tratamiento, el 57% no lava rápidamente la ropa utilizada o la desecha (existen trajes integrales desechables a buen precio, por debajo incluso de 5 €) y el 31% no elimina correctamente los residuos de plaguicidas. Las consecuencias de esta mala praxis, a corto plazo, son evidentes: durante o tras la aplicación el 6% siente molestias en los ojos o en la piel, el 5% sufre tos o diarrea, el 6% cefaleas y el 1% pérdidas de conocimiento y, tras realizar el tratamiento, el 2% padece temblores.

Los riesgos de Seguridad preocupan a los trabajadores tanto como los ergonómicos. Uno de cada cuatro utiliza siempre o a menudo equipos de trabajo que ellos mismos consideran peligrosos, sobre todo herramientas manuales y vehículos a motor; el 12% emplea con cierta frecuencia equipos de trabajo defectuosos, sobre todo herramientas manuales y vehículos y maquinaria. Los manuales de los equipos no siempre son accesibles para dos de cada tres trabajadores. Con respecto a los equipos de protección, aproximadamente el 40% de los encuestados no los emplea con regularidad, siendo los más utilizados la ropa de trabajo adecuada, los guantes de protección y el calzado de seguridad. El grado de conocimiento del uso y mantenimiento correctos de estos equipos presenta también cifras inquietantes: se sitúa en un intervalo entre moderado y mínimo para un tercio de los trabajadores. El nivel de satisfacción por la formación e información recibida sobre su adecuada utilización se sitúa en valores mínimos a moderados para la mitad de la muestra. Por lo que respecta a la destreza adquirida en el manejo de los equipos de protección contra incendios, casi la mitad de los trabajadores reconoce que tendría graves problemas a la hora de manejarlos en una situación de emergencia.

Por lo que se refiere a los riesgos psicosociales, suelen estos mermar la seguridad y salud del trabajador de forma gradual y solapada, de forma que su evolución habitual se manifiesta con la somatización del problema que, finalmente, resulta ser la circunstancia que impulsa al afectado a solicitar cita médica. Los riesgos psicosociales son los menos estudiados, particularmente en el mundo agrícola y prácticamente no hay bibliografía científica aplicada al trabajo específico en invernaderos. Los aspectos más interesantes, desde el punto de vista preventivo, lo constituyen los elevados porcentajes de acumulación de tareas entre jornadas laborales, la atención requerida por el trabajo, la rapidez en la toma de decisiones, el intenso ritmo impuesto en el trabajo, las graves consecuencias de cometer un error, la realización del trabajo solo y aislado, el número de días de trabajo semanales (seis y siete son las opciones mayoritarias), el escaso control sobre la posibilidad de elegir el período vacacional (la temporada alta coincide con los meses de verano), las situaciones de conflicto con implicación emocional y los episodios de discriminación o humillación en el ámbito laboral (germen del acoso laboral).

Consideración especial merece la cuestión del salario. Tradicionalmente, los sueldos agrícolas se han caracterizado por su baja cuantía y por la posibilidad de realizar, para poder incrementarlos, trabajos a destajo, perjudiciales para la salud a medio plazo. Las percepciones dinerarias más repetidas se sitúan en los intervalos de 901-1.100 € (29%), 1.101-1.300 € (29%) y 751-900 € (23%). Estos salarios provocan un nivel de satisfacción mínimo (43%) y bajo (15%) entre los trabajadores. Para agravar aún más esta cuestión, se han detectado importantes diferencias retributivas asociadas al sexo.

Entre los aspectos psicosociales más favorables se encuentran el apoyo social procedente de superiores jerárquicos, compañeros y personal subordinado, el nivel de implicación con la organización y la percepción del propio estado de salud (el 92% de los encuestados no ha estado de baja ni un solo día en los últimos doce meses de trabajo).

Las preguntas diseñadas con la Escala de Likert (con opciones distribuidas en 5 niveles) proporcionan información cuantitativa susceptible de ser fácilmente tratada desde el punto de vista estadístico. El análisis de las medias permite configurar niveles de riesgo; así, una media ubicada entre 2 y 3 hace referencia a un nivel entre bajo y moderado; entre 3 y 4 a un nivel de riesgo entre moderado y alto, etc. Detrás de cada media, sea su valor el que fuere, existen trabajadores que padecen unas condiciones de trabajo inadecuadas o no adaptadas a sus circunstancias personales. Por este motivo, todos los escenarios de riesgo merecen la atención del empresario y del servicio de prevención, con el fin de eliminar o de reducir a su grado mínimo las situaciones de riesgo.

Ahora bien, la aplicación de la Escala de Likert en el presente estudio permite establecer una prioridad en la implementación de intervenciones preventivas en función del nivel de riesgo. Son, por orden de importancia: con un nivel de riesgo entre elevado y máximo se encuentra la atención requerida por el trabajo ($\bar{X} = 4,31$), con un nivel de riesgo entre moderado y alto se sitúa la frecuencia de la formación ante cambios en las condiciones de trabajo (3,92), ritmo de trabajo (3,88), frecuencia de la formación en prevención de riesgos laborales (3,70), satisfacción con el salario (3,66), desconocimiento de la humedad existente en el invernadero (3,61), agotamiento físico entre jornadas laborales (3,60), falta de control sobre la elección del período vacacional (3,58), relación entre la formación recibida y el trabajo real desempeñado (3,56), satisfacción con la humedad existente en la instalación (3,50), gravedad de las consecuencias de cometer un error (3,44), satisfacción con la temperatura del trabajo (3,39), accesibilidad a los manuales de los equipos de trabajo (3,28), exigencias físicas del trabajo (3,23), rapidez en la toma de decisiones (3,23), acumulación de tareas entre jornadas laborales (3,22) y grado de conocimiento en el manejo de los equipos de protección contra incendios (3,03). El resto de las medias califican niveles de riesgo bajo-moderado o mínimo-bajo. Si la información proporcionada por los ítems confeccionados con

la Escala de Likert se agrupa por especialidades preventivas y aspectos más generales, los mayores niveles de riesgo se encuentran en la formación/información recibida ($\bar{X} = 3,73$), los riesgos ergonómicos (2,64), psicosociales (2,41), higiénicos (2,30) y de Seguridad (2,25).

Dada la profusión de preguntas relacionadas con los factores psicosociales (22), se ha procedido a agruparlas en las dimensiones o categorías establecidas para su estudio y comparación. La clasificación de estos riesgos está liderada por las recompensas ($\bar{X} = 3,66$), seguida a mucha distancia por la autonomía y control sobre el trabajo (2,64), demandas psicológicas o mentales (2,61), implicación emocional (2,31), identificación con la organización (1,72) y apoyo social (1,63). Por tanto, es posible establecer prioridades a la hora de instaurar intervenciones psicosociales preventivas y correctivas, dirigiéndolas hacia los aspectos más negativos.

Finalmente, para un intervalo de confianza del 95%, se han encontrado relaciones de dependencia significativa entre el sexo y la edad como variables de agrupación por un lado, y gran número de aspectos de la encuesta, considerados como variables dependientes de las anteriores, por otro. Así, en función del sexo, los principales factores que muestran este tipo de relación son:

- Formación académica o profesional oficial.
- Trastornos cutáneos crónicos o recurrentes.
- Tipo de relación laboral.
- Tarea principal desempeñada.
- Tareas frecuentes; en concreto, la aplicación de los tratamientos fitosanitarios y la atención al público.
- Antigüedad en la explotación.
- Tamaño de la plantilla.
- Realización de la vigilancia de la salud y su periodicidad.
- Algunas posturas de trabajo, como la de mantenerse en pie mucho tiempo sin moverse (de pie estático).
- Frecuencia en la manipulación manual de cargas pesadas o de difícil agarre.
- Exigencias físicas del trabajo.
- Agotamiento físico tras la finalización de la jornada diaria de trabajo.
- Determinados riesgos existentes en el trabajo, como la presencia de sustancias peligrosas y atrapamientos en máquinas.
- Algunas posibles causas de accidentes de trabajo, como la manipulación de sustancias químicas y la posibilidad de sufrir una agresión física en el invernadero.
- Molestias musculares o articulares que atañen, específicamente, al miembro superior.
- Satisfacción con la iluminación.
- Percepción relacionada con la peligrosidad de determinados equipos de trabajo, concretamente los vehículos motorizados y las herramientas eléctricas.
- Origen o fuente de la información sobre el uso correcto de los equipos de trabajo, específicamente la procedente de los propios compañeros.
- Utilización de determinados equipos de protección, como guantes y mascarillas.
- Conocimiento del plazo de seguridad o de latencia para ingresar en una instalación recién tratada con productos fitosanitarios.
- Asunción de la tarea consistente en la aplicación de plaguicidas.

- Procesos que conforman una manipulación y aplicación segura de los plaguicidas.
- Consecuencias para la salud de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios.
- Acumulación del trabajo entre jornadas laborales.
- Variedad de tareas en el trabajo.
- Salario neto mensual percibido.
- Episodios de discriminación o humillación en el trabajo.
- Existencia de superiores jerárquicos.
- Existencia de compañeros.

Las variables que presentan una relación de dependencia significativa con los grupos de edad establecidos son:

- Formación académica o profesional oficial.
- Enfermedad respiratoria crónica.
- Tipo de relación laboral.
- Tareas frecuentes; en concreto, la aplicación de los tratamientos fitosanitarios.
- Antigüedad en la explotación.
- Número de bajas médicas de etiología laboral.
- Número de días de baja por la anterior circunstancia.
- Tamaño de la plantilla.
- Formación en prevención de riesgos laborales a cargo de la propia empresa.
- Tipo de formación recibida sobre esta materia (cursos presenciales *versus* charlas informales).
- Cursos presenciales como modalidad formativa más efectiva.
- Recuperación física entre jornadas de trabajo.
- Presencia de obstáculos en zonas de paso o en vías de evacuación.
- Determinados riesgos existentes en el trabajo, como choques con objetos móviles y humedad excesiva.
- Algunas posibles causas de accidentes de trabajo, como la manipulación de sustancias químicas.
- Opinión sobre las causas probables de la contaminación del aire del invernadero, en concreto las opciones polvo en suspensión y el desconocimiento de dicha procedencia.
- Utilización de determinados equipos de protección, como casco, mascarillas, gafas de seguridad y equipos de protección contra incendios.
- Existencia de equipos de protección contra incendios.
- Presencia de amoníaco como sustancia química peligrosa.
- Asunción de la tarea consistente en la aplicación de plaguicidas.
- Procesos que conforman una manipulación y aplicación segura de los plaguicidas.
- Algunas consecuencias para la salud de los aplicadores de los tratamientos fitosanitarios, como escozor en ojos y/o piel, cefaleas y pérdidas de conocimiento.
- Presencia de agentes biológicos.
- Determinados tipos de agentes biológicos, como insectos y hongos.
- Acumulación del trabajo entre jornadas laborales.
- Gravedad de las consecuencias de cometer un error.
- Variedad de tareas en el trabajo.
- Frecuencia en la recepción de órdenes o instrucciones erróneas o contradictorias.

- Posibilidad de establecer relaciones sociales en el ámbito laboral (trabajos aislados).
- Control sobre el orden de realización de las tareas.
- Iniciativa ejercida por el trabajador o permitida por el empresario.
- Posibilidad de promoción profesional.
- Existencia de situaciones laborales con afectación emocional.
- Existencia de superiores jerárquicos y calidad de la relación que los trabajadores mantienen con ellos.
- Existencia de compañeros y calidad de la relación con los mismos.
- Grado de identificación con la organización para la que se trabaja.

7.2. Líneas futuras

El estudio climático efectuado en el invernadero se puede trasladar a cualquier organización cuyos trabajadores desempeñen su actividad en recintos cerrados o semicerrados, especialmente en aquellos lugares y puestos de trabajo en los que se espera encontrar o se sospecha la existencia de elevados porcentajes de personas insatisfechas con el ambiente térmico.

La presencia de metales pesados no constituye un problema acuciante a tenor de los resultados obtenidos, si bien resulta conveniente vigilar sus concentraciones, sobre todo en suelos y sustratos envejecidos o sometidos a fertilizaciones intensivas prolongadas.

Por lo que respecta al proceso de diseño de la encuesta y análisis de sus resultados, puede ser muy útil en el estudio de invernaderos en otros ámbitos geográficos o en instalaciones especializadas en cultivos con requerimientos muy diferentes (plantas ornamentales, por ejemplo). En futuras investigaciones sería conveniente introducir pequeñas modificaciones en el contenido del cuestionario para adaptarlo aún más a las actividades habituales de un invernadero, suprimiendo algunos ítems, como algunos de los relacionados con los equipos de protección contra incendios, sustituyéndolos por otros concernientes a aspectos ergonómicos (movimientos repetitivos), de Seguridad (incrementar el número de riesgos laborales y de posibles causas de accidentes de trabajo) y, por último, entre los factores psicosociales, introducir cuestiones relativas a la realización de trabajos a destajo, número de pagas anuales (con el fin de conocer mejor las retribuciones percibidas), la propia percepción del estado de salud y seguimiento de hábitos de vida saludable (tabaquismo, hipertensión, etc.) y, sobre todos ellos, analizar el fenómeno de la doble presencia. Con el apoyo de instituciones universitarias y sanitarias sería posible analizar, en la sangre u orina de los aplicadores de productos fitosanitarios, la presencia de metabolitos procedentes de plaguicidas y observar su incidencia en posibles patologías previas o presentes.

Un estudio más profundo de la accidentalidad entre los trabajadores de invernadero, empleando para ello una muestra más amplia, permitiría configurar un patrón tipo del sujeto accidentado (edad, sexo, formación, tarea realizada cuando se produjo el accidente, etc.).

Quizá sea preciso recordar que las cifras oficiales procedentes de fuentes institucionales hacen referencia, frecuentemente, al sector agrario. Sin embargo, este está compuesto por subsectores tan diferentes entre sí como la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza, la acuicultura, etc., de manera que cada uno de estos presenta unos riesgos específicos, de cuya aportación a los resultados de la siniestralidad general del sector es imposible tener constancia, como ha sucedido en el presente trabajo al emprender el estado del arte sobre la situación laboral y de seguridad en los invernaderos. Así pues, un

mismo sector reúne actividades a cielo abierto y otras cuyo desempeño se efectúa, exclusivamente, en recintos cerrados o semicerrados. El caso concreto de las instalaciones invernadas ha sido abordado mediante investigaciones particulares en zonas geográficas muy concretas, como en la comarca del Poniente Almeriense. Precisamente, una de las dificultades encontradas en el desarrollo de este trabajo ha sido la escasez de fuentes referidas a las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores de invernadero. Es este, por consiguiente, un motivo adicional para seguir profundizando en el estudio de una actividad agrícola en alza y muy vigorosa en España.

Capítulo 8. Bibliografía

- [1]. Anuario de Estadística Avance 2018. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Madrid. España. 2019.
- [2]. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Resultados nacionales y autonómicos. (ESYRCE 2018). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística. Secretaría General Técnica. Madrid. España. 2018.
- [3]. Carrasco-López, J.M.; Sánchez, J.I.; Morales-Godoy, V. La modernización de los regadíos en Extremadura. En: Agricultura y ganadería extremeñas. Informe 2012. Caja de Ahorros de Badajoz. España. 2012.
- [4]. Morales-Rodrigo, S. Dinámica productiva de forrajes de diferentes cultivares de triticales y avenas como suplemento de los pastos de dehesa y pastizales del S.O. de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Escuela de Ingenierías Agrarias. Badajoz. España. 2011.
- [5]. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Vicepresidencia Cuarta del Gobierno. Gobierno de España. Web: http://www.aemet.es/es/datos_abiertos/estadisticas/estadistica_meteorofenologicas.
- [6]. Constitución Española. Cortes Generales. B.O.E. nº 311, de 29 de diciembre de 1978.
- [7]. Organización Mundial de la Salud (O.M.S.). Conferencia Sanitaria Internacional. Nueva York. EEUU. 1946.
- [8]. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Jefatura del Estado. B.O.E. nº 269, de 10 de noviembre de 1995.
- [9]. Cortés Díaz, J.M. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad e Higiene del Trabajo. Ed. Tébar, S.L. 9ª ed. Madrid. España. ISBN: 978-84-7360-272-3. 842 pp. 2007.
- [10]. R.D.L. 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. nº 261, de 31 de octubre de 2015.
- [11]. R.D. 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el Sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 302, de 19 de diciembre de 2006.
- [12]. NTP 405: Factor humano y siniestralidad: aspectos sociales. Espluga, J.L. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [13]. Siniestralidad Laboral. Período octubre 2012-septiembre 2013. Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo. INSHT. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. España. 2013.
- [14]. Informe Anual de Accidentes de Trabajo en España 2017. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. Madrid. 2018.
- [15]. Orden ARM/502/2010, de 1 de marzo, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, por la que se definen las producciones y los rendimientos asegurables, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, el ámbito de aplicación, los períodos de garantía, las fechas de suscripción y los precios unitarios en relación con la póliza multicultivo de hortalizas comprendido en el Plan 2010 de Seguros Agrarios Combinados. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. nº 56, de 5 de marzo de 2010.
- [16]. Norma UNE-EN 13031:2002: Invernaderos. Proyecto y construcción. Parte 1: invernaderos para producción comercial. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. 2002.
- [17]. Wittwer, S.H.; Castilla, N. Protected cultivation of horticultural crops worldwide. HortTechnology, 5 (1): 6-23. 1995.
- [18]. Enoch, H.Z. Climate and protected cultivation. Acta Horticulturae, 176: 11-20. 1986.
- [19]. Tolón, A.; Lastra, X. La agricultura intensiva del Poniente Almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental. Revista Electrónica de Medioambiente, <https://revistas.ucm.es/index.php/MARE>. España. 2010.
- [20]. Von Elsner, B.; Briassoulis, D.; Waaijenberg, D.; Mistriotis, A.; von Zabeltitz, C.; Gratraud, J; Russo, G.; Suay-Cortés, R. 2000-a. Review of structural and functional characteristics of greenhouses in European Union countries: Part I: Design requirements. Journal Agricultural Engineering Research, 75: 1-16. 2000.

- [21]. Wittwer, S.H. Advances in protected environments for plant growth. I: Advances in food-producing systems for arid and semiarid lands. Academic Press. New York. EEUU. pp.: 679-715. 1981.
- [22]. Jouët, J.P. The situation of plasticulture in the world. *Plasticulture*. 123. pp.: 48-57. 2004.
- [23]. Ito, T. The greenhouse and hydroponic industries of Japan. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 481: 761-764. 1999.
- [24]. Zhibin, Z. Update development of protected cultivation in Mainland China. *Chronica Horticulturae*, 39 (2): 11-18. 1999.
- [25]. Rosenberg, N.J. *Microclimate: The biological environment*. John Wiley and Sons. New York. EEUU. 315 pp. 1974.
- [26]. FAO. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 2002.
- [27]. Nelson, P.V. *Greenhouse operation and management*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. EEUU. 1991.
- [28]. Bouzo, C.A.; Gariglio, N.F. Principales características de los invernaderos más utilizados. <http://www.e-campo.com/media/news/nl/althorticultura17.htm>. E-campo.com, S.A. 2000.
- [29]. Juárez, P.; Bugarín, R.; Castro, R.; Sánchez-Monteón, A.L.; Cruz-Crespo, E.; Juárez, C.J.; Alejo, G.; Balois, R. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*, año 3, n° 8. México. 2011.
- [30]. Nisen, A.; Grafiadellis, R.; Jiménez, R.; La Malfa, G.; Martínez-García, P.F.; Monteiro, A.; Verlodt, H.; Villele, O.; von Zabeltitz, C.H.; Denis, I.U.; Baudoin, W.O. Protected cultivation in the Mediterranean climate. *Plant Production Protection*. Paper 90. Departamento de Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. Italia. 2002.
- [31]. Castilla, N.; Hernández, J.; Quesada, F.M.; Morales, M.I.; Guillén, A.; Soriano, M.T.; Escobar, I.; Antón, A.; Montero, J.I. Comparison of asymmetrical greenhouse types in the Mediterranean area of Spain. *Acta Horticulturae*, 559: 183-186. 2001.
- [32]. Von Zabeltitz, C.; Baudoin, W. *Greenhouses and shelter structures for tropical regions*. FAO. Roma. Italia. 1999.
- [33]. Norma UNE 76209:2002 IN: Acciones del viento en invernaderos comerciales. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. 2002.
- [34]. Aldrich, R.A.; Bartok, J.W. *Greenhouses engineering*. Ed. Cooperative Extension Service, Cornell University, Ithaca, New York. EEUU. 1994.
- [35]. Espí, E. Materiales de cubierta para invernaderos. Cuadernos de Estudios Agroalimentarios (CEA03). Fundación Cajamar, pp.: 71-88. Almería. España. Junio 2012.
- [36]. Díaz, T.; Espí, E.; Fontecha, A.; Jiménez, J.C.; López, J.; Salmerón, A. Los filmes plásticos en la producción agrícola. Ed. Repsol-YPF. Mundi-Prensa. Madrid. España. 2001.
- [37]. Verlodt, I.; Verschaeren, P. New interference film for climate control. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 514: 139-146. 2000.
- [38]. Yanagi, T.; Okamoto, K.; Takita, S. Effect of blue and red light intensity on photosynthetic rate of strawberry leaves. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 440: 371-376. 1996.
- [39]. Pearson, S.; Wheldon, A.E.; Hadley, P. Radiation transmission and fluorescence of nine greenhouse cladding materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 62: 61-70. 1995.
- [40]. Von Elsner, B.; Briassoulis, D.; Waaijenberg, D.; Mistrionis, A.; von Zabeltitz, C.V.; Gratraud, J.; Russo, G.; Suay-Cortés, R. (2000-b). Review of structural and functional characteristics of greenhouses in European Union countries. Part II: Typical designs. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75: 111-126. 2000.
- [41]. Salmerón, A.; Espí, E.; Fontecha, A.; García-Alonso, Y. Filmes agrícolas avanzados: un campo abierto. *Actas I Simposio Internacional de Plasticultura*. Valencia. España. 2001.
- [42]. Papadakis, G.; Briassoulis, D.; Mugnozza, G.S.; Vox, G.; Feuilleloy, P.; Stoffers, J.A. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for, greenhouse covering materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77 (1): 7-38. 2000.
- [43]. Montero, J.I.; Antón, A. Control climático del invernadero. *Horticultura*, número extra: 52-56. 2000.
- [44]. Marco, I. Los plásticos como cubierta de invernaderos y túneles. *Plasticulture*, 119: 14-25. 2000.
- [45]. Briassoulis, D.; Waaijenberg, D.; Gratraud, J.; von Elsner, B. 1997-b. Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part II: Quality assessment. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67 (3): 171-217. 1997.
- [46]. Serrano, Z. *Construcción de invernaderos*. Ed. Mundi-Prensa. 504 pp. Madrid. España. 2005.
- [47]. Montero, J.I.; Antón, M.A. Evolución tecnológica de los invernaderos españoles. *Acta Horticulturae*, 357: 15-28. 1994.

- [48]. Castilla, N. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Ed. Mundi-Prensa Libros, S.A. 2007.
- [49]. Comité des Plastiques en Agriculture (CPA). Les plastiques en agriculture. Ed. CPA-PHM. París. Francia. 581 pp. 1992.
- [50]. Tesi, R. Medios de protección para la hortofruticultura y el viverismo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España. 288 pp. 2001.
- [51]. Norma UNE-EN 13206:2017+A1: Plásticos. Películas termoplásticas para cubiertas para su utilización en agricultura y horticultura. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Octubre 2020.
- [52]. Wacquart, C.; Sedilot, C. La construction des serres et abris. Ed. CTIFL. París. Francia. 207 pp. 2000.
- [53]. Matallana, A.; Montero, J.L. Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Ed. Mundi-Prensa (2ª ed). Madrid. España. 1995.
- [54]. Decreto 218/1999, de 26 de octubre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. B.O.J.A. nº 134/1999, de 18 de noviembre de 1999.
- [55]. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/ampliacion/furano.htm.
- [56]. COM(2001)593, Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social Europeo, de 24 de octubre de 2001, relativa a la aplicación de la estrategia comunitaria sobre las dioxinas, los furanos y los policlorobifenilos. 2001.
- [57]. Dupuis, I. Guía para la intervención municipal sobre los residuos agrarios. Sociedad Cooperativa del Campo La Candelaria. Tenerife. España. 2008.
- [58]. R.D. 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 287, de 20 de noviembre de 2002.
- [59]. Directiva del Consejo, de 18 de marzo de 1991, por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE, del Consejo relativa a los residuos. D.O.U.E. nº L 78/32, de 26 de marzo de 1991.
- [60]. Directiva 94/62/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases de productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 365/10, de 31 de diciembre de 1994.
- [61]. Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. B.O.J.A. nº 81, de 26 de abril de 2012.
- [62]. Decreto 81/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Autorizaciones y Comunicación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura. D.O.E. nº 100, de 26 de mayo de 2011.
- [63]. Ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental. Comunidad Autónoma de Andalucía. B.O.E. nº 190, de 9 de agosto de 2007.
- [64]. Blázquez, M.A. Capítulo X: los residuos plásticos agrícolas. En: Los residuos urbanos y asimilables. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. España. 2003.
- [65]. Comité Español de Plásticos en Agricultura (CEPLA). <http://www.geoscopio.net/empresas/cepla/>. España.
- [66]. Agencia de Gestión Medioambiental (EGMASA). Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. <http://www.agenciamedioambienteyagua.es>. España.
- [67]. Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR). 2007-2015. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. nº 49, de 26 de febrero de 2009.
- [68]. SIGFITO Agroenvases, S.L. Memoria Anual 2018. http://sigfito.es/wp-content/uploads/2019/07/Memoria_SIGFITO18.pdf.
- [69]. Antón, A. Utilización del Análisis del Ciclo de Vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España. 2004.
- [70]. Montero, J.I. Capítulo VI: Tendencias tecnológicas en los invernaderos mediterráneos. En: Manejo del clima en el invernadero mediterráneo. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (Ed.) Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Almería. España. 2010.
- [71]. Fernández-Zamudio, M.A.; Caballero, P.; de Miguel, M.D. Costes de producción del tomate según el tipo de invernadero. Vida Rural, 319: 40-43. 2010.

- [72]. Martínez, P.F.; Roca, D. El control del clima de los invernaderos de plástico. Un enfoque actualizado. En Flórez, R. V.J. (Ed.). *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. Editorial Nacional de Colombia, pp.: 177-242. Bogotá. Colombia. 2011.
- [73]. Hu, Y.; Li, P.; Zhang, X.; Wang, J.; Chen, L.; Liu, W. Integration of an environment information acquisition system with a greenhouse management expert system. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, vol 50: 855-860. © The Royal Society of New Zealand. 2007.
- [74]. Sanz, J.; Uribarri, A.; Sábada, S.; Aguado, G.; del Castillo, J. Invernaderos fríos, su manejo en invierno. *Navarra Agraria*: 29-35. Navarra. España. 2001.
- [75]. Pérez-Parra, J.J.; Baeza, E.; Pérez, C.; López, J.C.; Montero, J.I. Influencia de las ventanas laterales sobre la ventilación natural en invernadero tipo parral. *Actas de Horticultura*, 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, pp.: 419-421. Pontevedra. España. 2003.
- [76]. Urban, L. *Introduction à la production sous serre (2 vols.)*. Ed. Tech & Doc., 210 pp. París. Francia. 1997.
- [77]. Iglesias, N. Efecto del microclima de un invernadero de la Patagonia Norte (Argentina) sobre parámetros de crecimiento y productividad de tomate. *Curso de Doctorado: Sistemas Agrícolas, Forestals i Alimentaris*. Universitat de Lleida. España. 2002.
- [78]. Bot, G.P.A.; van de Braak, N.J. Energy balance. En: *Greenhouse climate control: An integrated approach*. Baker, J.C.; Bot, G.P.A.; Cjalla, H.; van de Braak, N.J. (Ed). Wageningen Pers. Holanda, pp.: 135-141. 1994.
- [79]. Briceño, L.; Jáimez, R.E. Procesos físicos y su efecto en la temperatura del aire interior de un invernadero. Serie: *Cultivos en invernaderos*, n° 2. Universidad de Los Andes. © Infoagro Systems, S.L.
- [80]. ASAE (American Society of Agricultural Engineers). *Heating, ventilating and cooling greenhouses*. Michigan. EEUU. 2002.
- [81]. Von Zabeltitz, C. Greenhouse structures. En: *Greenhouses ecosystems*. Stanhill, G.; Zvi Enoch, H. (Ed.). *Ecosystems of the world*, 20: 17-79. Amsterdam. Holanda. 1999.
- [82]. Oliveira, C.; García, J.; Benavente, R.; Sirviente, B.; Muñoz, M. Calefacción de invernaderos. *Vida Rural*, 6: 44-45. España. 1999.
- [83]. Perales, A.; Perdigones, A.; García, J.L.; Montero, J.I.; Antón, A. El control de la condensación en invernaderos. *Revista Horticultura*, 168. España. 2003.
- [84]. Bailey, B.J.; Day, W. The use of models in greenhouse environmental control. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 491: 93-100. 1999.
- [85]. Mínguez, P.L. Los determinantes microclimáticos de la horticultura en el sur del Mediterráneo. *Curso Superior de Especialización de Invernaderos II*. Ed. Pérez Parra, J.; Cuadrado Gómez, I.M. Almería. España. 1998.
- [86]. Rodríguez, A. *Métodos de predicción y técnicas de control de la condensación en invernaderos*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Ingeniería Rural. Madrid. España. 2009.
- [87]. Ellis, R.G. Low temperature heating of greenhouses. *Proceedings of the International Seminar and British-Israel workshop on greenhouse technology*, pp: 45-53. Bet Dagan. Israel. 1990.
- [88]. Almansa, E.M. Sistema híbrido de iluminación para el desarrollo de plantas. Aplicación en invernaderos. Tesis Doctoral. E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada y Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Almería. Granada. España. 2010.
- [89]. Serrano, Z. *Técnicas de invernadero*. Serrano, J. (Ed.). Sevilla. España. 1990.
- [90]. Bailey, B.J.; Chalabi, Z.S.; Aikman, D.P.; Cockshull, K.E. Improved strategies for controlling CO₂ enrichment in tomato greenhouses. *Acta Horticulturae*, 443: 155-162. 1997
- [91]. Antón, A.; Aranda, X.; Biel, C.; de Herralde, F.; Montero, J.; Montero, J.I.; Morales, C.; Muñoz, P.; Savé, R. *Manual del aplicador de CO₂ en cultivos hortícolas*. IRTA e Iberdrola. Proyecto SOST-CO₂. Programa Horticultura Ambiental. España. 2011.
- [92]. Stanghellini, C.; Incrocci, L.; Gázquez, J.C.; Dimauro, B. Carbon dioxide concentration in Mediterranean greenhouses: How much lost production? *Acta Horticulturae*, 801. 2008.
- [93]. Nederhoff, E.M. Effects of CO₂ concentration on photosynthesis, transpiration and production of greenhouse fruit vegetable crops. Tesis Doctoral. Aula van de Landbouwwuniversiteit. Wageningen. Holanda. 216 pp. 1994.
- [94]. Benavente, R.M.; García, J.L.; Pastor, M.; Luna, L.; Nolasco, J. Sistemas para la automatización de los invernaderos. *Vida Rural*, 118: 66-70. España. 2000.
- [95]. Benavente, R.M.; García, J.L.; Navas, L.M.; Elena, F.; Pastor, M. Automatismos de control del clima en invernaderos. *Horticultura*, 149: 28-41. España. 2000.

- [96]. Wu, S.; Zhang, Y. The mathematical model for solar radiation penetration into double row greenhouse cucumber. University of Ningxia. Yinchuan. China. © IEEE. 2011.
- [97]. Montheit, J.L.; Unsworth, M.H. Principles of environmental physics. Edward Arnold (Ed.). Woburn (MA). EEUU. 1990.
- [98]. Carrasco-Ríos, L. Efecto de la radiación ultravioleta B en plantas. Universidad de Tarapacá. IDESIA, vol. 27, n° 3: 59-76. Arica. Chile. 2009.
- [99]. Raviv, M. The use of photosensitive cladding materials as modifiers of morphogenesis of plants and pathogens. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 246: 275-284. 1989.
- [100]. Berninger, E. Cultures florales de serre en zone méditerranéenne française: Éléments climatiques et physiologiques. Ed. INRA, PHM-Revue Horticole, 226 pp. París. Francia. 1989.
- [101]. Simpkins, J.C.; Mears, D.R.; Roberts, W.J.; Janes, H. Evaluation of an experimental greenhouse film with improved energy performance. American Society of Agricultural Engineers, paper n° 84-4033. University of Tennessee. Knoxville. EEUU. 1984.
- [102]. Spitters, C.J.T. Separating the diffuse and direct component of global radiation and its implications for modeling canopy photosynthesis. Part II: Calculations of canopy photosynthesis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 38: 231-242. 1986.
- [103]. Warren-Wilson, J.; Hand, D.W.; Hannah, M.A. Light interception and photosynthetic efficiency in some glasshouse crops. *Journal of Experimental Botany*, 43 (3): 363-373. 1992.
- [104]. Hemming, S.; Dueck, T.; Janse, J.; van Noort, F. The effect of diffuse light on crops. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 801: 1.293-1.300. 2008.
- [105]. Takakura, T. Climate under cover. Digital Dynamic Simulation in Plant Bio-Engineering. Springer Science & Business Media, B.V. University of Tokyo. Japón. 1993.
- [106]. Céspedes, A.J.; García, M.C.; Pérez-Parra, J.J.; Cuadrado, I.M. Caracterización de la explotación protegida de Almería. Cuadrado, I.M. (Ed.). FIAPA, pp. 177. Almería. España. 2009.
- [107]. Lorenzo, P.; Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrano, E.; Alonso, F.J.; García, M.L. Capítulo II: Sombreado. En: Manejo del clima en el invernadero mediterráneo. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (Ed.) Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Almería. España. 2010.
- [108]. Van Holsteijn, G.P.A. Sun screen in a tomato crop. Annual Report 1989 Glasshouse Crops Research Station, pp.: 28-29. Naaldwijk. Holanda. 1990.
- [109]. Cockshull, K.E.; Greaves, C.J.; Cave, C.R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 67(1): 11-24. 1992.
- [110]. Lorenzo, P.; García, M.L.; Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrano, E.; Caparrós, I.; Giménez, M. Influence of mobile shading on yield, crop transpiration and water use efficiency. *Acta Horticulturae*, 719: 471-478. 2006.
- [111]. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Medrano, E.; Lorenzo, P. Respuesta del cultivo de pimiento a la aplicación de sombreado exterior móvil y fijo en invernadero mediterráneo. *Actas de Horticultura*, 50: 108-115. 2008.
- [112]. <https://www.infoagro.com/>. Control climático en invernaderos. 2002.
- [113]. García, M.L. Refrigeración de invernaderos: influencia sobre la bioproductividad y la eficiencia en el uso del agua en un cultivo de tomate en sustrato sometido a distintos niveles de salinidad. Tesis Doctoral. Universidad de Almería, 291 pp. Almería. España. 2007.
- [114]. Lorenzo, P.; Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrano, E.; García, M.L.; Caparrós, I.; Giménez, M. El sombreado móvil exterior: efecto sobre el clima del invernadero, la producción y la eficiencia en el uso del agua y la radiación. En: Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos. Fernández, M.; Lorenzo, P.; Cuadrado, I.M. (Eds.). Curso Superior de Especialización 7. D.G.I.F.A., Junta de Andalucía. Hortimed, FIAPA y Cajamar, pp.: 207-229. Almería. España. 2003.
- [115]. Sethi, V.P. On the selection of shape and orientation of a greenhouse for composite climates. *International Journal of Sustainable Energy*, vol. 28, n° 1-3: 45-48, marzo-septiembre de 2009. Punjab Agricultural University. Ludhiana. India. 2009.
- [116]. Lorenzo, P. El cultivo en invernadero y su relación con el clima. En: Cuadernos de Estudios Agroalimentarios. Fundación Cajamar. Almería. España. 2012.
- [117]. Schoch, S.; Oster, U.; Mayer, K.; Feick, R.; Rüdiger, W. Substrate specificity of overexpressed bacteriochlorophyll synthase from *Chloroflexus aurantiacus*. *The Chloroplast: From Molecular Biology to Biotechnology*. NATO Science Series, vol. 64: 213-216. 1999.

- [118]. Yao, C.; Moreshet, S.; Aloni, B.; Karni, L. Effects of water stress and climatic factors of the diurnal fluctuation in diameter of bell pepper fruit. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75: 6-11. 2000.
- [119]. Medrano, E.; Lorenzo, P.; Sánchez-Guerrero, M.C.; García, M.L.; Caparrós, I.; Giménez, M. Influence of an external greenhouse mobile shading on tomato crop transpiration. *Acta Horticulturae*, 659: 195-199. 2004.
- [120]. Bruggink, G.T.; Heuvelink, E. Influence of light on the growth of young tomato, cucumber and sweet pepper plants in the greenhouse: Effects on relative growth rate, net assimilation rate and leaf area ratio. *Scientia Horticulturae*, 31: 161-174. 1987.
- [121]. Cockshull, K.E. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 229: 113-124. 1988.
- [122]. De Pascale, S.; Stanghellini, C. High temperature control in Mediterranean greenhouse production: The constraints and the options. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 893: 103-116. 2011.
- [123]. Hanan, J.J. *Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture*. Ed. CRC Press. Boca Raton, Florida. EEUU. 1998.
- [124]. Soriano, M.T. Validación de un modelo de cálculo de transmisividad de radiación solar directa en invernadero mediante maquetas a escala y determinación del prototipo óptimo para la costa mediterránea. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. España. 2002.
- [125]. Lorenzo, P. Interceptación de luz, bioproductividad e intercambio gaseoso durante la ontogenia de un cultivo invernadero de *Cucumis sativus*, L. Consejería de Agricultura y Pesca. D.G.I.A. Junta de Andalucía. Monografías 17/96, 255 pp. Almería. España. 1996.
- [126]. Aloni, B.; Karni, L.; Zaidman, Z.; Schaffer, A.A. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum*, L.). Flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Annals of Botany*, 78: 163-168. 1996.
- [127]. Caroca, R.; Zapata, N.; Vargas, M. Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea*, L.). *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 32 (2): 94-101. Agosto 2016.
- [128]. Baeza, E.; Pérez-Parra, J.; López, J.C.; Gázquez, J.C. Capítulo I: Ventilación natural. En: Manejo del clima en el invernadero mediterráneo. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (Eds.). Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Almería. España. 2010.
- [129]. Heuvelink, E.; Dorais, M. Crop growth and yield. In: *Tomatoes*. Ed. Heuvelink, E. CAB Publishing. Cambridge, pp.: 85-143. 2005.
- [130]. Martínez, P.F. Comportamiento reproductivo del tomate sometido a diferentes mínimos térmicos en el semillero. *Anales INIA, Serie Producción Vegetal*, 11: 171-177. España. 1979.
- [131]. Fleischer, D.H.; Logendra, L.S.; Moraru, C.; Both, A.; Cavazzoni, J.; Gianfagna, T.; Lee, T.; Jones, H.W. Effect of temperature perturbations on tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) quality and production scheduling. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* (81) 1: 125-131. 2006.
- [132]. Talbott, L.D.; Rahveh, E.; Zeiger, E. Relative humidity is a key factor in the acclimation of the stomatal response to CO₂. *Journal of Experimental Botany*, vol. 54, n° 390: 2.141-2.147. 2003.
- [133]. Gbiorczyk, K.; Sonneveld, P.J.; Bot, G.P.A.; von Elsner, B. The effect of roof inclination on the condensation behaviour of plastic films used as greenhouse covering materials. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 633: 127-136. 2004.
- [134]. Bartzanas, T.; Tchamitchian, M.; Kittas, C. Influence of the heating method on greenhouse microclimate and energy consumption. *Biosystems Engineering*, 91: 487-499. 2005.
- [135]. Bunce, J.A. Use of a minimally invasive method of measuring leaf stomatal conductance to examine stomatal responses to water vapor pressure difference under field condition. *Agricultural and Forest Meteorology*, 139 (3-4): 335-343. 2006.
- [136]. Katsoulas, N.; Baille, A.; Kittas, C. Effect of misting on transpiration and conductances of a greenhouse rose canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 106 (3): 233-247. 2001.
- [137]. Gázquez, J.C.; López, J.C.; Pérez-Parra, J.J.; Baeza, E.J.; Sáez, M.; Parra, A. Greenhouse cooling strategies for Mediterranean climate areas. *Proceedings of the International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management. Acta Horticulturae*, 801: 425-431. 2008.
- [138]. Nielsen, O.F. SE-Structures and Environment: Natural ventilation of a greenhouse with top screen. *Biosystems Engineering*, 81 (4): 443-451. 2002.

- [139]. Kozai, T.; Sase, S. A simulation of natural ventilation for a multi-span greenhouses. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 87: 39-50. 1978.
- [140]. Baeza, E.J.; Pérez-Parra, J.J.; Montero, J.I.; Bailey, B.J.; López, J.C.; Gázquez, J.C. Analysis of the role of sidewall vents on buoyancy-driven natural ventilation on parral-type greenhouses with and without insect screens using computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering*, 104 (1): 86-96. 2009.
- [141]. Cervantes, M.A. Ventilación en cultivos intensivos. En: <https://www.infoagro.com/>. 2002.
- [142]. Cervantes, M.A. Control de las altas temperaturas en cultivos hortícolas intensivos. En: <https://www.infoagro.com/>. 2002.
- [143]. Sase, S. The effects of plant arrangement on airflow characteristics in a naturally ventilated glasshouse. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 245: 429-435. 1989.
- [144]. Kacira, M.; Sase, S.; Okushima, L. Optimization of vent configuration by evaluating greenhouse and plant canopy ventilation rates under wind-induced ventilation. *Transactions of the ASAE*, 47 (6): 2.059-2.067. 2004.
- [145]. Cabrera, F.J.; López, J.C.; Baeza, E.J.; Pérez-Parra, J.J. Efficiency of anti-insect screens placed in the vents of Almería greenhouses. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 719: 605-614. 2006.
- [146]. Levanon, D.; Motro, B.; Marchaim, U. Organic material degradation for CO₂ enrichment of greenhouse crops. In: Enoch, H.Z.; Kimball, B.A. (Eds.). *Carbon Dioxide enrichment of greenhouse crops. Volume I. Status and CO₂ sources*. CRC Press Inc. Boca Raton. EEUU, pp.: 123-145. 1986.
- [147]. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. Capítulo IV: Enriquecimiento carbónico del aire. Del libro: *Manejo del clima en el invernadero mediterráneo*. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (Eds.). Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Almería. España. 2010.
- [148]. Sánchez-Guerrero, M.C.; Lorenzo, P.; Medrano, E.; Castilla, N.; Soriano, T.; Baille, A. Effect of variable CO₂ enrichment on greenhouse production in mild winter climates. *Agricultural and Forest Meteorology*, 132 (3-4): 244-252. 2005.
- [149]. Alonso, F.J. Efecto del enriquecimiento carbónico sobre la bioproductividad y la absorción hídrica y mineral del cultivo de pimiento. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. España. 179 pp. 2011.
- [150]. Sánchez-Guerrero, M.C.; Pérez, J.; Lorenzo, P. Enriquecimiento carbónico en invernaderos tipo parral almeriense. *Acta VI Congreso S.E.C.H.*, 324. Barcelona. España. 1995.
- [151]. Heij, G.; Schapendonk, A.H.C.M. CO₂ depletion in greenhouses. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 148: 351-358. 1984.
- [152]. Slack, G.; Fenlon, J.S.; Hand, D.W. The effects of summer CO₂ enrichment and ventilation temperatures on the yield, quality and value of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 63 (1): 119-129. 1988.
- [153]. Enoch, H.Z. Carbon dioxide uptake efficiency in relation to crop-intercepted solar radiation. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 162: 137-148. 1984.
- [154]. Nederhoff, E.M.; van Uffelen, J.A.M. Effects of continuous and intermittent carbon dioxide enrichment on fruit set and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum*, L.). *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 36: 209-217. 1988.
- [155]. Willits, D.H.; Peet, M.M. Predicting yield responses to different greenhouse CO₂ enrichment schemes: Cucumbers and tomatoes. *Agricultural and Forest Meteorology*, 44: 275-293. 1989.
- [156]. Nederhoff, E.M.; Gijzen, H.; Vegter, J.G.; Rijdsdijk, A.A. Dynamic model for greenhouse crop photosynthesis: validation by measurements and application for CO₂ optimization. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 260: 137-148. 1989.
- [157]. Kläring, H.-P.; Hauschild, C.; Heißner, A.; Bar-Yosef, B. Model-based control of CO₂ concentration in greenhouses at ambient levels increases cucumber yield. *Agricultural and Forest Meteorology*, 143: 208-216. 2007.
- [158]. Farquhar, G.D.; von Caemmerer, S.; Berry, J.A. A biochemical model of photosynthetic assimilation in leaves of C₃ species. *Planta*, 149: 78-90. 1980.
- [159]. Sánchez-Guerrero, M.C. Enriquecimiento carbónico en cultivos hortícolas bajo invernadero de polietileno. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, 266 pp. Murcia. España. 1999.
- [160]. Ehler, N.; Karlsen, P. OPTICO-a model based real-time expert system for dynamic optimization of CO₂ enrichment of greenhouse vegetable crops. *Journal of Horticultural Science*, 68: 485-494. 2003.
- [161]. Acock, B.; Charles-Edwards, D.A.; Fitter, D.J.; Hand, D.W.; Ludwig, L.J.; Warren-Wilson, J.; Withers, A.C. The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: An experimental examination of two canopy model. *Journal of Experimental Botany*, 29 (4): 815-827. 1978.

- [162]. Medrano, E.; Lorenzo, P.; Sánchez-Guerrero, M.C.; García, M.L.; Alonso, F.J. Capítulo V: Influencia de la gestión del clima en invernadero sobre la absorción hídrica y mineral de los cultivos. En: Manejo del clima en el invernadero mediterráneo. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (Eds.). Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Almería. España. 2010.
- [163]. Stanghellini, C.; Bunce, J.A. Response of photosynthesis and conductance to light, CO₂, temperature and humidity in tomato plants acclimated to ambient and elevated CO₂. *Photosynthetica*, 29 (4): 487-497. 1993.
- [164]. Stanghellini, C. Balance hídrico y manejo del microclima en invernadero. En: Tecnología de invernaderos. Díaz, J.R.; Pérez, J. (Eds.). Curso Superior de especialización. D.G.I.A. Junta de Andalucía y F.I.A.P.A., pp.: 49-62. Almería. España. 1994.
- [165]. Rull, S. Influencia del enriquecimiento carbónico sobre la bioproductividad, la eficiencia hídrica y la absorción de nutrientes de un cultivo de pepino en sustrato. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería, 90 pp. Almería. España. 2005.
- [166]. Sánchez-Guerrero, M.C.; Lorenzo, P.; Medrano, E.; Baille, A.; Castilla, N. Synergistic effects of EC-based irrigation scheduling and CO₂ enrichment on water use efficiency of a greenhouse cucumber crop. *Agricultural Water Management*, 96: 429-436. 2009.
- [167]. Li, J.-H.; Sagi, M.; Gale, J.; Volokita, M.; Novoplansky, A. Response of tomato plants to saline water as affected by carbon dioxide supplementation. I. Growth, yield and fruit quality. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74 (2): 232-237. 1999.
- [168]. Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario (EUASA), Año 2016. Instituto Nacional de Estadística (INE). Secretaría de Estado de Economía y Apoyo a la Empresa. Ministerio de Economía y Empresa. Gobierno de España. Madrid. Julio, 2018.
- [169]. Carreño, J.; Aguilar, J.; Moreno, S.M. Gastos de agua y cosechas obtenidas en los cultivos protegidos del campo de Níjar (Almería). XVIII Congreso Nacional de Riegos. Huelva. España. 2000.
- [170]. Pérez-Parra, J.J.; López, J.C.; Fernández, M.D. La Agricultura del Sureste: situación actual y tendencias de las estructuras de producción en la horticultura almeriense. En: La agricultura mediterránea en el siglo XXI. García, J.M. (coordinador). Colección Estudios Socioeconómicos. Ed. Cajamar. Almería. España. 2002.
- [171]. Gázquez, J.C.; López, J.C.; Pérez-Parra, J.J.; Baeza, E.J. Capítulo III: Refrigeración por evaporación de agua. En: Manejo del clima en el invernadero mediterráneo. Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (Eds.). Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Almería. España. 2010.
- [172]. Montoya, R.E.; Bucklin, R.A.; Nordstedt, R.A.; van Horn, J., Jr.; Bray, D.R. Factors affecting water usage in fan and sprinkler cooling systems for dairy cattle. *Applied Engineering in Agriculture*, 11 (1): 125-130. 1995.
- [173]. Montero, J.I.; Antón, A.; Biel, C.; Franquet, A. Cooling of greenhouses with compressed air fogging nozzles. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 281: 199-210. 1990.
- [174]. Arbel, A.; Shklyar, A.; Barak, M. Buoyancy-driven ventilation in a greenhouse cooled by a fogging system. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 534: 327-334. 2000.
- [175]. Li, Y.L. Analysis of greenhouse tomato production in relation to salinity and shoot environment. Ph. D. Tesis Doctoral, University of Wageningen, 96 pp. Wageningen. Holanda. 2000.
- [176]. López, J.I. Control climático de invernaderos en el sudeste español. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Ed. Novedades Agrícolas, S.A. pp.: 361-367. España. 2000.
- [177]. Arbel, A.; Yecutieli, O.; Barak, M. Performance of a fog system for cooling greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72 (2): 129-136. 1999.
- [178]. Fuchs, M.; Dayan, E.; Presnov, E. Evaporative cooling of a ventilated greenhouse rose crop. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138: 203-215. 2006.
- [179]. Vélez, N.A.; Flórez, V.J.; Flórez, A.F. Comportamiento de variables químicas en un sistema de cultivo sin suelo para clavel en la Sabana de Bogotá. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*, 67 (2): 7.281-7.290. Medellín. Colombia. 2014.
- [180]. Lorenzo, P.; Medrano, E.; García, M. Irrigation management in perlite. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 335: 429-434. 1993.
- [181]. Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 889 pp. Londres. Reino Unido. 1995.
- [182]. Ravivi, M.; Krasnovsky, A.; Medina, S.; Reuveni, R. Assessment of various control strategies for recirculation of greenhouse effluents under semi-arid conditions. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73 (4): 485-491. 1998.

- [183]. Campos, C.A.B.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Blanco, F.F.; Gonçalves, C.B.; Campos, S.A.F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. *Scientia Agricola*, 63 (2): 146-152. 2006.
- [184]. Cuartero, J.; Fernández-Muñoz, R. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78: 83-125. 1999.
- [185]. Bao, H.; Li, Y. Effect of stage-specific saline on greenhouse tomato production. *Irrigation Science*, 28 (5): 421-430. 2010.
- [186]. Reina-Sánchez, A.; Romero-Aranda, R.; Cuartero, J. Plant water uptake and water use efficiency of greenhouse tomato cultivars irrigated with saline water. *Agricultural Water Management*, 78 (1-2): 54-66. 2005.
- [187]. Satti, S.M.E.; López, M.; Al-Said, F.A. Salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 25 (5-6): 501-510. 1994.
- [188]. Psarras, G.; Bertaki, M.; Chartzoulakis, K. Response of greenhouse tomato to salt stress and K⁺ supplement. *Plant Biosystems*, 142 (1): 149-153. 2008.
- [189]. Ma, L.; Wu, Y.; Ji, J.; He, C. The prediction model based for soil water evaporation on BP neural network. *International Conference on Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring*, pp.: 641-645. IEEE. 2011.
- [190]. Hamer, P.J.C. Validation of a model used for irrigation control of a greenhouse crop. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 458: 75-81. 1996.
- [191]. Wang, Z.Y. Analysis for influencing factor of soil water evaporation. *Shan Xi Water Resources*, 2003 (2): 26-29. 2003.
- [192]. Marfá, O.; Biel, C.; Blanch, F.; Montero, J.I. Water consumption of a closed soilless culture of gerbera: Usefulness of models to estimate evapotranspiration. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 534: 147-154. *International Conference and British-Israeli Workshop on Greenhouse Techniques toward the 3rd Millennium*. 2000.
- [193]. Monthait, J.L. Evaporation and surface temperature. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 107 (451): 1-27. 1981.
- [194]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Cálculo de ET₀: Método de Penman-Monthait. Monografía n° 56. Roma. Italia. 1990.
- [195]. Stanghellini, C. Evapotranspiration in greenhouses with special reference to Mediterranean conditions. En López-Gálvez, J. (Ed.). *International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. Acta Horticulturae (ISHS)*, 335: 295-304. Almería. España. 1993.
- [196]. Norma UNE 76210 IN: Acciones de nieve en invernaderos comerciales. Julio 2006. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. 2006.
- [197]. Azaza, M.; Echaieb, K.; Mami, A.; Iqbal, A. Optimized micro-climate controller of a greenhouse powered by photovoltaic generator. *The Fifth International Renewable Energy. Congress IREC. Hammamet. Turquía*. 2014.
- [198]. Roy, J.C.; Boulard, T.; Kittas, C.; Wang, S. Convective and ventilation transfers in greenhouses, Part 1: The greenhouse considered as a perfectly stirred tank. *Biosystems Engineering*, 83 (1): 1-20. Silsoe Research Institute. 2002.
- [199]. Bailey, B.J. Limiting the relative humidity in insulated greenhouses at night. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 148: 411-420. 1984.
- [200]. Linker, R.; Gutman, P.O.; Seginer, I. Robust simulation control of temperature and CO₂ concentration in greenhouses. In: Munack, A.; Tantau, H.-J. (Eds.). *Mathematical and control application in agriculture and horticulture*, pp.: 31-36. Pergamon Press, Oxford. Reino Unido. 1997.
- [201]. Boulard, T.; Wang, S. Greenhouse crop transpiration simulation from external climate conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 100: 25-34. 2000.
- [202]. Andersson, N.E. Energy saving in greenhouses can be obtained by energy balance-controlled screens. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-soil and Plant Science*, 61 (2): 176-182. 2011.
- [203]. Mellor, R.S.; Salisbury, F.B.; Raschke, K. Leaf temperatures in controlled environments. *Botanisches Institut der Universität Gießen. Colorado State University. Planta*, 61: 56-72. EEUU. 1964.
- [204]. Montero, J.I.; Antón, A.; Muñoz, P. Tecnología de invernaderos. Pérez-Parra, J.; Cuadrado I. (Eds.). FIAPA, Consejería de Agricultura. Junta de Andalucía y Cajamar, pp.: 253-266. Almería. España. 1998.
- [205]. ASHRAE. *Fundamentals handbook*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, Georgia. EEUU. 1989.
- [206]. Briceño, L.; Ávila, M.V.; Espinoza, W.; Jáimez, R.E. SIMICROC: simulación del microclima de un invernadero. XVIII Congreso Internacional CIPA. Almería. España. 2009.

- [207]. Pérez-Alonso, J.; Carreño-Ortega, A.; Callejón-Ferre, A.J.; Vázquez-Cabrera, F.J. Preventive activity in the greenhouse-construction industry of south-eastern Spain. *Safety Science* 2011, 49 (2): 345-354.
- [208]. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Formación e Información. Grupo de Trabajo: Sector Agrario. Subgrupo: Formación e Información. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. España. 2008.
- [209]. García, A.M.; Gadea, R.; Muñoz, M.I.; Cano, I.; González, F. Diagnóstico de salud laboral en invernaderos agrícolas de Almería. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Sindicato Provincial Agroalimentario de la Unión Provincial de Comisiones Obreras de Andalucía. Plan de Acción del Consejo Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales. España. 2004.
- [210]. Health and Safety for Greenhouses and Nurseries. BC Landscape and Nursery Association (BCLNA), The Farm and Ranch Safety and Health Association (FARSHA), HortEducationBC (HEBC), WorkSafBC. British Columbia. Canadá. 2012.
- [211]. Amendola, A. Recent paradigms for risk informed decision making. *Safety Science*, 40 (1-4): 17-30. 2002.
- [212]. Kjellén, U.; Sklet, S. Integrating analyses of the risk of occupational accidents into the design process. Part I: A review of types of acceptance criteria and risk analysis methods. *Safety Science*, 18 (3): 215-227. 1995.
- [213]. Fritjers, A.C.P.; Swuste, P.H.J.J. Safety assessment in design and preparation phase. *Safety Science*, 46 (2): 272-281. 2008.
- [214]. Rouhiainen, V. QUASA: A method for assessing the quality of safety analysis. *Safety Science*, 15 (3): 155-172. 1992.
- [215]. Rozenfeld, O.; Sacks, R.; Rosenfeld, Y.; Baum, H. Construction Job Safety Analysis. *Safety Science*, 48 (4): 491-498. 2010.
- [216]. Fine, W.T. Mathematical Evaluations for Controlling Hazards. Academic Press, Selected Reading in Safety, Georgia: 1-22. 1973.
- [217]. Conte, J.C.; Rubio, E.; García, A.I.; Cano, F. Occupational accidents model based on risk-injury affinity groups. *Safety Science*, 49 (2): 306-314. 2011.
- [218]. Körvers, P.M.W.; Sonnemans, P.J.M. Accidents: A discrepancy between indicators and facts! *Safety Science*, 46 (7): 1.067-1.077. 2008.
- [219]. Villemeur, A. Reliability, Availability, Maintainability and Safety Assessment: Methods and Techniques, vol. I. Wiley, 398 pp. Nueva York. EEUU. 1992.
- [220]. Stamatelatos, M.; Vesely, W. Fault Tree Handbook in Aerospace Applications. NASA Office of Safety and Mission Assurance. NASA Headquarters Washington DC, 20546. EEUU. 2002.
- [221]. Papazoglou, I.A.; Ale, B.J.M. A logical model for quantification of occupational risk. *Reliability Engineering and System Safety*, 92 (6): 785-803. 2007.
- [222]. Aneziris, O.N.; Papazoglou, I.A.; Kallianiotis, D. Occupational risk of tunneling construction. *Safety Science*, 48 (8): 964-972. 2010.
- [223]. RIVM Report 620801001/2008. The Quantification of Occupational Risk. The development of a risk assessment model and software. WORM Metamorphosis Consortium. 2008.
- [224]. Papazoglou, I.A.; Aneziris, O.N.; Konstandinidou, M.; Damen. M.; Mud, M.; Kuiper, J.; Baksteen, H.; Bellamy, L.J.; Post, J.G.; Oh, J. Occupational Risk Management for Contact with moving parts of machines. ESREL, Praga. República Checa. 2009.
- [225]. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Grupo de Trabajo "Sector Agrario". Trabajos: vigilancia de la salud, maquinaria agrícola, utilización de productos fitosanitarios y trabajos en invernaderos. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. España. 2005.
- [226]. Comisión Nacional de Seguridad y Salud. Trabajos en Invernaderos. Análisis de Riesgos. Grupo de Trabajo: Sector Agrario. Subgrupo: Trabajos en Invernaderos. España.
- [227]. Pérez-Alonso, J.; Carreño-Ortega, A.; Vázquez-Cabrera, F.J.; Callejón-Ferre, A.J. Accidents in the greenhouse-construction industry of SE Spain. *Applied Ergonomics*, 43: 69-80. 2012.
- [228]. NTP n° 1001: Invernaderos artesanales: riesgos de seguridad en su construcción y mantenimiento (I). García, M.C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Empleo y Seguridad Social. España. 2014.
- [229]. Cheng, C.-W.; Leu, S.-S.; Lin, C.-C.; Fan, C.; Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises. *Safety Science*, 48 (6): 698-707. 2010.
- [230]. Aksorn, T.; Hadikusumo, B.H.W. Critical success factors influencing safety program performance in Thai construction projects. *Safety Science*, 46 (4): 709-727. 2008.
- [231]. Hinze, J.; Huang, X.; Terry, L. The Nature of Struck-by Accidents. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131 (2): 262-268. 2005.

- [232]. Sawacha, E.; Naoum, S.; Fong, D. Factors affecting safety performance on construction sites. *International Journal of Project Management*, 17 (5): 309-315. 1999.
- [233]. Camino-López, M.A.; Ritzel, D.O.; Fontaneda, I.; González-Alcántara, O.J. Construction industry accidents in Spain. *Journal of Safety Research*, 39 (5): 497-507. 2008.
- [234]. Jeong, B.Y. Occupational deaths and injuries in the construction industry. *Applied Ergonomics*, 29 (5): 355-360. 1998.
- [235]. Haslam, R.A.; Hide, S.A.; Gibb, A.G.F.; Gyi, D.E.; Pavitt, T.; Atkinson, S.; Duff, A.R. Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics*, 36 (4): 401-415. 2005.
- [236]. Chi, C.F.; Chang, T.C.; Hung, K.H. Significant industry -source of injury- accident type for occupational fatalities in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34 (2): 77-91. 2004.
- [237]. Saloniemi, A.; Oksanen H. Accidents and fatal accidents-some paradoxes. *Safety Science*, 29 (1): 59-66. 1998.
- [238]. Estadística de Accidentes de Trabajo. 2018. I. Índices de accidente de trabajo con baja. Estadísticas. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. Subsecretaría. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Estadística y Análisis Sociolaboral.
- [239]. Chia-Fen, C.; Tin-Chang, C.; Hsin-I, T. Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Applied Ergonomics*, 36 (4): 391-400. 2005.
- [240]. Lundqvist, P. Olyckstillbud i växthusodlingen. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik (LBT), Rapport 22. Lund. Suecia. 1982.
- [241]. Macedo, A.C.; Silva, I.L. Analysis of occupational accidents in Portugal between 1992 and 2001. *Safety Science*, 43 (5-6): 269-286. 2005.
- [242]. Siu, O-L.; Phillips, D.R.; Leung, T-W. Age differences in safety attitudes and safety performance in Hong Kong construction workers. *Journal of Safety Research*, 34 (2): 199-205. 2003.
- [243]. Hasle, P.; Kines, P.; Andersen, L.P. Small enterprise owners' accident causation attribution and prevention. *Safety Science*, 47 (1): 9-19. 2009.
- [244]. Fabiano, B.; Currò, F.; Pastorino, R. A study of the relationship between occupational injuries and firm size and type in the Italian industry. *Safety Science*, 42 (7): 587-600. 2004.
- [245]. Johannson, B.; Rask, K.; Stenberg, M. Piece rates and their effects on health and safety-A literature review. *Applied Ergonomics*, 41 (4): 607-614. 2010.
- [246]. Jørgensen, K.; Duijm, N.J.; Troen, H. Accident prevention in SME using ORM. *Safety Science*, 48 (8): 1.036-1.043. 2010.
- [247]. Vázquez, J.; Pérez, J.; Carreño, A.; Callejón, A.J. Diseño de un nuevo capitel para invernaderos multitúnel. *Informes de la Construcción*, 63 (521): 47-56. 2011.
- [248]. Fabiano, B.; Currò, F.; Reverberi, A.P.; Pastorino, R. A statistical study on temporary work and occupational accidents: Specific risk factors and risk management strategies. *Safety Science*, 46 (3): 535-544. 2008.
- [249]. Gravseth, H.M.; Lund, J.; Wergeland, E. Risk factors for accidental injuries in the construction industry. *Tidsskrift for den Norske Laegeforening; Tidsskrift for Praktisk Medicin, ny Raekke*. 126 (4): 453-456. 2006.
- [250]. Kines, P.; Spangenberg, S.; Dyreborg, J. Prioritizing occupational injury prevention in the construction industry: Injury severity or absence? *Journal of Safety Research*, 38 (1): 53-58. 2007.
- [251]. Arndt, V.; Rothenbacher, D.; Daniel, U.; Zschenderlein, B.; Schuberth, S.; Brenner, H. All-cause and cause specific mortality in a cohort of 20.000 construction workers; results from a 10 year follow up. *Occupational and Environmental Medicine*, 61 (5): 419-425. 2004.
- [252]. Li, K.W. Ergonomic design and evaluation of wire-tying hand tools. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30 (3): 149-161. 2002.
- [253]. Gervais, M. Good management practice as a means of preventing back disorders in the construction sector. *Safety Science*, 41 (1): 77-88. 2003.
- [254]. Kemmlert, K.; Lundholm, L. Slips, trips and falls in different work groups -with reference to age and from a preventive perspective. *Applied Ergonomics*, 32 (2): 149-153. 2001.
- [255]. National Working Environment Authority in Denmark (NWEA). Reported Occupational Accidents for the Construction Industry During the Period 1990-1995. Copenhagen. Dinamarca. 1996.
- [256]. Lipscomb, H.J.; Glazner, J.E.; Bondy, J.; Guarini, K.; Lezotte, D. Injuries from slips and trips in construction. *Applied Ergonomics*, 37 (3): 267-274. 2006.
- [257]. Huang, X.; Hinze, J. Analysis of construction worker fall accidents. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129 (3): 262-271. 2003.

- [258]. Pérez-Alonso, J.; Carreño-Ortega, A.; Salinas-Andújar, J.A.; Martín-Gil, J.; Pérez-Parra, J.J.; Rubio-Gámez, M.C.; Sánchez-Hermosilla, J.; Callejón-Ferre, A.; López-Díaz, G. Análisis de riesgos laborales de los procedimientos constructivos de los invernaderos Tipo Almería. En: 6th International Conference Occupational Prevention. La Coruña. España. 2008.
- [259]. Gao, C.; Holmer, I.; Abeysekera, J. Slips and falls in a cold climate: Underfoot surface, footwear design and worker preferences for preventive measures. *Applied Ergonomics*, 39 (3): 385-391. 2008.
- [260]. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS CCOO). La prevención de riesgos en los lugares de trabajo. Guía para una intervención sindical. 5^a ed. Madrid, España. ISBN: 84-607-3133-2. Septiembre 2007.
- [261]. NTP n° 592: La gestión integral de los accidentes de trabajo (I): tratamiento documental e investigación de accidentes. Bestratén, M.; Gil, A. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 2001.
- [262]. Carreño, A. Reducción de la siniestralidad laboral en la construcción de invernaderos multitúnel. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. España. 2005.
- [263]. Navarro, J.A.; Viciano, L.; García, A.B.; Padilla, M. Estudio de situación y determinación de riesgos laborales en las explotaciones invernadas. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería. España. 2006.
- [264]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (INSST). Guías para la acción preventiva. Invernaderos. Evaluación de riesgos. Serie Microempresas. INSST. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid. España. 2002.
- [265]. R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 188, de 7 de agosto de 1997.
- [266]. NTP n° 448: Trabajos sobre cubiertas de materiales ligeros. Tamborero, J.M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid. España.
- [267]. NTP n° 481: Orden y limpieza de lugares de trabajo. Piqué, T. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid. España. 1998.
- [268]. R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E. n° 224, de 18 de septiembre de 2002.
- [269]. Benavente, R.M.; García, J.L.; Luna, L.; Romero, A.; Domínguez, V.M. Instalaciones eléctricas en invernaderos. *Energía*. Agosto 2001: 143-146. 2001.
- [270]. Kahale, D.T. Algunas consideraciones sobre el accidente de trabajo in itinere. *Revista Universitaria de Ciencias del Trabajo*, 8; pp.: 143-157. Universidad de Valladolid y Lex Nova (Eds.). España. 2007.
- [271]. Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo. Jefatura del Estado. B.O.E. n° 166, de 12 de julio de 2007.
- [272]. Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Madrid, de 5 de octubre de 2005. STSJ M 9874/2005. Sala de lo Social. Magistrada Principal: García Álvarez, M.R. 2005.
- [273]. Sentencia del Tribunal Supremo, de 10 de abril de 2001. N° de Recurso 2200/2000. Sala 4^a de lo Social. Magistrado Principal: González Peña, J. 2001.
- [274]. Sentencia del Tribunal Supremo, de 1 de junio de 2016. STS 2923/2016. Sala de lo Social. Magistrado Principal: Sempere Navarro, A.V. 2016.
- [275]. Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Madrid, de 14 de febrero de 2011. STS 2257/2011. Sala de lo Social. Magistrado Principal: Gilolmo, López, J.L. 2011.
- [276]. Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Extremadura, de 14 de diciembre de 2009. STSJ Extremadura 603/2009. Magistrado Principal: Bravo Gutiérrez, P. 2009.
- [277]. Sánchez, C. El accidente in itinere. Ed. Comares. Granada. España. 1998.
- [278]. R.D. 1273/2003, de 10 de octubre, por el que se regula la cobertura de las contingencias profesionales de los trabajadores incluidos en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos, y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal para los trabajadores por cuenta propia. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 253, de 22 de octubre de 2003.
- [279]. Cavas, F. El accidente de trabajo in itinere. Ed. Tecnos. Madrid. España. 1994.
- [280]. De Val, A.L. El accidente de trabajo in itinere. En: *Perfiles de las mutuas de accidentes de trabajo*. Sempere, A. (Dir.). Ed. Aranzadi, pp.: 293-317. Navarra. España. 2005.
- [281]. Almanzor, F.I.; Martín, A.M. Accidente de trabajo in itinere: potenciar su investigación como propuesta preventiva. *Hygia de Enfermería*, 83: 5-10. Sevilla. España. 2013.

- [282]. NTP n° 771: Agricultura: prevención de riesgos biológicos. Ruiz, L. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 2007.
- [283]. Eurostat (Oficina Estadística de la Unión Europea). [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Fatal_and_serious_accidents_at_work_by_economic_activity,_EU-28,_2011_\(%25_of_serious_and_fatal_accidents\)_YB14.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Fatal_and_serious_accidents_at_work_by_economic_activity,_EU-28,_2011_(%25_of_serious_and_fatal_accidents)_YB14.png).
- [284]. González Través, C.; Almodóvar Medina, A.; Zimmermann Verdejo, M.; de la Orden Rivera, M.V.; Díaz Aramburu, C. Condiciones de trabajo y salud de trabajadores autónomos de invernaderos. Seguridad y Salud en el Trabajo, 55. Sección Técnica. INSHT. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. España. 2009.
- [285]. Callejón-Ferre, A.J.; Manzano-Agugliaro, F.; Díaz-Pérez, M.; Carreño-Sánchez, J. Improving the climate safety of workers in Almería-type greenhouses in Spain by predicting the periods when they are most likely to suffer thermal stress. Applied Ergonomics, 42: 391-396. 2011.
- [286]. Farmwise. Your essential guide to health and safety in agriculture. Health and Safety Executive. 2ª ed. ISBN: 9780717665792. Ed. Crown. Reino Unido. 2013.
- [287]. NTP n° 203: Contaminantes biológicos: evaluación en ambientes laborales. Hernández, A.; Martí, M.C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (INSSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid. España.
- [288]. Pérez-Alonso, J.; Callejón-Ferre, A.J.; Carreño-Ortega, A.; Sánchez-Hermosilla, J. Approach to the evaluation of the thermal work environment in the greenhouse-construction industry of SE Spain. Building and Environment 46: 1.725-1.734. 2011.
- [289]. Chad, K.E.; Brown, M.M. Climatic stress in the workplace: Its effects on thermoregulatory responses and muscle fatigue in female workers. Applied Ergonomics 26 (1): 29-34. 1995.
- [290]. Miller, V.; Bates, G. Hydration of outdoor workers in North-West Australia. Journal of Occupational Health Safety Australia NZ, 2007, 23 (1): 79-87. 2007.
- [291]. Kroemer, K.H.E.; Grandjean, E. Fitting the Task to the Human: A Textbook of Occupational Ergonomics. Ed. Taylor & Francis, 426 pp. Londres. Reino Unido. 1997.
- [292]. Fundación MAPFRE. Manual de Higiene Industrial. Ed. MAPFRE. Madrid. España. 1995.
- [293]. Kähkönen, E.; Swai, D.; Dyauli, E.; Monyo, R. Estimation of heat stress in Tanzania by using ISO heat stress indices. Applied Ergonomics 23 (2): 95-100. 1992.
- [294]. Zhao, J.; Zhu, N.; Lu, S. Productivity model in hot and humid environment based on heat tolerance time analysis. Building and Environment 44 (11): 2.202-2.207. 2009.
- [295]. McIntyre, D.A. Indoor climate. Applied Science. Londres. Reino Unido. 1980.
- [296]. Mondelo, P.; Gregori, E.; Comas, S.; Castejón, E.; Bartolomé, E. Ergonomía 2. Confort y estrés térmico. Ed. UPC-Mutua Universal. Barcelona. España. 1995.
- [297]. Hancher, D.E.; Abd-Elkhalek, H.A. The effect of hot weather on construction labor productivity and costs. Cost Engineering 40 (4): 32-36. 1998.
- [298]. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments. Jacklitsch, B.; Williams, W.J.; Musolin, K.; Coca, A.; Kim, J.-H.; Turner, N. Cincinnati, Ohio: U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. DHHS (NIOSH) Publication 2016-106.
- [299]. Parsons, K. Human Thermal Environments. The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance. 3rd ed. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton. EEUU. 2002.
- [300]. Epstein, Y.; Moran, D.S. Thermal Comfort and the Heat Stress Indices. Industrial Health, 44 (3): 388-398. 2006.
- [301]. Budd, G.M. Wet-bulb globe temperature (WBGT). Its history and its limitations. Journal of Science and Medicine Sport 11 (1): 20-32. 2008.
- [302]. Norma UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo). Ratificada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Noviembre 2007.
- [303]. Gaspar, A.R.; Quintela, D.A. Physical modelling of globe and natural wet bulb temperatures to predict WBGT heat stress index in outdoor environments. International Journal of Biometeorology. 2009: 53 (3), pp.: 221-230. Mayo 2009.
- [304]. Fanger, P.O. Thermal Comfort. McGraw-Hill, Danish Technical Press. Copenhagen. Dinamarca. 1970.
- [305]. Norma UNE-EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de

- bienestar térmico local (ISO 7730:2005). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Octubre 2006.
- [306]. Montain, S.; Latzka, W.A.; Sawka, M.N. Fluid replacement recommendations for training in hot weather. *Military Medicine*, 164 (7): 502-508. Agosto 2009.
- [307]. Environment Canada. 2001. Canada's new wind chill index (online). <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/weather-health/wind-chill-cold-weather/wind-chill-index.html#X-2015011511230218>. Diciembre 2008.
- [308]. Norma UNE-EN ISO 11079:2009. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Abril 2009.
- [309]. Belding, H.S.; Hatch, T.F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains. *Heating, Piping and Air Conditioning*, vol. 27, n° 8: 129-136. 1955.
- [310]. Moran, D.S.; Pandolf, K.B.; Shapiro, Y.; Heled, Y.; Shani, Y.; Matthew, W.T.; González, R.R. An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). *Journal of Thermal Biology*, vol. 26 (4-5): 427-431. Septiembre 2001.
- [311]. Moran, D.S.; Pandolf, K.B.; Epstein, Y.; Heled, Y.; Shapiro, Y.; González, R.R. Validation of the environmental stress index (ESI) for physiological variables. Tochiara, Y. & Ohnaka, T. ed. *Environmental Ergonomics*. Oxford: Elsevier, 2005: 495-501.
- [312]. Armendáriz, P. Calor y trabajo: prevención de riesgos laborales debidos al estrés por calor. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España. Madrid. 2006.
- [313]. Calculadores Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). <https://herramientaspri.insst.es/BienestarT%C3%A9rmico/Introducci%C3%B3n.aspx>. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España.
- [314]. Norma UNE-EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada (ISO 7933:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Mayo 2005.
- [315]. Norma UNE-EN ISO 9886:2004. Ergonomía. Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas (ISO 9886:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Diciembre 2004.
- [316]. Maiti, R. Workload assessment in building construction related activities in India. *Applied Ergonomics* 2008; 39 (6): 754-765. Noviembre 2008.
- [317]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Siniestralidad laboral. Período octubre 2006-septiembre 2007. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España. Madrid. 2007.
- [318]. Micó, C.; Recatalá, L.; Peris, M.; Sánchez, J. Assessing heavy metal sources in agricultural soils of an European Mediterranean area by multivariate analysis. *Chemosphere*, 65 (5): 863-872. Octubre 2006.
- [319]. Huang, X.; Li, T.; Yu, H.; Zheng, Z.; Zhang, X. Potential risks of heavy metal pollution in greenhouse soils cultivated for different periods. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Wuhan. China. Mayo 2011.
- [320]. Huang, S.S.; Liao, Q.L.; Hua, M.; Wu, X.M.; Bi, K.S.; Yan, C.Y.; Chen, B.; Zhang, X.Y. Survey of heavy metal pollution and assessment of agricultural soil in Yangzhong district, Jiangsu Province. China. *Chemosphere*, 67 (11): 2.148-2.155. Mayo 2007.
- [321]. Zeng, X.B.; Li, L.-F.; Mei, X.-R. Heavy metal content in Chinese vegetable plantation land soils and related source analysis. *Agricultural Sciences in China*, 7 (9): 1.115-1.126. Septiembre 2008.
- [322]. Chao, L.; Zhou, Q.; Chen, S.; Cui, S.; Ren, L.P.; Huang, P. Distribution, transfer and pollution assessment of heavy metals in farmland with swine manure applied. *Journal of Liaoning Technical University*. Liaoning. China, 2006 (6): 951-954. Diciembre 2006.
- [323]. De Temmerman, L.; Vanongeval, L.; Boon, W.; Hoenig, M.; Geypens, M. Heavy metal content of arable soils in Northern Belgium. *Water, Air, and Soil Pollution*, 148 (1-4): 61-76. Septiembre 2003.
- [324]. Kashem, M.A.; Singh, B.R. Metal availability in contaminated soils: I. Effects of flooding and organic matter on changes in Eh, pH and solubility of Cd, Ni and Zn. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61 (3): 247-255. Noviembre 2001.
- [325]. Yu, H.Y.; Li, T.; Zhou, J.M. Salt in typical greenhouse soil profiles and its potential environmental effects. *Acta Pedologica Sinica*. Nanjing, 43: 571-576. Enero 2006.

- [326]. Gil, C.; Ramos-Miras, J.; Boluda, R. Niveles estándar de Cu, Zn y Co y evaluación de la contaminación en los suelos de los invernaderos de la comarca del Poniente (Almería, España). *Edafología*, 9 (3): 283-294. 2002.
- [327]. Karthikeyan, K.G.; Elliott, H.A.; Chorover, J. Role of surface precipitation in Copper sorption by the hydrous oxides of Iron and Aluminium. *Journal of Colloid and Interface Science*. Elsevier, 209 (1): 72-78. Enero 1999.
- [328]. Boulanger, B.; Nikolaidis, N.P. Mobility and aquatic toxicity of Copper in an urban watershed. *Journal of American Water Resources Association*, 29: 337-345. Junio 2007.
- [329]. Kokkinaki, A.; Tzoraki, O.A.; Tyrovolas, K.; Nikolaidis, N.P. Mobility of Copper in greenhouse soils. *Journal of Hazardous Materials*, 149 (3): 557-561. Noviembre 2007.
- [330]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Versión Revisada. 123º Período de Sesiones del Consejo de la FAO. ISBN: 92-5-305411-5. Noviembre 2002. Ed. FAO. Roma. Italia. 2006.
- [331]. Hayes, W.J., Jr. Introduction. In: Krieger, R. (ed). *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, Inc., Nueva York, Vol 1. General Principles, pp.: 1-37. Febrero 2010.
- [332]. Majumdar, M.; Prabhu, M.; Mishra, S.; Angolkar, M. Survey on pesticides used by farmers in Belagavi Taluka and analysis of pesticide residues in commonly used vegetables. *Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University*, 8 (3): 75-87. Septiembre 2019.
- [333]. Bolognesi, C.; Parrini, M.; Reggiardo, G.; Merlo, F.; Bonassi, S. Biomonitoring of workers exposed to pesticides. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 65: S185-S187. 1993.
- [334]. Directiva 91/414/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.C.E. nº L 230/1, de 19 de agosto de 1991.
- [335]. Reglamento (CE) nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de febrero de 2005, relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la Directiva 91/414/CEE del Consejo. D.O.U.E nº L 70/1, de 16 de marzo de 2005.
- [336]. Joint FAO/WHO (OMS) Meeting on Pesticide Residues. Summary Report. Acceptable Daily Intakes, Acute Reference Doses, Acute and Long-Term Dietary Exposures, Recommended Maximum Residue Levels, Supervised Trials Median Residue Values and other values recorded by the 2019 Meeting. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 17-26 de septiembre de 2019. Publicado en octubre de 2019.
- [337]. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/residuos_productos_fitosanitarios.htm. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Gobierno de España. 2019.
- [338]. Albero Romano, M.B. Determinación de residuos de contaminantes orgánicos en miel y zumos. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. Departamento de Química Analítica. Universidad Complutense. ISBN: 978-84-692-2771-8. Madrid. España. 2009.
- [339]. Norkaew, S. Knowledge, Attitude, and Practice (KAP) of using personal protective equipment (PPE) for chilli-growing farmers in Huarua sub-district, Mueang district, Ubonrachathani province, Thailand. Tesis. College of Public Health Sciences. Chulalongkorn University. 2009.
- [340]. Wang, N.; Shi, L.; Kong, D.; Cai, D.; Cao, Y.; Liu, Y.; Pang, G.; Yu, R. Accumulation levels and characteristics of some pesticides in human adipose tissue samples from Southeast China. *Chemosphere*, 84 (7): 964-971. Agosto 2011.
- [341]. Yassin, M.M.; Mourad, T.A.A.; Safi, J.M. Knowledge, attitude, practice, and toxicity symptoms associated with pesticide use among farm workers in the Gaza Strip. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 59 (6): 387-393. Septiembre 2002.
- [342]. Perry, M.J.; Marbella, A.; Layde, P.M. Association of pesticide safety knowledge with beliefs and intentions among farm pesticide applicators. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 42 (2): 187-193. Febrero 2000.
- [343]. Jamali, A.A.; Solangi, A.R.; Memon, N.; Nizamani, S.M. A current scenario of pesticide practices among farmers for vegetable production: A case study in Lower Sindh, Pakistan. *International Journal of Development and Sustainability*, 3 (3): 493-504. 2014.
- [344]. Malaj, E.; Liber, K.; Morrissey, C.A. Spatial distribution of agricultural pesticide use and predicted wetland exposure in the Canadian Prairie Pothole Region. *Science of the Total Environment*, 718. Elsevier. Mayo 2020.
- [345]. Khalid, S.; Shahid, M.; Murtaza, B.; Bibi, I.; Natasha; Naeem, M.A.; Niazi, N.K. A critical review of different factors governing the fate of pesticides in soil under biochar application. *Science of the Total Environment*, 711. Elsevier. Abril 2020.

- [346]. Tielemans, E.; Bretveld, R.; Schinkel, J.; Van Wendel de Joode, B.; Kromhout, H.; Gerritsen-Ebben, R.; Roeleveld, N.; Preller, L. Exposure profiles of pesticides among greenhouses workers: Implications for epidemiological studies. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 47: 501-509. 2007.
- [347]. Lander, F.; Lings, S. Variation in plasma cholinesterase activity among greenhouse workers, fruitgrowers, and slaughtermen. *British Journal of Industrial Medicine*, 48 (3): 164-166. Marzo 1991.
- [348]. Siebers, J.; Mattusch, P. Determination of airborne residues in greenhouses after application of pesticides. *Chemosphere*, 33 (8): 1.597-1.607. 1996.
- [349]. NTP n° 660: Control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas (I): aspectos generales. Obiols Quinto, J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España.
- [350]. Garrido-Frenich, A.; Martínez Vidal, J.L.; Moreno Frías, M.; Olea-Serrano, F.; Olea, N. Quantitative determination of endocrine-disrupting polychlorinated pesticides in human serum using gas chromatography with electro-capture detection and tandem mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, 35 (8): 967-975. Agosto 2000.
- [351]. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Plaguicidas. Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica. Madrid. España. 1999.
- [352]. Lander, F.; Pike, E.; Hinke, K.; Brock, A.; Nielsen, J.B. Anti-Cholinesterase agents uptake during cultivation of greenhouse flowers. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 22: 159-162. 1992.
- [353]. Garrido-Frenich, A.; Pablos Espada, M.; Martínez-Vidal, J.L.; Molina, L. Broad-spectrum determination of pesticides in groundwater by gas chromatography with electron capture detection, nitrogen-phosphorus detection, and tandem mass spectrometry. *Journal of Association of Analytical Communities (AOAC) International*, 84 (6): 1.751-1.762. Diciembre 2001.
- [354]. Radović, T.; Grujić, S.; Petković, A.; Dimkić, M.; Laušević, M. Determination of pharmaceuticals and pesticides in river sediments and corresponding surface and ground water in the Danube River and tributaries in Serbia. *Environmental Monitoring Assessment*, 187 (1): 4.092. Enero 2015.
- [355]. Jiao, C.; Chen, L.; Sun, C.; Jiang, Y.; Zhai, L.; Liu, H.; Shen, Z. Evaluating national ecological risk of agricultural pesticides from 2004 to 2017 in China. *Environmental Pollution*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113778>. Diciembre 2019.
- [356]. Pablos Espada, M.; Garrido-Frenich, A.; Martínez-Vidal, J.L.; Parrilla, P. Comparative study using ECD, NPD, and MS/MS chromatographic techniques in the determination of pesticides in wetland waters. *Analytical Letters*, 34 (4): 597-614. Febrero 2001.
- [357]. Martínez-Vidal, J.L.; Pablos Espada, M.; Garrido-Frenich, A.; Arrebola, F.J. Pesticide trace analysis using solid-phase extraction and gas chromatography with electron-capture and tandem mass spectrometric detection in water samples. *Journal of Chromatography A*, 867 (1-2): 235-245. Enero 2001.
- [358]. Martínez-Vidal, J.L.; Arrebola, F.J.; Mateu-Sánchez, M. Multi-residue method for determination of pesticides in vegetable samples by GC-MS-MS. *Chromatography A*, 56 (7-8): 475-481. Octubre 2002.
- [359]. Agüera, A.; Contreras, M.; Crespo, J.; Fernández-Alba, A.R. Multiresidue method for the analysis of multiclass pesticides in agricultural products by gas chromatography-tandem mass spectrometry. *The Analyst*, 127 (3): 347-354. Marzo 2002.
- [360]. Campoy, C.; Olea-Serrano, F.; Jiménez, M.; Bayés, R.; Cañabate, F.; Rosales, M.J.; Blanca, E.; Olea, N. Diet and organochlorine contaminants in women of reproductive age under 40 years old. *Early Human Development*, 65 Suppl: 173-182. Noviembre 2001.
- [361]. Martínez-Vidal, J.L.; Moreno Frías, M.; Garrido-Frenich, A.; Olea-Serrano, F.; Olea, N. Determination of endocrine-disrupting pesticides and polychlorinated biphenyls in human serum by GC-ECD and GC-MS-MS and evaluation of contributions to the uncertainty of the results. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 372 (7-8): 766-775. Abril 2002.
- [362]. Valverde García, A.; Socías Viciano, M.; González Pradas, E.; Villafranca Sánchez, M. Adsorption of chlorpyrifos on Almería soils. *Science of the Total Environment*, 123-124: 541-549. Agosto 1992.
- [363]. Sánchez Martín, M.J.; Sánchez Camazano, M. Los plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Temas de Divulgación, 1ª ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Excelentísima Diputación Provincial de Salamanca. 1984.
- [364]. R.D. 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 223, de 15 de septiembre de 2012.

- [365]. R.D. 555/2019, de 27 de septiembre, por el que se modifica el R.D. 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad. B.O.E. n° 234, de 28 de septiembre de 2019.
- [366]. Reglamento (CE) 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo. D.O.C.E. n° L 309/1, de 24 de noviembre de 2009.
- [367]. Guillén Enríquez, J.; Serrano Ramírez, J.L., Coord. Respuesta ante las intoxicaciones agudas por plaguicidas. Almería: Delegación Provincial de Salud. 2003.
- [368]. Rohlman, D.; Anger, W.K.; Lein, P.J. Correlating neurobehavioral performance with biomarkers of organophosphorous pesticide exposure. *NeuroToxicology*, 32: 268-276. 2011.
- [369]. Ündeğer, Ü.; Başaran, N. Assessment of DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures by the alkaline comet assay. *Archives of Toxicology*, 76: 430-436. 2002.
- [370]. Aprea, C.; Centi, L.; Lunghini, L.; Banchi, B.; Forti, M.A.; Sciarra, G. Evaluation of respiratory and cutaneous doses of chlorothalonil during re-entry in greenhouses. *Journal of Chromatography B*, 778: 131-145. 2002.
- [371]. Hakme, E.; Lozano, A.; Ferrer, C.; Díaz-Galiano, F.J.; Fernández-Alba, A. Analysis of pesticide residues in olive oil and other vegetable oils. *Trends in Analytical Chemistry (TrAC)*, 100: 167-179. Marzo 2018.
- [372]. Rabello, M.N.; Beçak, W.; De Almeida, W.F.; Pigati, P.; Ungaro, M.T.; Murata, T.; Pereira, C.A.B. Cytogenetic study on individuals occupationally exposed to DDT. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 28 (3): 449-454. Junio 1975.
- [373]. Páldy, A.; Puskás, N.; Vincze, K.; Hadházi, M. Cytogenetic studies on rural populations exposed to pesticides. *Mutation Research*, 187 (3): 127-132. Marzo 1987.
- [374]. Kourakis, A.; Mouratidou, M.; Kokkinos, G.; Barbouti, A.; Kotsis, A.; Mourelatos, D.; Dozi-Vassiliades, J. Frequencies of chromosomal aberrations in pesticide sprayers working in plastic green houses. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 279 (2): 145-148. Mayo 1992.
- [375]. Anwar, W.A. Assessment of cytogenetic changes in human populations at risk in Egypt. *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects*, 313 (2-3): 183-191. Diciembre 1994.
- [376]. Hoyos, L.S.; Carvajal, S.; Solano, L.; Rodríguez, J.; Orozco, L.; López, Y.; Au, W.W. Cytogenetic monitoring of farmers exposed to pesticides in Colombia. *Environmental Health Perspectives*, 104 (Supplement 3): 535-538. Mayo 1996.
- [377]. Carbonell, E.; Valbuena, A.; Xamena, N.; Creus, A.; Marcos, R. Temporary variations in chromosomal aberrations in a group of agricultural workers exposed to pesticides. *Mutation Research*, 344 (3-4): 127-134. Octubre 1995.
- [378]. Wang, T.C.; Lee, T.C.; Lin, M.F.; Lin, S.Y. Induction of sister-chromatid exchanges by pesticides in primary rat tracheal epithelial cells and Chinese hamster ovary cells. *Mutation Research*, 188 (4): 311-321. Agosto 1987.
- [379]. Rupa, D.S.; Rao, P.V.L.; Reddy, P.P.; Reddi, O.S. In vitro effect of monocrotophos on human lymphocytes. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 41 (5): 737-741. Noviembre 1988.
- [380]. Au, W.W.; Sierra-Torres, C.H.; Cajas-Salazar, N.; Shipp, B.K.; Legator, M.S. Cytogenetic effects from exposure to mixed pesticides and the influence from genetic susceptibility. *Environmental Health Perspectives*, 107 (6): 501-505. Junio 1999.
- [381]. Falck, G.C.-M.; Hirvonen, A.; Scarpato, R.; Saarikoski, S.T.; Migliore, L.; Norppa, H. Micronuclei in blood lymphocytes and genetic polymorphism for *GSTM1*, *GSTT1* and *NAT2* in pesticide-exposed greenhouse workers. *Mutation Research*, 441: 225-237. Marzo 1999.
- [382]. Moretti, M.; Villarini, M.; Sforzolini, G.S.; Pasquini, R. Pesticide-induced primary DNA damage in peripheral blood leukocytes of farm workers evaluated by the computerized "comet" assay. *Biomarkers*, 5 (3): 192-204. Mayo 2000.
- [383]. Lebailly, P.; Vigreux, C.; Lechevrel, C.; Ledemeney, D.; Godard, T.; Sichel, F.; Letalae, J.Y.; Henry-Amar, M.; Gauduchon, P. DNA damage in mononuclear leukocytes of farmers measured using the alkaline comet assay: Discussion of critical parameters and evaluation of seasonal variations in relation to pesticide exposure. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 7 (10): 917-927. Octubre 1998.
- [384]. De Marco, A.; De Salvia, R.; Polani, S.; Ricordy, R.; Sorrenti, F.; Perticone, P.; Cozzi, R.; D'Ambrosio, C.; De Simone, C.; Guidotti, M.; Albanesi, T.; Duranti, G.; Festa, F.; Gensabella, G.; Owczarek, M. Evaluation of genotoxic and cytotoxic properties of pesticides employed in Italian agricultural practices. *Environmental Research*, 83 (3): 311-321. Julio 2000.

- [385]. Deviprasad, A.G.; Radha, S.; Manonmani, H.K. Pesticide usage pattern in four districts of Karnataka: A survey. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 9 (10): 48-51. Octubre 2015.
- [386]. D'Arce, L.P.G.; Colus, I.M. Cytogenetic and molecular biomonitoring of agricultural workers exposed to pesticides in Brazil. *Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis*, 20 (3): 161-170. Febrero 2000.
- [387]. Titenko-Holland, N.; Windham, G.; Kolachana, P.; Reinisch, F.; Parvatham, S.; Osorio, A.M.; Smith, M.T. Genotoxicity of malathion in human lymphocytes assessed using the micronucleus assay in vitro and in vivo: A study of malathion-exposed workers. *Mutation Research*, 388 (1): 85-95. Enero 1997.
- [388]. Scarpato, R.; Hirvonen, A.; Migliore, L.; Falck, G.; Norppa, H. Influence of *GSTM1* and *GSTT1* polymorphisms on the frequency of chromosome aberrations in lymphocytes of smokers and pesticide-exposed greenhouses workers. *Mutation Research*, 389 (2-3): 227-235. Marzo 1997.
- [389]. Rupa, D.S.; Reddy, P.P.; Reddi, O.S. Clastogenic effect of pesticides in peripheral lymphocytes of cotton-field workers. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 261 (3): 177-180. Noviembre 1991.
- [390]. De Ferrari, M.; Artuso, M.; Bonassi, S.; Bonatti, S.; Cavalieri, Z.; Pescatore, D.; Marchini, E.; Pisano, V.; Abbondandolo, A. Cytogenetic biomonitoring of an Italian population exposed to pesticides: Chromosome aberration and sister-chromatid exchange analysis in peripheral blood lymphocytes. *Mutation Research*, 260 (1): 105-113. Mayo 1991.
- [391]. Gómez-Arroyo, S.; Díaz-Sánchez, Y.; Meneses-Pérez, M.A.; Villalobos-Pietrini, R.; De León-Rodríguez, J. Cytogenetic biomonitoring in a Mexican floriculture worker group exposed to pesticides. *Mutation Research*, 466: 117-124. 2000.
- [392]. Lucero, L.; Pastor, S.; Suárez, S.; Durbán, R.; Gómez, C.; Parrón, T.; Creus, A.; Marcos, R. Cytogenetic biomonitoring of Spanish greenhouse workers exposed to pesticides: Micronuclei analysis in peripheral blood lymphocytes and buccal epithelial cells. *Mutation Research*, 464: 255-262. 2000.
- [393]. Lekei, E.E.; Ngowi, A.V.; London, L. Farmers' knowledge, practices and injuries associated with pesticide exposure in rural farming villages in Tanzania. *BMC Public Health*, 14: 389. Abril 2014.
- [394]. Van Hemmen, J.J. Predictive exposure modelling for pesticide registration purposes. *The Annals of Occupational Hygiene*, 37 (5): 641-664. Octubre 1993.
- [395]. Garrido-Frenich, A.; Aguilera, P.A.; Egea González, F.; Castro Cano, M.L.; Martínez Galera, M.; Martínez Vidal, J.L.; Soler, M. Dermal exposure to pesticides in greenhouses workers: Discrimination and selection of variables for the design of monitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 80: 51-63. 2002.
- [396]. Marín, A.; Martínez Vidal, J.L.; Egea González, F.J.; Garrido Frenich, A.; Glass, C.R.; Sykes, M. Assessment of potential (inhalation and dermal) and actual exposure to acetamiprid by greenhouse applicators using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 804: 269-275. 2004.
- [397]. Martínez Vidal, J.L.; Egea González, F.J.; Garrido Frenich, A.; Martínez Galera, M.; Aguilera, P.A.; López Carrique, E. Assessment of relevant factors and relationships concerning human dermal exposure to pesticides in greenhouse applications. *Pest Management Science*, 58 (8): 784-790. Junio 2002.
- [398]. Van Wendel de Joode, B.; Vermeulen, R.; Van Hemmen, J.J.; Fransman, W.; Kromhout, H. Accuracy of a semiquantitative method for Dermal Exposure Assessment (DREAM). *Occupational and Environmental Medicine*, 62 (9): 623-632. 2005.
- [399]. Parrón Carreño, T.; Alarcón Rodríguez, R.; Requena Mullor, M.M. Resultados y análisis de una década de seguimiento del programa de vigilancia especial de intoxicaciones agudas por plaguicidas en la provincia de Almería (2000-2009). Servicio de Vigilancia Epidemiológica (SVEA). Consejería de Salud. Junta de Andalucía. 2010.
- [400]. Enríquez, P. Evaluación del riesgo ambiental a la liberación de plaguicidas. Laboratorio de Ecotoxicología, Servicio Agrícola y Ganadero. Centro de Tesis, Documentos y Publicaciones. <https://www.monografias.com/trabajos10/evaries/evaries.shtml>. Santiago de Chile. Chile. 2001.
- [401]. Jallow, M.F.A.; Awadh, D.G.; Albaho, M.S.; Devi, V.Y.; Ahmad, N. Monitoring of pesticide residues in commonly used fruits and vegetables in Kuwait. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14: 833. Julio 2017.
- [402]. Syed, J.H.; Alamdar, A.; Mohammad, A.; Ahad, K.; Shabir, Z.; Ahmed, H.; Ali, S.M.; Shah Sani, S.G.A.; Bokhari, H.; Gallagher, K.D.; Ahmad, I.; Shah Eqani, S.A.M.A. Pesticide residues in fruits and vegetables from Pakistan: A review of the occurrence and associated human health risks. *Environmental Science and Pollution Research*, 21 (23): 13.367-13.393. Diciembre 2014.

- [403]. Hardt, J.; Angerer, J. Biological monitoring of workers after the application of insecticidal pyrethroids. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 76: 492-498. Junio 2003.
- [404]. Brouwer, D.H.; De Vreede, J.A.F.; Ravensberg, J.C.; Engel, R.; Van Hemmen, J.J. Dissipation of aerosols from greenhouse air after application of pesticides using a Low-Volume technique. Implications for safe re-entry. *Chemosphere*, 24 (9): 1.157-1.169. Mayo 1992.
- [405]. NTP n° 661: Control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas (II): técnicas específicas. Obiols Quinto, J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España. 2006.
- [406]. Rotenberg, J.S.; Newmark, J. Nerve agent attacks on children: Diagnosis and management. *Pediatrics*, 112 (3 Pt 1): 648-658. Septiembre 2003.
- [407]. Britt, J.K. Properties and effects to pesticides. In: Williams, P.L.; James, R.C.; Roberts, S.M. *Principles of Toxicology: Environmental and Industrial Applications*. pp: 309-324. 3ª ed. John Wiley & Sons eds. ISBN: 978-0-470-90791-7. Nueva York. EEUU. Enero 2015.
- [408]. Rothlein, J.; Rohlman, D.; Lasarev, M.; Phillios, J.; Muniz, J.; McCauley, L. Organophosphate pesticide exposure and neurobehavioral performance and agricultural and non-agricultural Hispanic workers. *Environmental Health Perspectives*, 114 (5): 691-696. Mayo 2006.
- [409]. Abdel Rasoul, G.M.; Abou Salem, M.E.; Mechael, A.A.; Hendy, O.M.; Rohlman, D.S.; Ismail, A.A. Effects of occupational pesticide exposure on children applying pesticides. *Neurotoxicology*, 29 (5): 833-838. Septiembre 2008.
- [410]. Ehbichon, D.J.; Joy, R.M. *Pesticides and neurological diseases*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2ª ed. ISBN: 9780849343612. Boca Ratón, Londres, Nueva York. 1994.
- [411]. Georgiadis, G.; Mavridis, C.; Belantis, C.; Zisis, I.E.; Skamagkas, I.; Fragkiadoulaki, I.; Heretis, I.; Tzortzis, V.; Psathakis, K.; Tsatsakis, A.; Mamoulakis, C. Nephrotoxicity issues of organophosphates. *Toxicology*, 406-407 (1): 129-136. Agosto 2018.
- [412]. Bushnell, P.J.; Moser, V.C. Behavioral toxicity of cholinesterase inhibitors. En: Gupta RC, ed. *Toxicology of organophosphate and carbamate compounds*. Academic Press. Elsevier, pp: 347-360. San Diego. EEUU. 2006.
- [413]. Jett, D.A.; Lein, P.J. Noncholinesterase mechanisms of central and peripheral neurotoxicity: Muscarinic receptors and other targets. En: Gupta RC, ed. *Toxicology of organophosphate and carbamate compounds*. Academic Press. Elsevier, pp: 233-246. San Diego. EEUU. 2006.
- [414]. Pope, C.; Karanth, S.; Liu, J. Pharmacology and toxicology of cholinesterase inhibitors: Uses and misuses of a common mechanism of action. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19 (3): 433-436. Mayo 2005.
- [415]. Soltaninejad, K.; Abdollahi, M. Current opinion of the science of organophosphate pesticides and toxic stress: A systematic review. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 15 (3): RA75-90. Marzo 2009.
- [416]. Milatovic, D.; Gupta, R.C.; Aschner, M. Anticholinesterase toxicity and oxidative stress. *TheScientificWorldJournal*, 6: 295-310. Febrero 2006.
- [417]. Liu, J.; Gupta, R.C.; Goad, J.T.; Karanth, S.; Pope, C. Modulation of parathion toxicity by glucose feeding: Is nitric oxide involved? *Toxicology and Applied Pharmacology*, 219 (2-3): 106-113. Marzo 2007.
- [418]. Mense, S.M.; Sengupta, A.; Lan, C.; Zhou, M.; Bentsman, G.; Volsky, D.J.; Whyatt, R.M.; Perera, F.P.; Zhang, L. The common insecticides cyfluthrin and chlorpyrifos alter the expression of a subset of genes with diverse functions in primary human astrocytes. *Toxicological Sciences: An Official Journal of the Society of Toxicology*, 93 (1): 125-135. Septiembre 2006.
- [419]. Monnet-Tschudi, F.; Zurich, M.G.; Honegger, P. Neurotoxicant-induced inflammatory response in three-dimensional brain cell cultures. *Human and Experimental Toxicology*, 26 (4): 339-346. Abril 2007.
- [420]. Lu, F.C. A review of the acceptable daily intakes of pesticides assessed by the World Health Organization (WHO/OMS). *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 21 (3): 352-364. Junio 1995.
- [421]. Osman, K.A.; Al-Humaid, A.I.; Al-Rehiyani, S.M.; Al-Redhaiman, K.N. Estimated daily intake of pesticide residues exposure by vegetables grown in greenhouses in Al-Qassim region, Saudi Arabia. *Food Control*, 22: 947-953. 2011.
- [422]. Łozowicka, B. Health risk for children and adults consuming apples with pesticide residue. *Science of the Total Environment*, 502: 184-198. Enero 2015.
- [423]. Rodrigues, E.T.; Alpendurada, M.F.; Ramos, F.; Pardal, M.Â. Environmental and human health risk indicators for agricultural pesticides in estuaries. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 150: 224-231. 2018.

- [424]. Das, R.; Steege, A.; Baron, S.; Beckman, J.; Harrison, R. Pesticide-related illness among migrant farm workers in the United States. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 7 (4): 303-312. Diciembre 2001.
- [425]. Farahat, F.M.; Fenske, R.A.; Olson, J.R.; Galvin, K.; Bonner, M.R.; Rohlman, D.S.; Farahat, T.M.; Lein, P.J.; Anger, W.K. Chlorpyrifos exposures in Egyptian cotton field workers. *Neurotoxicology*, 31 (3): 297-304. Junio 2010.
- [426]. Abou-Donia, M.B. Organophosphorus ester-induced chronic neurotoxicity. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 58 (8): 484-497. Agosto 2010.
- [427]. Gesesew, H.A.; Woldemichael, K.; Massa, D.; Mwanri, L. Farmers Knowledge, Attitudes, Practices and Health problems associated with pesticide use in rural irrigation villages, Southwest Ethiopia. *PLOS ONE*, 11 (9): 1.625-1.627. Septiembre 2016.
- [428]. Comisión de las Comunidades Europeas. Libro Blanco: Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos. Bases de datos: Pesticide Database. Disponible en: <http://www.pesticideinfo.org> y Our Stolen Future, disponible en: <http://www.ourstolenfuture.com>. Bruselas. Bélgica. Febrero 2001.
- [429]. Chiu, Y.-H.; Afeiche, M.C.; Gaskins, A.J.; Williams, P.L.; Petrozza, J.P.; Tanrikut, C.; Hauser, R.; Chavarro, J.E. Fruit and vegetable intake and their pesticide residues in relation to semen quality among men from a fertility clinic. *Human Reproduction*, 30 (6): 1.342-1.351. Junio 2015.
- [430]. Chiu, Y.-H.; Gaskins, A.J.; Williams, P.L.; Mendiola, J.; Jorgensen, N.; Levine, H.; Hauser, R.; Swan, S.H.; Chavarro, J.E. Intake of fruits and vegetables with low-to-moderate pesticide residues is positively associated with semen-quality parameters among young healthy men. *The Journal of Nutrition*, 146 (5): 1.084-1.092. Mayo 2016.
- [431]. Mills, K.T.; Blair, A.; Freeman, L.E.B.; Sandler, D.P.; Hoppin, J.A. Pesticides and myocardial infarction incidence and mortality among male pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *American Journal of Epidemiology*, 170 (7): 892-900. Marzo 2009.
- [432]. Chiu, Y.-H.; Sandoval-Insausti, H.; Ley, S.H.; Bhupathiraju, S.N.; Hauser, R.; Rimm, E.B.; Manson, J.E.; Sun, Q.; Chavarro, J.E. Association between intake of fruits and vegetables by pesticide residue status and coronary heart disease risk. *Environment International*, 132: 105-113. Agosto 2019.
- [433]. Bradman, A.; Quirós-Alcalá, L.; Castorina, R.; Aguilar Schall, R.; Camacho, J.; Holland, N.T.; Barr, D.B.; Eskenazi, B. Effect of organic diet intervention on pesticide exposures in young children living in low-income urban and agricultural communities. *Environmental Health Perspectives*, 123 (1): 1.086-1.093. Octubre 2015.
- [434]. Jurewicz, J.; Hanke, W.; Makowiec-Dąbrowska, T.; Sobala, W. Exposure to pesticides and heavy work in greenhouses during pregnancy: Does it effect birth weight? *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 78 (5): 418-426. Mayo 2005.
- [435]. Lauria, L.; Settimi, L.; Spinelli, A.; Figà-Talamanca, I. Exposure to pesticides and time to pregnancy among female greenhouses workers. *Reproductive Toxicology*, 22: 425-430. Febrero 2006.
- [436]. Curl, C.L.; Porter, J.; Penwell, I.; Phinney, R.; Ospina, M.; Calafat, A.M. Effect of a 24-week randomized trial of an organic produce intervention on pyrethroid and organophosphate pesticide exposure among pregnant women. *Environment International*, 132: 104.957. Noviembre 2019.
- [437]. Jankowska, M.; Łozowicka, B.; Kaczyński, P. Comprehensive toxicological study over 160 processing factors of pesticides in selected fruit and vegetables after water, mechanical and thermal processing treatments and their application to human health risk assessment. *Science of the Total Environment*, 652: 1.156-1.167. 2019.
- [438]. Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). B.O.E. n° 262, de 17 de octubre de 2000.
- [439]. R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 124, de 24 de mayo de 1997.
- [440]. NTP n° 411: Zoonosis de origen laboral. Alonso Espadale, R.M.; Martí Solé, M.C.; Constans Aubert, A. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España.

- [441]. NTP n° 409: Contaminantes biológicos: criterios de valoración. Hernández Calleja, A. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España.
- [442]. NTP n° 422: Endotoxinas en ambientes laborales. Martí Solé, M.C.; Alonso Espadalé, R.M.; Constans Aubert, A. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España.
- [443]. Van Lenteren, J.C. A greenhouse without pesticides: Fact or fantasy? *Crop Protection*, 19 (6): 375-384. Julio 2000.
- [444]. Lagoma Lorén, L. Zoonosis laborales: riesgos de exposición a agentes biológicos en ganadería. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Sección Técnica. INSHT (INSST). *Seguridad y Salud en el Trabajo*, 55: 42-47. Diciembre 2009.
- [445]. Navarro, A.M.; Delgado, J.; Sánchez, M.C.; Orta, J.C.; Martínez, A.; Palacios, R.; Martínez, J.; Conde, J. Prevalence of sensitization to *Tetranychus urticae* in greenhouse workers. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 30 (6): 863-866. Junio 2000.
- [446]. Delgado, J.; Orta, J.C.; Navarro, A.M.; Conde, J.; Martínez, A.; Martínez, J.; Palacios, R. Occupational allergy in greenhouse workers: Sensitization to *Tetranychus urticae*. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 27 (6): 640-645. Junio 1997.
- [447]. Yoon-Keun, K.; Myung-Hyun, L.; Young-Koo, J.; Sung-Chul, H.; Jong-Myun, B.; Yoon-Suk, C.; Jae-Won, J.; Byung-Jae, L.; Jee-Woong, S.; Sang-Heon, C.; Kyung-Up, M.; You-Young, K. Spider mite allergy in apple-cultivating farmers: European red mite (*Panonychus ulmi*) and two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) may be important allergens in the development of work-related asthma and rhinitis symptoms. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 104 (6): 1.285-1.292. Diciembre 1999.
- [448]. Reunala, T.; Björkstén, F.; Förström, L.; Kanerva, L. IgE-mediated occupational allergy to a spider mite. *Clinical Allergy*, 13 (4): 383-388. Julio 1983.
- [449]. Delgado, J.; Gómez, E.; Palma, J.L.; González, J.; Monteseirín, F.J.; Martínez, A.; Martínez, J.; Conde, J. Occupational rhinoconjunctivitis and asthma caused by *Tetranychus urticae* (red spider mite). A case report. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 24 (5): 477-480. Mayo 1994.
- [450]. Osterman, K.; Zetterström, O.; Johansson, S.G. Coffee worker's allergy. *Allergy*, 37 (5): 313-322. Julio 1982.
- [451]. Losada, E.; Hinojosa, M.; Moneo, I.; Domínguez, J.; Díez Gómez, M.L.; Ibáñez, M.D. Occupational asthma caused by cellulase. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 77 (4): 635-639. 1986.
- [452]. Astarita, C.; Franzese, A.; Scala, G.; Sproviero, S.; Raucci, G. Farm workers' occupational allergy to *Tetranychus urticae*: Clinical and immunologic aspects. *Allergy*, 49 (6): 466-471. Julio 1994.
- [453]. Astarita, C.; Di Martino, P.; Scala, G.; Franzese, A.; Sproviero, S. Contact allergy: Another occupational risk to *Tetranychus urticae*. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 98 (4): 732-738. Octubre 1996.
- [454]. Dalphin, J.C. Chronic obstructive bronchitis in a fodder farming setting. *Revue des Maladies Respiratoires*, 13 (8): 575-581. Diciembre 1996.
- [455]. Ando, M.; Suga, M. Hypersensitivity pneumonitis. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 3 (5): 391-395. Septiembre 1997.
- [456]. Astarita, C.; Gargano, D.; Manguso, F.; Romano, C.; Montanaro, D.; Pezzuto, F.; Bonini, S.; Altucci, P.; Abbate, G. Epidemiology of allergic occupational diseases induced by *Tetranychus urticae* in greenhouse and open-field farmers living in a temperate climate area. *Allergy*, 56 (12): 1.157-1.163. Diciembre 2001.
- [457]. Groenewoud, G.C.M.; de Graaf in 't Veld, C.; van Oorschot-van Nes, A.J.; de Jong, N.W.; Vermeulen, A.M.; van Toorenenbergen, A.W.; Burdorf, A.; de Groot, H.; Gerth van Wijk, R. Prevalence of sensitization to the predatory mite *Amblyseius cucumeris* as a new occupational allergen in horticulture. *Allergy*, 57: 614-619. Marzo 2002.
- [458]. Patiwael, J.A.; Jong, N.W.; Burdorf, A.; Groot, H.; Gerth van Wijk, R. Occupational allergy to bell pepper pollen in greenhouses in the Netherlands, an 8-year follow-up study. *Allergy*, 65 (11): 1.423-1.429. Noviembre 2010.
- [459]. Scott, L.; McGee, P.; Sheridan, J.J.; Earley, B.; Leonard, N. A comparison of the survival in feces and water of *Escherichia coli* O157:H7 grown under laboratory conditions or obtained from cattle feces. *Journal of Food Protection*, 69 (1): 6-11. Enero 2006.
- [460]. Himathongkham, S.; Riemann, H.; Bahari, S.; Nuanualsuwan, S.; Kass, P.; Cliver, D.O. Survival of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7 in poultry manure and manure slurry at sublethal temperatures. *Avian Diseases*, 44 (4): 853-860. 2000.

- [461]. Beuchat, L.R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection*, 59 (2): 204-216. 1996.
- [462]. Doyle, M.P.; Erickson, M.C. Summer meeting 2007 - the problems with fresh produce: An overview. *Journal of Applied Microbiology*, 105 (2): 317-330. Agosto 2008.
- [463]. Brandon, J.R.; Burge, W.D.; Enriki, N.K. Inactivation by ionizing radiation of *Salmonella enteritidis* serotype Montevideo grown in composted sewage sludge. *Applied and Environmental Microbiology*, 33 (4): 1.011-1.012. Abril 1977.
- [464]. Soares, H.M. Pathogen indicator regrowth potential as a method to evaluate compost stability. PhD Doctoral Dissertations. University of Massachusetts at Amherst. Department of Civil and Environmental Engineering. 1996. Disponible en: <https://scholarworks.umass.edu/dissertations/AAI9619440>.
- [465]. Sidhu, J.; Gibbs, R.A.; Ho, G.E.; Unkovich, I. Selection of *Salmonella typhimurium* as an indicator for pathogen regrowth potential in composted biosolids. *Letters in Applied Microbiology*, 29 (5): 303-307. Noviembre 1999.
- [466]. Gessel, P.D.; Hansen, N.C.; Goyal, S.M.; Johnston, L.J.; Webb, J. Persistence of zoonotic pathogens in surface soil treated with different rates of liquid pig manure. *Applied Soil Ecology*, 25 (3): 237-243. 2004.
- [467]. Hutchison, M.L.; Walters, L.D.; Avery, S.M.; Munro, F.; Moore, A. Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalences in farm manures. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (3): 1.231-1.236. Marzo 2005.
- [468]. Kim, J.; Jiang, X. The growth potential of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* ssp. and *Listeria monocytogenes* in dairy manure-based compost in a greenhouse setting under different seasons. *Journal of Applied Microbiology*, 109 (6): 2.095-2.104. Diciembre 2010.
- [469]. Fenlon, D.R. *Listeria monocytogenes* in the natural environment. En: *Listeria, Listeriosis and Food Safety*, 2ª ed. Ryser, E.T.; Marth, E.H. ed. pp.: 21-38. ISBN: 0-8247-0235-2. Marcel Dekker, Inc., Nueva York. Estados Unidos. 1999.
- [470]. Nicholson, F.A.; Groves, S.J.; Chambers, B.J. Pathogen survival during livestock manure storage and following land application. *Bioresource Technology*, 96 (2): 135-143. Enero 2005.
- [471]. Food and Drug Administration (FDA). Finalizes Report on 2006 Spinach Outbreak. Washington, D.C. Estados Unidos. Marzo 1997.
- [472]. Council for Agricultural Science and Technology (CAST). Food Safety and Fresh Produce: An Update. Commentary QTA2009-1, 8 pp. Iowa. Estados Unidos. Julio 2009.
- [473]. Paulsen, E.; Søgaard, J.; Andersen, K.E. Occupational dermatitis in Danish gardeners and greenhouse workers (III). Compositae-related symptoms. *Contact Dermatitis*, 38 (3): 140-146. Marzo 1998.
- [474]. NTP n° 822: Agentes biológicos. Enfermedades de la piel. Hernández Calleja, A. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo (INSST, antiguo INSHT). 2009.
- [475]. Groenewoud, G.C.; de Jong, N.W.; van Oorschot-van Nes, A.J.; Vermeulen, A.M.; van Toorenenbergen, A.W.; Mulder, P.G.; Burdorf, A.; de Groot, H.; van Wijk, R.G. Prevalence of occupational allergy to bell pepper pollen in greenhouses in the Netherlands. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 32 (3): 434-440. Marzo 2002.
- [476]. Baena-Cagnani, C.E.; Gómez, R.M.; Baena-Cagnani, R.; Canonica, G.W. Impact of environmental tobacco smoke and active tobacco smoking on the development and outcomes of asthma and rhinitis. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 9 (2): 136-140. Abril 2009.
- [477]. Linneberg, A.; Gislum, M.; Johansen, N.; Husemoen, L.L.; Jorgensen, T. Temporal trends of aeroallergen sensitization over twenty-five years. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 37 (8): 1.137-1.142. Agosto 2007.
- [478]. Dörner, T.; Lawrence, K.; Rieder, A.; Kunze, M. Epidemiology of allergies in Austria. Results of the first Austrian allergy report. *Wiener Medizinische Wochenschrift* (1946), 157 (11-12): 235-242. 2007.
- [479]. Bauchau, V.; Durham, S.R. Prevalence and rate of diagnosis of allergic rhinitis in Europe. *The European Respiratory Journal*, 24 (5): 758-764. Noviembre 2004.
- [480]. Nathan, R.A.; Meltzer, E.O.; Derebery, J.; Campbell, U.B.; Stang, P.E.; Corrao, M.A.; Stanford, R. The prevalence of nasal symptoms attributed to allergies in the United States: Findings from the burden of rhinitis in an America survey. *Allergy and Asthma Proceedings*, 29 (6): 600-608. Diciembre 2008.
- [481]. Butrus, S.; Portela, R. Ocular allergy: Diagnosis and treatment. *Ophthalmology Clinics of North America*, 18 (4): 485-492. Diciembre 2005.
- [482]. Subbarao, P.; Mandhane, P.J.; Sears, M.R. Asthma: Epidemiology, etiology and risk factors. *Canadian Medical Association Journal*, 181 (9): E181-E190. Octubre 2009.

- [483]. Gautrin, D.; Ghezzeo, H.; Infante-Rivard, C.; Malo, J.L. Natural history of sensitization, symptoms and occupational diseases in apprentices exposed to laboratory animals. *The European Respiratory Journal*, 17 (5): 904-908. Mayo 2001.
- [484]. Skjold, T.; Dahl, R.; Juhl, B.; Sigsgaard, T. The incidence of respiratory symptoms and sensitization in baker apprentices. *The European Respiratory Journal*, 32 (2): 452-459. Abril 2008.
- [485]. Petsonk, E.L. Work-related asthma and implications for the general public. *Environmental Health Perspectives*, 110 (Suppl. 4): 569-572. Agosto 2002.
- [486]. Ruoppi, P.; Koistinen, T.; Susitaival, P.; Honkanen, J.; Soininen, H. Frequency of allergic rhinitis to laboratory animals in university employees as confirmed by chamber challenges. *Allergy*, 59 (3): 295-301. Marzo 2004.
- [487]. Storaas, T.; Steinsvåg, S.K.; Florvaag, E.; Irgens, A.; Aasen, T.B. Occupational rhinitis: Diagnostic criteria, relation to lower airway symptoms and IgE sensitization in bakery workers. *Acta Oto-laryngologica*, 125 (11): 1.211-1.217. Noviembre 2005.
- [488]. Larramendi, C.H.; Ferrer, A.; Huertas, A.J.; García-Abujeta, J.L.; Andreu, C.; Tella, R.; Cerdà, M.T.; Bartra, J.; Lavín, J.R.; Pagán, J.A.; López-Matas, M.A.; Fernández-Caldas, E.; Carnés, J. Sensitization to tomato peel and pulp extracts in the Mediterranean Coast of Spain: Prevalence and co-sensitization with aeroallergens. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 38 (1): 169-177. Enero 2008.
- [489]. Vandenplas, O.; Sohy, C.; D'Alpaos, V.; Nootens, C.; Thimpont, J.; Weigand, D.; Scheurer, S. Tomato-induced occupational asthma in a greenhouse worker. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 122 (6): 1.229-1.231. Diciembre 2008.
- [490]. Alonzo Romero, L.; Moreno Agraz, G.; Machado Chavelas, A. Dermatitis por contacto ocupacional, de tipo alérgico por *Alstroemeria*. Presentación de un caso. *Revista del Centro Dermatológico Pascua*, 15 (2): 95-98. Agosto 2006.
- [491]. Paulsen, E.; Sogaard, J.; Andersen, K.E. Occupational dermatitis in Danish gardeners and greenhouse workers (I). Prevalence and possible risk factors. *Contact Dermatitis*, 37 (6): 263-270. Diciembre 1997.
- [492]. Paulsen, E. Occupational dermatitis in Danish gardeners and greenhouse workers (II). Etiological factors. *Contact Dermatitis*, 38 (1): 14-19. Enero 1998.
- [493]. Schubert, H.-J. Allergy to *Asteraceae* (*Compositae*) in the horticulture region of Erfurt. *Dermatosen in Beruf und Umwelt*, 43 (6): 257-261. 1995.
- [494]. Wilkinson, J.D.; Rycroft, R.J.G. Plant dermatitis. En: Champion, R.H.; Burton, J.L.; Ebling, F.J.G. eds. *Rook, Wilkinson, Ebling: Textbook of Dermatology*. 5ª ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 675-682. 1992.
- [495]. Monsó, E.; Schenker, M.; Radon, K.; Riu, E.; Magarolas, R.; McCurdy, S.; Danuser, B.; Iversen, M.; Saiki, C.; Nowak, D. Region-related risk factors for respiratory symptoms in European and Californian farmers. *The European Respiratory Journal*, 21 (2): 323-331. Febrero 2003.
- [496]. Dykewicz, M.S. Occupational asthma: Current concepts in pathogenesis, diagnosis, and management. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 123 (3): 519-528. Marzo 2009.
- [497]. Kronqvist, M.; Johansson, E.; Kolmodin-Hedman, B.; Oman, H.; Svartengren, M.; van Hage-Hasmsten, M. IgE-sensitization to predatory mites and respiratory symptoms in Swedish greenhouse workers. *Allergy*, 60 (4): 521-526. Abril 2005.
- [498]. Vandenplas, O.; Toren, K.; Blanc, P.D. Health and socioeconomic impact of work-related asthma. *The European Respiratory Journal*, 22 (4): 689-697. Octubre 2003.
- [499]. Leira, H.L.; Berg, J.A.; Bratt, U.; Slåstad, S. High incidence of work-related disease among asthmatics on sick-leave. *Tidsskrift for den Norske Laegeforening: Tidsskrift for Praktisk Medicin, ny Raekke*, 126 (18): 2.367-2.369. Septiembre 2006.
- [500]. Blanc, P.D.; Trupin, L.; Eisner, M.; Earnest, G.; Katz, P.P.; Israel, L.; Yelin, E.H. The work impact of asthma and rhinitis: Findings from a population-based survey. *Journal of Clinical Epidemiology*, 54 (6): 610-618. Junio 2001.
- [501]. Parrella, M.P.; Stengard Hansen, L.; van Lenteren, J.C. Glass-house environments. En: Bellows, T.S.; Fisher, T.W.; Caltagirone, L.E. (Eds). *Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control*. ISBN: 0122573056. Academic Press. San Diego. EEUU, pp.: 819-839. 1999.
- [502]. Working Group "Integrated Control in Glasshouses". En: *Proceedings of the IOBC/wprs*. Van Lenteren, J.C. (Ed). ISBN: 92-9067-105-X. IOBC/wprs Bulletin, 22 (1-11): 294 pp. Mayo 1999.
- [503]. Albajes, R.; Gullino, M.L.; van Lenteren, J.C.; Elad, Y. (Eds.). *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 978-0-306-47585-6. Dordrecht. Holanda. 1999.

- [504]. Teitel, M. The effect of screens on the microclimate of greenhouses and screenhouses. A review. *Acta Horticulturae*, 719: 575-586. International Symposium on Greenhouse Cooling. Septiembre 2006.
- [505]. Fallahi, H.; Abbaspour-Fard, M.H.; Azhari, A.; Khojastehpour, M.; Nikkhah, A. Ergonomic assessment of drivers in MF285 and MF399 tractors during clutching using algometer. *Information Processing in Agriculture*, 3 (1): 54-60. Marzo 2016.
- [506]. Widyanti, A. Ergonomic Checkpoint in Agriculture, Postural Analysis, and Prevalence of Work Musculoskeletal Symptoms among Indonesian Farmers: Road to Safety and Health in Agriculture. *Jurnal Teknik Industri*, 20 (1): 1-10. Junio 2018.
- [507]. Kumar, G.H.; Harshavardhan, M.; Kumar, A.A.; Kumar, E.P.; Ramana, M.V. Physiological evaluation of manual operated weeders and sprayers on farm use. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17 (4): 173-183. Diciembre 2015.
- [508]. Juhanson, K.; Merisalu, E. Ergonomic intervention programs in different economic sectors: A review article. *Agronomy Research*, 15 (1): 170-186. 2017.
- [509]. Dempsey, P.G. Effectiveness of ergonomics interventions to prevent musculoskeletal disorders: Beware of what you ask. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37: 169-173. 2007.
- [510]. Driessen, M.T.; Proper, K.I.; Anema, J.R.; Knol, D.L.; Bongers, P.M.; van der Beek, A.J. The effectiveness of participatory ergonomics to prevent low-back and neck pain: Results of a cluster randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37 (5): 383-393. 2011.
- [511]. Min, D.; Baek, S.; Park, H.W.; Lee, S.A.; Moon, J.; Yang, J.E.; Kim, K.S.; Kim, J.Y.; Kang, E.K. Prevalence and characteristics of musculoskeletal pain in Korean farmers. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 40 (1): 1-13. Febrero 2016.
- [512]. Van der Schilden, M. The OWAS system for analysing working postures. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 237: XI Workshop on Labour and Labour Management. 1989.
- [513]. Jain, R.; Meena, M.L.; Dangayach, G.S.; Bhardwaj, A.K. Risk factors for musculoskeletal disorders in manual harvesting farmers of Rajasthan. *Industrial Health*, 56: 241-248. Enero 2018.
- [514]. Fathallah, F.A. Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture. *Applied Ergonomics*, 41 (6): 738-743. Octubre 2010.
- [515]. Pal, A.; Dhara, P.C. Work related musculoskeletal disorders and postural stress of the women cultivators engaged in uprooting job of rice cultivation. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 22 (3): 163-169. Diciembre 2018.
- [516]. Yung, M.; Lang, A.E.; Stobart, J.; Kociolek, A.M.; Milosavljevic, S.; Trask, C. The combined fatigue effects of sequential exposure to seated whole body vibration and physical, mental, or concurrent work demands. *PLOS ONE*, 12 (12): 1-20. Diciembre 2017.
- [517]. Das, B.; Gangopadhyay, S. An ergonomics evaluation of posture related discomfort and occupational health problems among rice farmers. *Occupational Ergonomics*, 10: 25-38. 2011.
- [518]. Das, B. Gender differences in prevalence of musculoskeletal disorders among the rice farmers of West Bengal, India. *Work*, 50 (2): 229-240. 2015.
- [519]. Comisión Europea. Guía no vinculante de buenas prácticas dirigida a mejorar la aplicación de las directivas sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores en la agricultura, la ganadería, la horticultura y la silvicultura. Dirección General de Empleo, Asuntos Sociales e Inclusión. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. 176 pp. ISBN: 978-92-79-43399-3. 2015.
- [520]. Holmberg, S.; Siernström, E.-L.; Thelin, A.; Svärdsudd, K. Musculoskeletal symptoms among farmers and non-farmers: A population-based study. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 8 (4): 339-345. Diciembre 2002.
- [521]. Nag, P.K.; Datt, P. Effectiveness of some simple agricultural weeders with reference to physiological responses. *Journal of Human Ergology*, 8: 13-21. Junio 1979.
- [522]. Nag, P.K.; Chatterjee, S.K. Physiological reactions of female workers in Indian agricultural work. *Human Factors*, 23 (5): 607-614. Octubre 1981.
- [523]. Nag, P.K.; Nag, A. Drudgery, accidents and injuries in Indian agriculture. *Industrial Health*, 42 (2): 149-162. Abril 2004.
- [524]. Mora, D.C.; Miles, C.M.; Chen, H.; Quandt, S.A.; Summers, P.; Arcury, T.A. Prevalence of musculoskeletal disorders among immigrant Latino farmworkers and non-farmworkers in North Carolina. *Archives of Environmental and Occupational Health*, 71 (3): 136-143. Mayo 2016.
- [525]. McMillan, M.; Trask, C.; Dosman, J.; Hagel, L.; Pickett, W.; Saskatchewan Farm Injury Cohort Study Team. Prevalence of musculoskeletal disorders among Saskatchewan farmers. *Journal of Agromedicine*, 20 (3): 292-301. 2015.

- [526]. International Labour Organization. Sectoral Activities Programme. Code of practice on safety and health in agriculture. International Labour Office. Ginebra. Suiza. Octubre 2010.
- [527]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSSST). VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 2011. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Ed. INSHT. <https://www.insst.es/documents/94886/96082/VII+Encuesta+Nacional+de+Condiciones+de+Trabajo+%2C+2011/399f13f9-1b87-41de-bd7e-983776f8212a>. Madrid. España. 2011.
- [528]. López-Aragón, L.; López-Liria, R.; Callejón-Ferre, A.-J.; Pérez-Alonso, J. Musculoskeletal disorders of agricultural workers in the greenhouses of Almería (Southeast Spain). *Safety Science*, 109: 219-235. Junio 2018.
- [529]. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA). Musculoskeletal disorders. <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>. 2017.
- [530]. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). Determinants of labour market participation and prognosis of common chronic diseases in working populations: A study of cohorts in Finland, the United Kingdom, France, and Sweden (2012-2017). <https://www.ttl.fi/en/research-and-development-projects/determinants-of-labour-market-participation-and-prognosis-of-common-chronic-diseases-in-working-populations-a-study-of-cohorts-in-finland-the-united-kingdom-france-and-sweden/>. 2017.
- [531]. Lee, C.; Hong, W. Analysis on biomechanical differences depending on changes in postures during farm work. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 35 (5): 307-317. Abril 2016.
- [532]. Lee, K.S.; Kim, H.C.; Chae, H.S.; Kim, K.R.; Lee, S.J.; Lim, D.S. A study on agricultural safety technology for ergonomic intervention in farm-work. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29 (2): 225-239. Abril 2010.
- [533]. Oh, H.O.; Kam, S.; Han, C.H.; Hwang, B.D.; Mun, H.J.; Cha, B.J.; Park, S.Y. Prevalence of musculoskeletal symptom in rural farmers. *Journal of Rheumatology Health*, 8 (1): 86-108. 2001.
- [534]. Lee, C.G. Work-related musculoskeletal disorders in Korean farmers. *Journal of the Korean Medical Association*, 55 (11): 1.054-1.062. Noviembre 2012.
- [535]. Jain, R.; Meena, M.L.; Dangayach, G.S. Investigating agriculture farmers working on hand tools in Rajasthan. Conference Paper in Humanizing Work and Work Environment. International Ergonomics Conference and 9th Annual Meeting of Nutrition Society of India. Diciembre 2015.
- [536]. Puntumetakul, R.; Neubert, M.S.; Karukunchit, U.; Buranruk, O.; Boucaut, R. Knee musculoskeletal impairments and associated pain factors among rice farmers. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31: 1.111-1.117. 2018.
- [537]. Taghavi, S.M.; Mokarami, H.; Ahmadi, O.; Stallones, L.; Abbaspour, A.; Marioryad, H. Risk factors for developing work-related musculoskeletal disorders during dairy farming. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 8 (1): 39-45. Enero 2017.
- [538]. Caicoya, M.; Delclos, G.L. Work demands and musculoskeletal disorders from the Spanish National Survey. *Occupational Medicine*, 60 (6): 447-450. Septiembre 2010.
- [539]. Bisht, D.; Bakhshi, R. Knowledge of computer ergonomics and incidence of musculoskeletal disorders among students of Punjab Agricultural University, Ludhiana, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 10 (1): 323-329. Febrero 2018.
- [540]. Pal, A.; De, S.; Sengupta, P.; Maity, P.; Dhara, P.C. Evaluation of work related musculoskeletal disorder and postural stress among female potato cultivators in West Bengal, India. *Ergonomics SA*, 27 (1): 46-64. 2015.
- [541]. Hayes, M.; Cockrell, D.; Smith, D.R. A systematic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. *International Journal of Dental Hygiene*, 7 (3): 159-165. Agosto 2009.
- [542]. Lee, I.S.; Chung, M.K.; Kee, D.H. Evaluation of postural load of varying leg posture using the psychophysical scaling. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 21 (4): 47-65. 2002.
- [543]. Das, B.; Gangopadhyay, S. Prevalence of musculoskeletal disorders and physiological stress among adult, male potato cultivators of West Bengal, India. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 27 (2): NP1.669-NP1.682. Marzo 2015.
- [544]. Pal, A.; De, S.; Sengupta, P.; Maity, P.; Dhara, P.C. Ergonomic evaluation of work related musculoskeletal disorders and postural stress among male potato cultivators of West Bengal, India. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 4 (2): 5-14. 2016.
- [545]. Xiao, H.; McCurdy, S.A.; Stoecklin-Marois, M.; Li, C.-S.; Schenker, M.B. Agricultural work and chronic musculoskeletal pain among Latino farm workers: The MICASA Study. *American Journal of Industrial Medicine*, 56 (2): 216-225. Febrero 2013.

- [546]. Hameed, P.S. Prevalence of work related low back pain among the information technology professionals in India. A cross sectional study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2 (7): 80-85. Julio 2013.
- [547]. Padma, V.; Anand, N.N.; Swaminatha Gurukul, S.M.G.; Syed Mohammed Javid, S.M.A.; Prasad, A.; Arun, S. Health problems and stress in Information Technology and Business Process Outsourcing employees. *Journal of Pharmacy & BioAllied Sciences*, 7 (Suppl 1): S9-S13. Abril 2015.
- [548]. Kumah, D.B.; Akuffo, K.O.; Affram, D.E.; Ankamah, E.; Osa, E.A. Ergonomic challenges of employees using computers at work in a tertiary institution in Ghana. *Optometry: Open Access*, 1 (2): 107. Marzo 2016.
- [549]. Fathallah, F.A.; Meyers, J.M.; Janowitz, I. Stoop and squatting postures in the workplace. Conference Proceedings. Center for Occupational and Environmental Health. Oakland, California. EEUU. Julio 2004.
- [550]. Pinzke, S. Changes in working conditions and health among dairy farmers in Southern Sweden. A 14-year follow-up. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM*, 10 (2): 185-195. 2003.
- [551]. Kirkhorn, S.R.; Earle-Richardson, G.; Banks, R.J. Ergonomic risks and musculoskeletal disorders in production agriculture: Recommendations for effective research to practice. *Journal of Agromedicine*, 15: 281-299. Julio 2010.
- [552]. Pal, A.; Dhara, P.C. Evaluation of work-related musculoskeletal disorders and postural stress of female "Jari" workers. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 21 (3): 132-137. Diciembre 2017.
- [553]. Kim, I.; Kim, H.A.; Seo, Y.-I.; Song, Y.W.; Jeong, J.-Y.; Kim, D.H. The prevalence of knee osteoarthritis in elderly community residents in Korea. *Journal of Korean Medical Science*, 25 (2): 293-298. Febrero 2010.
- [554]. Allen, K.D.; Chen, J.-C.; Callahan, L.F.; Golightly, Y.M.; Helmick, C.G.; Renner, J.B.; Jordan, J.M. Associations of occupational tasks with knee and hip osteoarthritis: The Johnston County Osteoarthritis Project. *The Journal of Rheumatology*, 37 (4): 842-850. Abril 2010.
- [555]. Kim, Y.C.; Ryu, Y.S. Ergonomic evaluation of the hazardous jobs in squatting work posture. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 24 (1): 37-41. Enero 2005.
- [556]. Kim, Y.-C.; Chang, E.-J. The study used Brog's Scale on the lower extremity supporter. *Journal of the Korean Society of Safety*, 23 (5): 105-110. Octubre 2008.
- [557]. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Musculoskeletal disorders and workplace factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and lower back. DHHS (NIOSH) Publication n° 97-141. Julio 1997.
- [558]. Jung, H.-S.; Jung, H.-S. Evaluation of proper height for squatting stool and the ergonomic design of wearable stool. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 18 (5): 307-309. Enero 2005.
- [559]. Burgess, R. Squat, stoop, or something in between? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31 (3): 143-148. Marzo 2003.
- [560]. Davis, K.G.; Kotowski, S.E. Understanding the ergonomic risk for musculoskeletal disorders in the United States agricultural sector. *American Journal of Industrial Medicine*, 50: 501-511. Abril 2007.
- [561]. Kabir, S.N.; Chung, S.-O.; Kim, Y.-J.; Sung, N.-S.; Hong, S.-J. Measurement and evaluation of whole body vibration of agricultural tractor operator. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10 (1): 248-255. Enero 2017.
- [562]. Butkus, R.; Vasiliauskas, G. Research of vibro-acoustic environment in cabs of agricultural tractors. *Engineering for Rural Development. 12th International Scientific Conference*, vol 12. Jelgava. Letonia. Mayo 2013.
- [563]. Castro dos Santos, V.; de Almeida Montero, L.; Ximenes Siqueira Macedo, D.; Costa, E. Whole body vibration in operators using agricultural soil preparation equipment. *Ciência Rural*, Santa Maria, 49 (11): 1-9. Septiembre 2019.
- [564]. Figueiredo, M.A.M.; Silva, L.F.; Barnabé, T.L. Transporte coletivo: vibração de corpo-inteiro e conforto de passageiros, motoristas e cobradores. *Journal of Transport Literature*, 10 (1): 35-39. Marzo 2016.
- [565]. Mansfield, N.J.; Mackrill, J.; Rimell, A.N.; MacMull, S.J. Combined effects of long-term sitting and whole-body vibration on discomfort onset for vehicle occupants. *International Scholarly Research Notices Automotive Engineering*, 8 pp. Enero 2014.
- [566]. Ahuja, S.; Davis, J.; Wade, L.R. Postural stability of commercial truck drivers: Impact of extended duration of whole body vibration. *Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, 49 (19). Orlando, Florida. EEUU. Septiembre 2005.
- [567]. Vergara, M.; Page, A. Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. *Applied Ergonomics*, 33 (1): 1-8. Enero 2002.

- [568]. Søndergaard, K.H.; Olesen, C.G.; Søndergaard, E.K.; de Zee, M.; Madeleine, P. The variability and complexity of sitting postural control are associated with discomfort. *Journal of Biomechanics*, 43 (10): 1.997-2.001. Julio 2010.
- [569]. Waongenngarm, P.; Rajaratnam, B.S.; Janwantanakul, P. Perceived body discomfort and trunk muscle activity in three prolonged sitting postures. *Journal of Physical Therapy Science*, 27 (7): 2.183-2.187. Julio 2015.
- [570]. Lindberg, E.; Carter, N.; Gislason, T.; Janson, C. Role of snoring and daytime sleepiness in occupational accidents. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164 (11): 2.031-2.035. Diciembre 2001.
- [571]. Thiffault, P. Addressing human factors in the motor carrier industry in Canada. *Canadian Council of Motor Transport Administrators (CCMTA)*, 18 pp. Mayo 2011.
- [572]. Milosavljevic, S.; McBride, D.I.; Bagheri, N.; Vasiljev, R.M.; Carman, A.B.; Rehn, B.; Moore, D. Factors associated with quad bike loss of control events in agriculture. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41 (3): 317-321. Mayo 2011.
- [573]. Du, B.B.; Bigelow, P.L.; Wells, R.P.; Davies, H.W.; Hall, P.; Johnson, P.W. The impact of different seats and whole-body vibration exposures on truck driver vigilance and discomfort. *Ergonomics*, 61 (4): 528-537. Abril 2018.
- [574]. Radwin, R.G.; Armstrong, T.J.; Chaffin, D.B. Power hand tool vibration effects on grip exertions. *Ergonomics*, 30 (5): 833-855. 1987.
- [575]. Park, H.S.; Martin, B.J. Contribution of the tonic vibration reflex to muscle stress and muscle fatigue. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 19 (1): 35-42. Febrero 1993.
- [576]. Martin, B.; Gauthier, G.M.; Roll, J.P.; Hugon, M.; Harlay, F. Effects of whole-body vibrations on standing posture in man. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 51 (8): 778-787. Agosto 1980.
- [577]. Mani, R.; Milosavljevic, S.; Sullivan, S.J. The effect of occupational whole-body vibration on standing balance: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40: 698-709. Junio 2010.
- [578]. Carpenter, M.G.; Murnaghan, C.D.; Inglis, J.T. Shifting the balance: Evidence of an exploratory role for postural sway. *Cognitive, Behavioral, and Systems Neuroscience*, 171 (1): 196-204. Noviembre 2010.
- [579]. Santos, B.R.; Larivière, C.; Delisle, A.; Plamondon, A.; Boileau, P.-É.; Imbeau, D.; Vibration Research Group. A laboratory study to quantify the biomechanical responses to whole-body vibration: The influence on balance, reflex response, muscular activity and fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38 (7-8): 626-639. Julio-Agosto 2008.
- [580]. Wikström, B.-O.; Kjellberg, A.; Landström, U. Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14 (4): 273-292. Diciembre 1994.
- [581]. Lings, S.; Leboeuf-Yde, C. Whole-body vibration and low back pain: A systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 73 (5): 290-297. Julio 2000.
- [582]. Young, E.; Kreiger, N.; Purdham, J.; Sass-Kortsak, A. Prostate cancer and driving occupations: Could whole body vibration play a role? *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82 (5): 551-556. Abril 2009.
- [583]. R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. B.O.E. nº 265, de 5 de noviembre de 2005.
- [584]. Scarlett, A.J.; Price, J.S.; Semple, D.A.; Stayner, R.M. Whole-body vibration on agricultural vehicles: Evaluation of emission and estimated exposure levels. *Silsoe Research Institute and RMS Vibration Test Laboratory. Health and Safety Executive. Research Report 321*, 249 pp. ISBN: 0-7176-2970-8. 2005.
- [585]. Futatsuka, M.; Maeda, S.; Inaoka, T.; Nagano, M.; Shono, M.; Miyakita, T. Whole-body vibration and health effects in the agricultural machinery drivers. *Industrial Health*, 36: 127-132. Diciembre 1998.
- [586]. Goglia, V.; Gospodarić, Z.; Kosutić, S.; Filipović, D. Hand-transmitted vibration from the steering wheel to drivers of a small four-wheel drive tractor. *Applied Ergonomics*, 34 (1): 45-49. Enero 2003.
- [587]. Scarlett, A.J.; Price, J.S.; Stayner, R.M. Whole-body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors. *Journal of Terramechanics*, 44: 65-73. 2007.
- [588]. Huub, H.E. Analysis of the exposure to whole-body and hand-arm vibrations using agricultural vehicles: Report 2007-02. *ErgoLab Research B.V. Wageningen UR*. ISBN: 978-90-8585-154-7. Mayo 2007.

- [589]. NTP n° 629: Movimientos repetitivos: métodos de evaluación. Método OCRA: actualización. Rojas Picazo, A.; Ledesma de Miguel, J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 2003.
- [590]. Fereydooni, M.; Lorestani, A.N.; Rabbani, H.; Javadikia, P. Measurement and analysis of vibration of operator in Universal 650, Masey Ferguson 285 & MF 299 tractors. *International Journal of Mechanics and Applications*, 2 (5): 88-92. 2012.
- [591]. Croft, P.; Coggon, D.; Cruddas, M.; Cooper, C. Osteoarthritis of the hip: An occupational disease in farmers. *The British Medical Journal*, 304: 1.269-1.272. Mayo 1992.
- [592]. Newell, G.S.; Mansfield, N.J. Evaluation of reaction time performance and subjective workload during whole-body vibration exposure while seated in upright and twisted postures with and without armrests. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38 (5-6): 499-508. Mayo-Junio 2008.
- [593]. Mokkamul, P. Ethnobotanical study of rice growing process in Northeastern, Thailand. *Ethnobotany Research and Applications*, 4: 213-222. Diciembre 2006.
- [594]. Karukunchit, U.; Swangnetr, M.; Puntumetakul, R.; Juntaracena, K.; Keawduangdee, K. Ergonomic analysis for risk of lower extremity injury in rice cultivation process. In *Proceedings of the 6th International Conference on Public Health among the Great Mekong River sub-regional countries*, pp: 11-18. 6-7 noviembre 2014. Faculty of Public Health, Khon Kaen University. Tailandia. 2015.
- [595]. Juntaracena, K.; Swangnetr, M. Preliminary study of effects of muddy work terrain on lower extremity loading during rice planting process. *The Proceedings of the 19th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Melbourne. Australia. 9-14 agosto 2015.
- [596]. Jain, R.; Meena, M.L.; Dangayach, G.S.; Bhardwaj, A.K. Association of risk factors with musculoskeletal disorders in manual-working farmers. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 73 (1): 19-28. Enero 2018.
- [597]. Dianat, I.; Salimi, A. Working conditions of Iranian hand-sewn shoe workers and associations with musculoskeletal symptoms. *Ergonomics*, 57 (4): 602-611. Marzo 2014.
- [598]. Quandt, S.A.; Kucera, K.L.; Haynes, C.; Klein, B.G.; Langley, R.; Agnew, M.; Levin, J.L.; Howard, T.; Nussbaum, M.A. Occupational health outcomes for workers in the agriculture, forestry and fishing sector: Implications for immigrant workers in the Southeastern US. *American Journal of Industrial Medicine*, 56 (8): 940-959. Agosto 2013.
- [599]. Osborne, A.; Blake, C.; Fullen, B.M.; Meredith, D.; Phelan, J.; McNamara, J.; Cunningham, C. Risk factors for musculoskeletal disorders among farm owners and farm workers: A systematic review. *American Journal of Industrial Medicine*, 55: 376-389. 2012.
- [600]. Habib, R.R.; Fathallah, F.A. Migrant women farm workers in the occupational health literature. *Work*, 41 (Suppl. 1): 4.356-4.362. 2012.
- [601]. Reid, C.R.; Bush, P.M.; Cummings, N.H.; McMullin, D.L.; Durrani, S.K. A review of occupational knee disorders. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 20: 489-501. Mayo 2010.
- [602]. NTP n° 844: Tareas repetitivas: Método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos. Nogareda, S.; García, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). 2009.
- [603]. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound). Sixth European Working Conditions Survey (EWCS). Access 12/02/2020. <https://www.eurofound.europa.eu/surveys/european-working-conditions-surveys/sixth-european-working-conditions-survey-2015>.
- [604]. Montakarn, C.; Nuttika, N. Physical activity levels and prevalence of low back pain in Thai call-center operators. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20 (3): 125-128. Septiembre-diciembre 2016.
- [605]. Meyers, J.M.; Miles, J.A.; Faucett, J.; Janowitz, I.; Tejada, T.G.; Kabashima, J.N. Ergonomics in agriculture: Workplace priority setting in the nursery industry. *American Industry and Hygiene Association Journal*, 58 (2): 121-126. 1997.
- [606]. Villarejo, D. Occupational injury rates among hired farmworkers. *Journal of Agricultural Safety and Health*, Special issue (1): 39-46. 1998.
- [607]. Villarejo, D.; Baron, S.L. The occupational health status of hired farm workers. *Occupational Medicine*, 14 (3): 613-635. Julio 1999.
- [608]. McCurdy, S.A.; Samuels, S.J.; Carroll, D.J.; Beaumont, J.J.; Morrin, L.A. Agricultural injury in California migrant Hispanic farm workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 44 (3): 225-235. Septiembre 2003.

- [609]. Rodríguez, E.J.; Stoecklin-Marois, M.T.; Bennett, D.H.; Tancredi, D.J.; Schenker, M.B. Agricultural work exposures and pulmonary function among hired farm workers in California (the MICASA Study). *Journal of Agromedicine*, 19 (4): 427-436. 2014.
- [610]. Bernard, B.P. Musculoskeletal disorders and workplace factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. U.S. Department of Health and Human Services. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 590 pp. Julio 1997.
- [611]. Callejón-Ferre, A.J.; Pérez-Alonso, J.; Carreño-Ortega, A.; Velázquez-Martí, B. Indices of ergonomic-psycho-social workplace quality in the greenhouses of Almería (Spain): Crops of cucumbers, peppers, aubergines and melons. *Safety Science*, 49: 746-750. Febrero 2011.
- [612]. Xiang, H.; Stallones, L.; Keefe, T.J. Back pain and agricultural work among farmers: An analysis of the Colorado Farm Family Health and Hazard Surveillance Survey. *American Journal of Industrial Medicine*, 35 (3): 310-316. Marzo 1999.
- [613]. Rivillis, I.; Van Eerd, D.; Cullen, K.; Cole, D.C.; Irvin, E.; Tyson, J.; Mahood, Q. Effectiveness of participatory ergonomic interventions on health outcomes: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 39 (3): 342-358. Mayo 2008.
- [614]. Nonnenmann, M.W.; Hussain, A.; Shirley, M.; Shepherd, S.; Gilmore, K.; Levin, J.L. Risk factors for musculoskeletal symptoms among crawfish farmers in Louisiana. A pilot study. *Journal of Agromedicine*, 15 (4): 386-393. Octubre 2010.
- [615]. Jadhav, A.V. Comparative cross-sectorial study for understanding the burden of low back pain among public bus transport drivers. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20 (1): 26-30. Enero-abril 2016.
- [616]. Organización Mundial de la Salud (OMS). Prevención de trastornos músculo-esqueléticos en el lugar de trabajo. Serie protección de la salud de los trabajadores, n° 5. ISBN: 92-4-359100-2. 2004.
- [617]. United States Bone and Joint Decade: The Burden of Musculoskeletal Diseases in the United States. Prevalence, Societal and Economic Cost. American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2ª ed. ISBN: 978-0-89203-533-5. 2011.
- [618]. Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO). Work-related musculoskeletal disorders. A definition. Disponible en: https://www.who.int/occupational_health/publications/oehtsd3.pdf.
- [619]. Da Costa, B.R.; Vieira, E.R. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 53: (3): 285-323. Marzo 2010.
- [620]. Meena, M.L.; Dangayach, G.S.; Bhardwaj, A. Investigating ergonomic issues among workers in hand block textile printing industries. *International Journal of Business and Systems Research*, 8 (4): 392-401. Septiembre 2014.
- [621]. Meena, M.L.; Dangayach, G.S.; Bhardwaj, A. Measuring quality of work life among workers in handicraft industries in Jaipur. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 17 (3): 376-390. Enero 2014.
- [622]. Jain, R.; Sain, M.K.; Meena, M.L.; Dangayach, G.S.; Bhardwaj, A.K. Non-powered hand tool improvement research for prevention of work-related problems: A review. *International Journal of Occupational and Safety Ergonomics (JOSE)*, 24 (3): 347-357. Septiembre 2018.
- [623]. Ng, Y.G.; Tamrin, S.B.M.; Yik, W.M.; Yusoff, I.S.M.; Mori, I. The prevalence of musculoskeletal disorder and association with productivity loss: A preliminary study among labour intensive manual harvesting activities in oil palm plantation. *Industrial Health*, 52 (1): 78-85. Enero 2014.
- [624]. Baksh, K.S.; Ganpat, W.; Narine, L.K. Occupational health and safety issues among vegetable farmers in Trinidad and the implications for extension. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 21 (3): 159-171. Julio 2015.
- [625]. López-García, J.R.; García-Herrero, S.; Gutiérrez, J.M.; Mariscal, M.A. Psychosocial and ergonomic conditions at work: Influence on the probability of a workplace accident. *BioMed Research International*, vol. 2019, 13 pp. Noviembre 2019.
- [626]. Park, H.; Sprince, N.L.; Whitten, P.S.; Burmeister, L.F.; Zwerling, C. Risk factors for back pain among male farmers: Analysis of Iowa Farm Family Health and Hazard Surveillance Study. *American Journal of Industrial Medicine*, 40 (6): 646-654. Diciembre 2001.
- [627]. Keogh, E.; Herdenfeldt, M. Gender, coping and the perception of pain. *Pain*, 97 (3): 195-201. Junio 2002.
- [628]. Yu, S.; Lu, M.L.; Gu, G.; Zhou, W.; He, L.; Wang, S. Musculoskeletal symptoms and associated risk factors in a large sample of Chinese workers in Henan province of China. *American Journal of Industrial Medicine*, 55 (3): 281-293. Marzo 2012.

- [629]. Åstrand, I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinavica Supplementum*, 49 (169): 1-92. 1960.
- [630]. Ahonen, E.; Venäläinen, J.M.; Könönen, U.; Klenk, T. The physical strain of dairy farming. *Ergonomics*, 33 (12): 1.549-1.555. Enero 1990.
- [631]. Kolstrup, C.L. Work-related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 7 (1): 1-9. Noviembre 2012.
- [632]. Stål, M.; Hansson, G.A.; Moritz, U. Wrist positions and movements as possible risk factors during machine milking. *Applied Ergonomics*, 30 (6): 527-533. Diciembre 1999.
- [633]. Reid, C.R.; Bush, P.M.; Karwowski, W.; Durrani, S.K. Occupational postural activity and lower extremity discomfort: A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40 (3): 247-256. Mayo 2010.
- [634]. Ghanbary, A.; Habibi, E.; Darbandy, A.A. Evaluation of musculoskeletal disorders in household appliances manufacturing company. *Iranian Journal of Health, Safety and Environment*, 2 (4): 380-384. Octubre 2015.
- [635]. Montoya-García, M.E.; Callejón-Ferre, A.J.; Pérez-Alonso, J.; Sánchez-Hermosilla, J. Assessment of psychosocial risks faced by workers in Almería-type greenhouses, using the Mini Psychosocial Factor Method. *Applied Ergonomics*, 44 (2): 303-311. Marzo 2013.
- [636]. May, J.J. Occupational injury and illness in farmworkers in the Eastern United States. En: Arcury, T.A.; Quandt, S.A. ed. *Latino farmworkers in the Eastern United States: Health, Safety and Justice*, 71-101. Nueva York. EEUU. Febrero 2009.
- [637]. Marín, A.J.; Grzywacz, J.G.; Arcury, T.A.; Carrillo, L.; Coates, M.L.; Quandt, S.A. Evidence of organizational injustice in poultry processing plants: Possible effects on occupational health and safety among Latino workers in North Carolina. *American Journal of Industrial Medicine*, 52 (1): 37-48. Enero 2009.
- [638]. Bauer, M. Close to slavery: Guestworker programs in the United States. The Southern Poverty Law Center (SPLC). Disponible en: <https://www.splcenter.org/20130218/close-slavery-guestworker-programs-united-states>. Febrero 2013.
- [639]. Martín, J.E.; Rivas, T.; Matías, J.M.; Taboada, J.; Argüelles, A. A Bayesian network analysis of workplace accidents caused by falls from a height. *Safety Science*, 47 (2): 206-214. Febrero 2009.
- [640]. Singh, S.; Sinwal, N.; Rathore, H. Gender involvement in manual material handling (mmh) tasks in agriculture and technology intervention to mitigate the resulting musculoskeletal disorders. *Work*, 41 (Suppl. 1): 4.333-4.341. 2012.
- [641]. Saari, J.; Tech, D.; Lahtela, J. Work conditions and accidents in three industries. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 7 (Suppl. 4): 97-105. 1981.
- [642]. Nath, N.D.; Akhavian, R.; Behzadan, A.H. Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors. *Applied Ergonomics*, 62: 107-117. Julio 2017.
- [643]. Susihono, W. Decreasing musculoskeletal complaints by developing product design based on ergonomics participatory. *International Journal of Scientific and Engineering Research (IJSER)*, 6 (11): 176-179. Noviembre 2015.
- [644]. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Simple solutions: Ergonomics for farm workers. DHHS (NIOSH) Publication, Report n° 2001-111: 53 pp. U.S. Department of Health and Human Services. Cincinnati. EEUU. Febrero 2001.
- [645]. Helmkamp, J.C.; Lundstrom, W.J. #56 Tractor-related deaths among West Virginia farmers: January 1997-January 2002. *Annals of Epidemiology*, 12 (7): 510. Octubre 2002.
- [646]. Tella, B.A.; Akinbo, S.R.; Asafa, S.A.; Gbiri, C.A. Prevalence and impacts of low back pain among peasant farmers in South-West Nigeria. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 26 (4): 621-627. Agosto 2013.
- [647]. Noroozi, M.V.; Hajibabaei, M.; Saki, A.; Memari, Z. Prevalence of musculoskeletal disorders among office workers. *Jundishapur Journal of Health Sciences*, 7 (1): e27157. Enero 2015.
- [648]. Yazdanirad, S.; Khoshakhlagh, A.H.; Habibi, E.; Zare, A.; Zeinodini, M.; Dehghani, F. Comparing the effectiveness of three ergonomic risk assessment methods-RULA, LUBA, and NERPA-to predict the upper extremity musculoskeletal disorders. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 22 (1): 17-21. Enero 2018.
- [649]. O'Neill, D. The promotion of ergonomics in industrially developing countries. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35 (2): 163-168. Febrero 2005.
- [650]. Health and Safety Executive (HSE). Work related musculoskeletal disorder statistics (WRMSDs) in Great Britain, 2019. Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/statistics/>. Octubre 2019.

- [651]. Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO). Chronic diseases and health promotion. Chronic rheumatic conditions. Disponible en: <https://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>.
- [652]. Khalil, T.M.; Abdel-Moty, E.M.; Rosomoff, R.S.; Rosomoff, H.L. Ergonomics in back pain: A guide to prevention and rehabilitation. Ed. John Wiley & Sons Inc. 223 pp. ISBN: 978-0-471-28544-1. Junio 1993.
- [653]. Holmberg, S.; Thelin, A.; Stiernstrom, E.; Svardsudd, K. The impact of physical work exposure on musculoskeletal symptoms among farmers and rural non-farmers. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 10 (2): 179-184. 2003.
- [654]. Rosecrance, J.; Rodgers, G.; Merlino, L. Low back pain and musculoskeletal symptoms among Kansas farmers. *American Journal of Industrial Medicine*, 49 (7): 547-556. Julio 2006.
- [655]. Osborne, A.; Blake, C.; McNamara, J.; Meredith, D.; Phelan, J.; Cunningham, C. Musculoskeletal disorders among Irish farmers. *Occupational Medicine*, 60 (8): 598-603. Diciembre 2010.
- [656]. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Musculoskeletal Health Program. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/programs/msd/default.html>. Septiembre 2019.
- [657]. Carroll, D.; Samardick, R.M.; Bernard, S.; Gabbard, S.; Hernández, T. A Demographic and Employment Profile of United States Farm Workers. Findings from the National Agricultural Workers Survey (NAWS) 2001-2002. Research Report nº 9. Marzo 2005.
- [658]. Kolstrup, C.L.; Hultgren, J. Perceived physical and psychosocial exposure and health symptoms of dairy farm staff and possible associations with dairy cow health. *Journal of Agricultural and Safety and Health*, 17 (2): 111-125. Abril 2011.
- [659]. Hemalatha, K.; Bharanidharan, G.; Anusha, T. Prevalence of musculoskeletal disorder among agricultural workers in rural area of Tamil Nadu: A cross sectional study. *HECS International Journal of Community Health and Medical Research*, 3 (3): 26-31. 2017.
- [660]. Black, C.M. Sickness absence and musculoskeletal disorders. *Rheumatology*, 51 (2): 204-205. Febrero 2012.
- [661]. Górný, A. Ergonomics in the formation of work condition quality. *Work*, 41 (Suppl. 1): 1.708-1.711. 2012.
- [662]. Goswami, S.; Pal, A.; Dhara, P.C. Evaluation of work related musculoskeletal disorder and postural stress among female cultivators engaged in post harvesting tasks. *Indian Journal of Biological Sciences*, 18: 16-25. 2012.
- [663]. Górný, A. Total Quality Management in the Improvement of Work Environment-Conditions of Ergonomics. Goossens, R. (eds.). *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) 2017*. En: *Advances in Social and Occupational Ergonomics*: 91-100. 2018.
- [664]. Villarejo, D.; Lighthall, D.; Williams, D., III; Souter, A.; Mines, R.; Bade, B.; Samuels, S.; McCurdy, S.A. Suffering in silence: A report on the health of California's agricultural workers. *California Institute for Rural Studies*. Noviembre 2000.
- [665]. Gil Coury, H.J.C.; Kumar, S.; Jones, E. Farm related injuries and fatalities in Alberta. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23 (5-6): 539-547. Marzo 1999.
- [666]. Waters, T.R. Ergonomics in design: Interventions for youth working in the agricultural industry. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 13 (2): 270-285. Marzo 2012.
- [667]. Majumder, J.; Shah, P. Mapping the role of women in Indian agriculture. *Annals of Anthropological Practice*, 41 (2): 46-54. 2017.
- [668]. Baldwin, D.; Johnstone, B.; Ge, B.; Hewett, J.; Smith, M.; Sharp, G. Randomized prospective study of a work place ergonomic intervention for individuals with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Arthritis Care and Research*, 64 (10): 1.527-1.535. Octubre 2012.
- [669]. Fabrizio, P. Ergonomic intervention in the treatment of a patient with upper extremity and neck pain. *Physical Therapy*, 89 (4): 351-360. Abril 2009.
- [670]. McCormack. Ergonomic and behavioral interventions as the primary treatment for work-related lateral epicondylitis. *Work*, 37 (1): 81-86. Enero 2010.
- [671]. Illes, J.D.; Johnson, T.L., Jr. Chiropractic management of a patient with ulnar nerve compression symptoms: A case report. *Journal of Chiropractic Medicine*, 12 (2): 66-73. Junio 2013.
- [672]. Goggins, R.W.; Spielholz, P.; Nothstein, G.L. Estimating the effectiveness of ergonomics interventions through case studies: Implications for predictive cost-benefit analysis. *Journal of Safety Research*, 39 (3): 339-344. Abril 2008.
- [673]. Sethi, R.C.; Sharma, R.B. Frontier technologies for empowering farm women. *International Journal of Farm Sciences*, 2 (1): 142-145. 2011.
- [674]. Directorate of Research on Women in Agriculture (DRWA). *Vision 2050*. Ed. DRWA, Bhubaneswar. Odisha. India. 2013.

- [675]. Meekosha, H.; Jakubowicz, A. Women suffering RSI: The hidden relations of gender, the labour process and medicine. *Journal of Occupational Health Safety (Australia-Nueva Zelanda)*, 2: 390-401. Octubre 1986.
- [676]. Kim, H.; Jeong, W.C. Gender difference in work-related musculoskeletal disease. *Korean Journal of Aerospace and Environmental Medicine*, 14 (4): 142-150. Diciembre 2004.
- [677]. Linton, S.J.; van Tulder, M.W. Preventive interventions for back and neck pain problems: What is the evidence? *Spine*, 26 (7): 778-787. Abril 2001.
- [678]. Aghilinejad, M.; Azar, N.S.; Ghasemi, M.S.; Dehghan, N.; Mokamelkhah, E.K. An ergonomic intervention to reduce musculoskeletal discomfort among semiconductor assembly workers. *Work*, 54 (2): 445-450. Julio 2016.
- [679]. Mehrparvar, A.H.; Heydari, M.; Mirmohammadi, S.J.; Mostaghaci, M.; Davari, M.H.; Taheri, M. Ergonomic intervention, workplace exercises and musculoskeletal complaints: A comparative study. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 28: 69. Julio 2014.
- [680]. Kawakami, T.; Kogi, K. Ergonomics support for local initiative in improving safety and health at work: International Labour Organization experiences in industrially developing countries. *Ergonomics*, 48 (5): 581-590. Abril 2005.
- [681]. Budnick, P.; Kogi, K.; O'Neill, D. Examples of Practical Ergonomics in Industrially Developing Countries. *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications (Ergon Des)*, 20: 5-11. Octubre 2012.
- [682]. Kogi, K. Advances in participatory occupational health aimed at good practices in small enterprises and the informal sector. *Industrial Health*, 44 (1): 31-34. Enero 2006.
- [683]. Mansour, M. Quantifying the intangible costs related to non-ergonomic work conditions and work injuries based on the stress level among employees. *Safety Science*, 82: 283-288. Febrero 2016.
- [684]. International Labour Organization (ILO). *Ergonomic Checkpoints in Agriculture: Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions*. ILO-IEA 2ª ed. Niu, S.; Kogi, K. (Eds). ISBN: 978-92-2-128184-9 (web pdf). Ginebra. Suiza. 2014.
- [685]. McAtamney, L.; Nigel Corlett, E. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24 (2): 91-99. Abril 1993.
- [686]. Kristensen, T.S.; Hogh, A.; Hannerz, H.; Borg, V. The Copenhagen Psychosocial Questionnaire: A tool for the assessment and improvement of the psychosocial work environment. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 31 (6): 438-449. Enero 2006.
- [687]. Dhara, P.C.; De, S.; Sengupta, P.; Maity, P.; Pal, A. An ergonomic approach for designing Indian traditional vegetable cutter. *Work*, 50 (2): 177-186. Enero 2015.
- [688]. Singh, S.P.; Gite, L.P.; Agarwal, N.; Majumder, J. Women friendly improved farm tools and equipment. Technical Report n° CIAE/2007/128. Central Institute of Agricultural Engineering. Bhopal. India. Enero 2007.
- [689]. Ramahi, A.A.; Fathallah, F.A. Ergonomic evaluation of manual weeding practice and development of an ergonomic solution. En: Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (HFES), 50 (13): 1.421-1.425. University of California. EEUU. Octubre 2006.
- [690]. Jafry, T.; O'Neill, D.H. The application of ergonomics in rural development: A review. *Applied Ergonomics*, 31 (3): 263-268. Junio 2000.
- [691]. Milosavljevic, S.; Carman, A.; Milburn, P.D.; Wilson, B.D.; Davidson, P.L. The influence of a back support harness on spinal forces during sheep shearing. *Ergonomics*, 47 (11): 1.208-1.225. Octubre 2004.
- [692]. Abdoli, E.M.; Agnew, M.J.; Stevenson, J.M. An on-body personal lift augmentation device (PLAD) reduces EMG amplitude of erector spinae during lifting tasks. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 21 (5): 456-465. Junio 2006.
- [693]. Gregory, D.E.; Milosavljevic, S.; Callaghan, J.P. Quantifying low back peak and cumulative loads in open and senior sheep shearers in New Zealand: Examining the effects of a trunk harness. *Ergonomics*, 49 (10): 968-981. Agosto 2006.
- [694]. Gómez-Galán, M.; Pérez-Alonso, J.; Callejón-Ferre, A.-J.; López-Martínez, J. Musculoskeletal disorders: OWAS review. *Industrial Health*, 55: 314-337. 2017.
- [695]. Yaglou, C.P.; Minard, D. Control of heat casualties at military training centers. *A.M.A. Archives of Industrial Health*, 16 (4): 302-316. Octubre 1957.
- [696]. Masterton, J.M.; Richardson, F.A. Humidex: A method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity. *Canada Atmospheric Environment Service*, vol. 79: 45 pp. 1979.

- [697]. Wilson, J.R.; Corlette, E.N. *Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology*. 2ª ed., Londres. Reino Unido. Ed. Taylor and Francis, 1.152 pp. ISBN: 978-0748400843. Octubre 1995.
- [698]. Hignett, S.; McAtamney, L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31: 201-205. 2000.
- [699]. Karhu, O.; Kansil, P.; Kuorinka, I. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8 (4): 199-201. Diciembre 1977.
- [700]. 3D SSPP software. Center for Ergonomics. University of Michigan. EEUU. Disponible en: <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>.
- [701]. Colombini, D. An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41 (9): 1.261-1.289. Septiembre 1998.
- [702]. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). *Work practices guide for manual lifting*. U.S. Department of Health and Human Services. DHHS (NIOSH) Technical Report Publication nº 81-122, 198 pp. Cincinnati. EEUU. Marzo 1981.
- [703]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Ed. 2003. Madrid. España. 2003.
- [704]. Kuorinka, I.; Jonsson, B.; Kilbom, A.; Vinterberg, H.; Biering-Sørensen, F.; Andersson, G.; Jørgensen, K. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18 (3): 233-237. Septiembre 1987.
- [705]. Norma UNE-EN 1005-5:2007. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Noviembre 2007.
- [706]. Guélaud, F.; Beauchesne, M.-N.; Gautrat, J.; Roustang, G. *Pour une analyse des conditions de travail ouvrier dans l'entreprise*. 4ª ed. Recherche du Laboratoire d'Économie et de Sociologie du Travail (C.N.R.S.). Librairie Armand Colin (Ed.). Aix-en-Provence. Francia. 1975.
- [707]. Renault. *Les profils de postes: méthode d'analyse des conditions de travail*. Services des conditions de travail de la Régie Nationale des Usines Renault. Collection Hommes et Savoirs. 98 pp. París. Francia. 1976.
- [708]. Piotet, F.; Mabile, J. *Conditions de travail, mode d'emploi*. Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail. (ANACT). Lyon. Francia. 1984.
- [709]. Fundación MAPFRE. *Manual de Ergonomía*. ISBN: 9788471009333. Ed. MAPFRE, 624 pp. Madrid. España. Enero 1995.
- [710]. FAGOR. *Método Perfil del Puesto*. Salud Laboral. Tafalla. España. 1987.
- [711]. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). Ergonomic Section. *Ergonomic Workplace Analysis (EWA)*. 32 pp. Helsinki. Finlandia. 1989.
- [712]. Instituto Biomecánico de Valencia (IBV). *Jornada: Evaluación de riesgos de lesión por movimientos repetitivos*. Ed. IBV, Unión de Mutuas, Comisiones Obreras del País Valencià. ISBN: 84-921210-1-7. 79 pp. Valencia. España. Mayo 1996.
- [713]. Abdollahzade, F.; Mohammadi, F.; Dianat, I.; Asghari, E.; Asghari-Jafarabadi, M.; Sokhanvar, Z. Working posture and its predictors in hospital operating room nurses. *Health Promotion Perspectives*, 6 (1): 17-22. Marzo 2016.
- [714]. Rempel, D.M.; Harrison, R.J.; Barnhart, S. Work-related cumulative trauma disorders of the upper extremity. *The Journal of the American Association (JAMA)*, 267: 838-842. Febrero 1992.
- [715]. Faucett, J.; Meyers, J.; Miles, J.; Janowitz, I.; Fathallah, F. Rest break interventions in stoop labor tasks. *Applied Ergonomics*, 38 (2): 219-226. Marzo 2007.
- [716]. Palmer, K.T. Musculoskeletal problems in the tomato growing industry: "Tomato trainer's shoulder?". *Occupational Medicine*, 46 (6): 428-431. Enero 1997.
- [717]. Rai, A.; Gandhi, S.; Sharma, D.K. Ergonomic evaluation of conventional and improved methods of *Aonla* pricking with women workers. *Work*, 41: 1.239-1.245. 2012.
- [718]. Milani, D.; Monteiro, M.S. Musculoskeletal symptoms and work ability among agricultural machinery operators. *Work*, 41: 5.721-5.724. 2012.
- [719]. Chapman, L.J.; Newenhouse, A.C.; Meyer, R.H.; Taveira, A.D.; Karsh, B.-T.; Ehlers, J.J.; Palermo, T. Evaluation of an intervention to reduce musculoskeletal hazards among fresh market vegetable growers. *Applied Ergonomics*, 35: 57-66. 2004.

- [720]. Fathallah, F.A.; Meyers, J.M.; Chapman, L.J.; Karsh, B.-T. Ergonomic industrial interventions: Agriculture. En: *The Occupational Ergonomics Handbook*, 2^a ed. Marras, W.S.; Karwowski, W (Eds.). 1.872 pp. ISBN: 9780849319396. Taylor and Francis CRC Press. Febrero 2006.
- [721]. Fathallah, F.A.; Miller, B.J.; Miles, J.A. Low back disorders in agriculture and the role of stooped work: Scope, potential interventions, and research needs. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 14 (2): 221-245. 2008.
- [722]. Marsili, A.; Ragni, L.; Santoro, G.; Servadio, P.; Vassalini, G. PM-Power and Machinery: Innovative systems to reduce vibrations on agricultural tractors: Comparative analysis of acceleration transmitted through the driving seat. *Biosystems Engineering*, 81 (1): 35-47. Enero 2002.
- [723]. Hansson, P.-A. PM-Power and Machinery: Working space requirement for an agricultural tractor axle suspension. *Biosystems Engineering*, 81 (1): 57-71. Enero 2002.
- [724]. Deprez, K.; Moshou, D.; Ramon, H. Comfort improvement of a nonlinear suspension using global optimization and in situ measurements. *Journal of Sound and Vibration*, 284 (3-5): 1.003-1.014. Junio 2005.
- [725]. Deprez, K.; Moshou, D.; Anthonis, J.; De Baerdemaeker, J.; Ramon, H. Improvement of vibrational comfort on agricultural vehicles by passive and semi-active cabin suspensions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 49 (3): 431-440. Diciembre 2005.
- [726]. Bouazara, M.; Richard, M.J.; Rakheja, S. Safety and comfort analysis of a 3-D vehicle model with optimal non-linear active seat suspension. *Journal of Terramechanics*, 43 (2): 97-118. Abril 2006.
- [727]. Langer, T.H.; Iversen, T.K.; Andersen, N.K.; Mouritsen, O.Ø.; Hansen, M.R. Reducing whole-body vibration exposure in backhoe loaders by education of operators. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42 (3): 304-311. Mayo 2012.
- [728]. Oha, K.; Animägi, L.; Pääsuke, M.; Coggon, D.; Merisalu, E. Individual and work-related risk factors for musculoskeletal pain: A cross-sectional study among Estonian computer users. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15: 181. Mayo 2014.
- [729]. Dutta, N.; Koeppe, G.A.; Stovitz, S.D.; Levine, J.A.; Pereira, M.A. Using sit-stand workstations to decrease sedentary time in office workers: A randomized crossover trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11 (7): 6.653-6.665. Julio 2014.
- [730]. Habibi, E.; Soury, S. The effect of three ergonomics interventions on body posture and musculoskeletal disorders among staff of Isfahan Province Gas Company. *Journal of Education and Health Promotion*, 4: 65. Agosto 2015.
- [731]. European Agency for Safety and Health at Work. Brun, E.; Milczarek, M. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. European Risk Observatory Report. Office for Official Publications of the European Communities. ISBN: 978-92-9191-140-0. Luxemburgo. 2007.
- [732]. Kompier, M.A. New systems of work organization and worker's health. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 32 (6): 421-430. Diciembre 2006.
- [733]. Codo, W. *Salud Mental y Trabajo*. Ed. Plaza y Valdés. 290 pp. ISBN: 978 970 722 551 0. México. Febrero 2007.
- [734]. Peiró Silla, J.M. El sistema de trabajo y sus implicaciones para la prevención de riesgos psicosociales en el trabajo. *Universitas Psychologica*, 3 (2): 179-186. 2004.
- [735]. Organización Internacional del Trabajo (OIT); Organización Mundial de la Salud (OMS). Factores psicosociales en el trabajo: naturaleza, incidencia y prevención. Informe n° 56. Serie Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra. Suiza. Septiembre 1984.
- [736]. Redondo, A.I. Psicopatología laboral: Burnout. Ponencia XII Congreso Nacional de Psicodiagnóstico. XIX Jornadas Nacionales de la Asociación Argentina de Estudio e Investigación en Psicodiagnóstico (A.D.E.I.P.). Demanda, Ética y Límite. Ciudad de La Plata. Argentina. Octubre 2008.
- [737]. Charria, O.; Víctor, H.; Sarsosa, P.; Kewy, V.; Felipe Arenas, O. Factores de riesgo psicosocial laboral: métodos e instrumentos de evaluación. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29 (4): 380-391. Universidad de Antioquía. Colombia. Octubre 2011.
- [738]. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). The changing organization of work and the safety and health of working people. Knowledge Gaps and Research Directions. Department of Health and Human Services (DHHS, NIOSH). Publication n° 2002-116. Abril 2002.
- [739]. European Agency for Safety and Health at Work. Priorities for occupational safety and health research in the EU-25. Working Environment Information. Working Paper. ISBN: 92-9191-168-2. Bélgica. 2005.

- [740]. NTP n° 556: Nivel de "salud" y calidad de la empresa: el modelo de auditoría EFQM actualizado. Bestratrén Belloví, M.; Benita Hortelano, M.R. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 2000.
- [741]. Health and Safety Executive (HSE). A critical review of psychosocial hazards measures. The Institute for Employment Studies for the Health and Safety Executive. Contract Research Report 356/2001. ISBN: 0 7176 2064 6. University of Sussex, Brighton. Reino Unido. 2001.
- [742]. Martínez Barroso, M.R. Reflexiones en torno al Acuerdo Marco Europeo sobre el estrés en el trabajo. *Aranzadi Social*, 5: 1.511-1.534. 2004.
- [743]. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Third European Survey on Working Conditions 2000. Merllié, D.; Paoli, P. Octubre 2001.
- [744]. Galinsky, E.; Bond, J.T.; Friedman, D.E. Highlights: The National Study of the Changing Workforce. The Changing Workforce. Comparison of Federal and Nonfederal Work/Family Programs and Approaches. United States General Accounting Office. Report to Congressional Committees. Washington. EEUU. Abril 1992.
- [745]. Houtman, I.L.D.; Kompier, M.A.J. Risk factors and occupational risk groups for work stress in the Netherlands. En: *Organizational Risk Factors for Job Stress*. Sauter, S.L.; Murphy, L.R. (Eds.). American Psychological Association, pp. 209-225. 1995.
- [746]. Stauder, A.; Nistor, K.; Zakor, T.; Szabó, A.; Nistor, A.; Ádám, S.; Thege, B.K. Quantifying multiple work-related psychosocial risk factors: Proposal for a composite indicator based on the CoPSoQ II. *International Journal of Behavioral Medicine*, 24: 915-926. 2017.
- [747]. Rugulies, R.; Aust, B.; Pejtersen, J.H. Do psychosocial work environment factors measured with scales from the Copenhagen Psychosocial Questionnaire predict register-based sickness absence of 3 weeks or more in Denmark? *Scandinavian Journal of Public Health*, 38 (3 Suppl.): 42-50. Febrero 2010.
- [748]. Dupret, E.; Bocéréan, C.; Teherani, M.; Feltrin, M.; Pejtersen, J.H. Psychosocial risk assessment: French validation of the Copenhagen Psychosocial Questionnaire (CoPSoQ). *Scandinavian Journal of Public Health*, 0: 1-9. Junio 2012.
- [749]. Nuebling, M.; Seidler, A.; Garthus-Niegel, S.; Latza, U.; Wagner, M.; Hegewald, J.; Liebers, F.; Jankowiak, S.; Zwiener, I.; Wild, P.S.; Letzel, S. The Gutenberg Health Study: Measuring psychosocial factors at work and predicting health and work-related outcomes with the ERI and the CoPSoQ questionnaire. *BMC Public Health*, 13: 538. Junio 2013.
- [750]. Ramesh, A.S.; Madhavi, C. Occupational stress among farming people. *The Journal of Agricultural Sciences*, 4 (3): 115-125. Septiembre 2009.
- [751]. Kohler, S.; Kamp, J. American workers under pressure. Technical Report. St. Paul Fire and Marine Insurance Company. 22 pp. Saint Paul. EEUU. 1992.
- [752]. Lahera Martín, M.; Góngora Yerro, J.J. Factores Psicosociales: identificación de situaciones de riesgo. Instituto Navarro de Salud Laboral. Gobierno de Navarra. Fondo de Publicaciones. 22 pp. ISBN-13: 978-8423527892. Febrero 2006.
- [753]. Amable, M.; Benach, J.; González, S. La precariedad laboral y su repercusión sobre la salud: conceptos y resultados preliminares de un estudio multimétodos. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 4 (4): 169-184. 2001.
- [754]. NTP n° 416: Actitudes frente al cambio en trabajadores de edad avanzada. Pérez Bilbao, J.; Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1996.
- [755]. Brun, J.-P.; Brion, C.; Ivers, H. Démarche stratégique de prévention des problèmes de santé mentale au travail. *Santé Psychologique. Études et Recherches*. Rapport R-514. ISBN: 978-2-89631-164-4. 77 pp. Agosto 2007.
- [756]. Siegrist, J. Psychosocial factors and stress. En: *Encyclopedia of Stress*: 288-292. Fink, G. (Ed.). ISBN: 9780123739476. Diciembre 2007.
- [757]. Cox, T.; Griffiths, A.; Randall, R. A risk management approach to the prevention of work stress. En: *The Handbook of Work and Health Psychology*: 191-206. Schabracq, M.J.; Winnubst, J.A.M.; Cooper, C.L. (Eds.). ISBN: 9780470013403. Septiembre 2002.
- [758]. Gil Monte, P.R. El síndrome de quemarse por el trabajo (Burnout): una perspectiva histórica. En: *Quemarse en el trabajo: 11 perspectivas del Burnout*: 37-72. ISBN: 84-95879-45-X. Ed. Egido. 2005.
- [759]. The European Framework for Psychosocial Risk Management: PRIMA-EF. Leka, S.; Cox, T. (Eds.). Institute of Work, Health and Organisations. PRIMA-EF Consortium. ISBN: 978-0-9554365-2-9. Nottingham. Reino Unido. 2008.

- [760]. World Health Organization (WHO). Commission on Social Determinants of Health. Closing the gap in a generation: Health equity through action on the social determinants of health. Final Report of the Commission on Social Determinants of Health. World Health Organization. Ginebra. Suiza. 2008.
- [761]. Leka, S.; Jain, A. International initiatives to tackle psychosocial risks and promote mental health in the workplace: Is there a good balance in policy and practice? En: *Psychosocial Factors at Work in the Asia Pacific*: 23-43. Shimazu, A.; Dollard, M.F.; Bin Nordin, R.; Oakman, J. (Eds.). ISBN: 978-3-319-44400-0. Septiembre 2016.
- [762]. Gil-Monte, P.R. Algunas razones para considerar los riesgos psicosociales en el trabajo y sus consecuencias en la salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 83 (2): 169-173. Marzo/Abril Madrid. España. 2009.
- [763]. Kirschenbaum, A.; Oigenblick, L.; Goldberg, A.I. Well being, work environment and work accidents. *Social Science and Medicine*, 50 (5): 631-639. Marzo 2000.
- [764]. NTP n° 926: Factores psicosociales: metodología de evaluación. Pérez Bilbao, J.; Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). 2012.
- [765]. Sentencia 374/2002 del Juzgado de lo Social n° 2 de Gerona, ratificada por el TSJ de Cataluña, N° Recurso: 8321/2002. Fecha de la Resolución: 10/02/2003. Magistrado Principal: Ruiz Ruiz, G.
- [766]. Hirigoyen, M.F. El acoso moral en el trabajo. Distinguir lo verdadero de lo falso. *Revista del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*: 154-157. Ed. Paidós. Barcelona. España. 2001.
- [767]. NTP n° 476: El hostigamiento psicológico en el trabajo: mobbing. Martín Daza, F.; Pérez Bilbao, J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1998.
- [768]. León-Pérez, J.M.; Notelaers, G.; Arenas, A.; Munduate, L.; Medina, F.J. Identifying victims of workplace bullying by integrating traditional estimation approaches into a latent class cluster model. *Journal of Interpersonal Violence*, 29 (7): 1.155-1.177. Mayo 2014.
- [769]. Giorgi, G.; León-Pérez, J.M.; Arenas, A. Are bullying behaviors tolerated in some cultures? Evidence for a curvilinear relationship between workplace bullying and job satisfaction among Italian workers. *Journal of Business Ethics*, 131 (1): 227-237. Septiembre 2015.
- [770]. Johnson, J.V.; Hall, E.M. Job strain, work place social support, and cardiovascular disease: A cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. *American Journal of Public Health*, 78 (10): 1.336-1.342. Octubre 1988.
- [771]. NTP n° 439: El apoyo social. Pérez Bilbao, J.; Martín Daza, F. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [772]. Cacivio, R. Hablemos de nuestro trabajo. Riesgos psicosociales en entornos de trabajo de extensionistas agropecuarios de la Argentina. *Laboreal*, 13 (1): 39-55. 2017.
- [773]. Ahola, K. Occupational Burnout and Health. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). Enero 2007.
- [774]. NTP n° 704: Síndrome de estar quemado por el trabajo o "Burnout" (I): definición y proceso de generación. Fidalgo Vera, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [775]. Ariëns, G.A.; van Mechelen, W.; Bongers, P.M.; Bouter, L.M.; van der Wal, G. Psychosocial risk factors for neck pain: A systematic review. *American Journal of Industrial Medicine*, 39 (2): 180-193. Febrero 2001.
- [776]. Bongers, P.M.; Kremer, A.M.; ter Laak, J. Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist?: A review of the epidemiological literature. *American Journal of Industrial Medicine*, 41 (5): 315-342. Mayo 2002.
- [777]. Andersen, J.H.; Kaergaard, A.; Frost, P.; Thomsen, J.F.; Bonde, J.P.; Fallentin, N.; Borg, V.; Mikkelsen, S. Physical, psychosocial, and individual risk factors for neck/shoulder pain with pressure tenderness in the muscles among workers performing monotonous, repetitive work. *Spine (Phila Pa 1976)*, 27 (6): 660-667. Marzo 2002.
- [778]. Carrasco, C.; Vega, P. Condiciones de trabajo en invernaderos. V Región. Unidad de Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (UCYMAT). Gobierno de Chile. Dirección de Trabajo. Chile. 2006.
- [779]. NTP n° 604: Riesgo psicosocial: el modelo demanda-control-apoyo social (II). Vega Martínez, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 2001.
- [780]. Voydanoff, P. Incorporating community into work and family research: A review of basic relationships. *Human Relations*, 54 (12): 1.609-1.637. Diciembre 2001.

- [781]. NTP n° 944: Intervención psicosocial en prevención de riesgos laborales: principios comunes (I). Vega Martínez, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España.
- [782]. De la Torre, M.; Solanes Puchol, A.; Serrano Rosa, M.A.; Zamora, I. Relaciones entre la tensión laboral y distintos factores psicosociales en trabajadores de tiendas de conveniencia. Romay Martínez, J.; García Mira, R. (Eds.). *Psicología social y problemas sociales*. ISBN: 84-9742-453-0. Psicología de las organizaciones, del trabajo y recursos humanos y de la salud, 4: 715-718. 2005.
- [783]. NTP n° 318: El estrés: proceso de generación en el ámbito laboral. Martín Daza, F. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [784]. NTP n° 443: Factores psicosociales: metodología de evaluación. Martín Daza, F.; Pérez Bilbao, J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [785]. NTP n° 450: Factores psicosociales: fases para su evaluación. Oncíns de Frutos, M.; Almodóvar Molina, A. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [786]. González Gutiérrez, J.L.; Moreno Jiménez, B.; Garrosa Hernández, E. Carga mental y fatiga laboral. Teoría y evaluación. Ed. Pirámide. ISBN: 978-84-368-1984-7. 232 pp. Madrid. España. Agosto 2005.
- [787]. Sebastián García, O.; del Hoyo Delgado, M.A. La carga mental de trabajo. Documentos Divulgativos. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. ISBN: 84-7425-605-4. Madrid. España. 2002.
- [788]. Abdin, E.; Subramaniam, M.; Chan, A.; Chen, J.-A.; Chong, C.L.; Wang, C.; Lee, M.; Gan, S.L. iWorkHealth: An instrument to identify workplace psychosocial risk factors for a multi-ethnic Asian working population. *PLOS ONE*, 14 (8): 1-14. Agosto 2019.
- [789]. NTP n° 534: Carga mental de trabajo: factores. De Arquer, M.I. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1999.
- [790]. Norma UNE-EN ISO 10075-1:2017 (Ratificada). Principios ergonómicos relativos con la carga mental. Parte 1: Conceptos generales, términos y definiciones (ISO 10075-1:2017). Ratificada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). España. Enero 2018.
- [791]. Andreassen, C.N.; Eriksen, J.G. The psychosocial work environment among physicians employed at Danish oncology departments in 2009. A nationwide cross-sectional study. *Acta Oncologica (Stockholm, Sweden)*, 52 (1): 138-146. Enero 2013.
- [792]. Yeh, Y.C.; Lin, B.Y.; Lin, W.H.; Wan, T.T. Job stress: Its relationship to hospital pharmacists' insomnia and work outcomes. *International Journal of Behavioral Medicine*, 17 (2): 143-153. Junio 2010.
- [793]. Freimann, T.; Merisalu, E. Work-related psychosocial risk factors and mental health problems amongst nurses at a university hospital in Estonia: A cross-sectional study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 43 (5): 447-452. Julio 2015.
- [794]. NTP n° 659: Carga mental de trabajo: diseño de tareas. De Arquer, M.I.; Nogareda, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [795]. NTP n° 350: Evaluación del estrés térmico. Índice de sudoración requerida. Luna Mendaza, P. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [796]. NTP n° 779: Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. Hernández Calleja, A. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). 2007.
- [797]. Swaen, G.M.; van Amelsvoort, L.P.; Bültmann, U.; Slangen, J.J.; Kant, I.J. Psychosocial work characteristics as risk factors for being injured in an occupational accident. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46 (6): 521-527. Junio 2004.
- [798]. Moncada Lluís, S.; Llorens Serrano, C.; Font Corominas, A.; Galtés Camps, A.; Navarro Giné, A. Exposición a riesgos psicosociales entre la población asalariada en España (2004-05): valores de referencia de las 21 dimensiones del cuestionario CoPSoQ ISTAS21. *Revista Española de Salud Pública*, 82 (6): 667-675. Noviembre/Diciembre 2008.
- [799]. Yung, M.; Manji, R.; Wells, R.P. Exploring the relationship of task performance and physical and cognitive fatigue during a daylong light precision task. *Human Factors*, 59 (7): 1.029-1.047. Noviembre 2017.
- [800]. García López, A.B.; Padilla Orta, M. Estudio de la prevención de riesgos laborales en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería. ISBN: 84-922846-5-X. 128 pp. Almería. España. Noviembre 2005.

- [801]. Karasek, R.A., Jr. Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24 (2): 285-308. Junio 1979.
- [802]. NTP n° 388: Ambigüedad y conflicto de rol. De Arquer, M.I.; Martín Daza, F.; Nogareda, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [803]. McLean, A.A. *Work Stress*. Addison-Wesley Series on Occupational Stress. ISBN-13: 978-0201045925. 156 pp. Addison Wesley Longman Publishing Co. (Ed.). Octubre 1979.
- [804]. Tascón López, R.; Fernández Fernández, R.; Agra Viforcós, B. La respuesta jurídico-laboral frente al acoso moral en el trabajo. Ed. Laborum. ISBN: 84-95863-44-8. 244 pp. 2004.
- [805]. Argyle, M. *Psicología Social del Trabajo*. ISBN-13: 9788423402199. 264 pp. Deusto. España. 1986.
- [806]. Rizzo, J.R.; House, R.J.; Lirtzman, S.I. Role conflict and ambiguity in complex organizations. *Administrative Science Quarterly*, 15 (2): 150-163. Junio 1970.
- [807]. Jackson, S.E.; Schuler, R.S. A meta-analysis and conceptual critique of research on role ambiguity and role conflict in work settings. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 36 (1): 16-78. Agosto 1985.
- [808]. Osca, A.; González-Camino, G.; Bardera, P.; Peiró, J.M. Estrés de rol y su influencia sobre el bienestar psíquico y físico en soldados profesionales. *Psicothema*, 15 (1): 54-57. 2003.
- [809]. Cifre Gallego, E.; Agut Nieto, S.; Salanova Soria, M. Demandas y características del trabajo como predictores de la salud mental en el trabajo en función del sexo. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 16 (3): 243-258. 2000.
- [810]. NTP n° 703: El método COPSOQ (ISTAS21, PSQCAT21) de evaluación de riesgos psicosociales. Moncada i Lluís, S.; Llorens Serrano, C.; Kristensen, T.S.; Vega Martínez, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [811]. Hoogendorn, W.E.; van Poppel, M.N.; Bongers, P.M.; Koes, B.W.; Bouter, L.M. Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25 (16): 2.114-2.125. Agosto 2000.
- [812]. NTP n° 603: Riesgo psicosocial: el modelo demanda-control-apoyo social (I). Vega Martínez, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 2001.
- [813]. Agra Viforcós, B. Responsabilidades familiares, maternidad y prevención de riesgos laborales. En: *La conciliación de la vida personal, laboral y familiar en Castilla y León*. Informe a Iniciativa Propia IIP 2/07. Consejo Económico y Social. Comunidad de Castilla y León. ISBN: 978-84-95308-35-5, pp.: 454-514. Valladolid. España. 2008.
- [814]. Yang, N.; Chen, C.C.; Choi, J.; Zou, Y. Sources of work-family conflict: A Sino-U.S. comparison of the effects of work and family demands. *The Academy of Management Journal*, 43 (1): 113-123. Febrero 2000.
- [815]. Agra Viforcós, B. Principales líneas programáticas y normativas diseñadas en la Comunidad Autónoma de Castilla y León para la tutela de las situaciones de monoparentalidad. *Revista de Investigación Económica y Social de Castilla y León*, 11: 135-213. Enero 2008.
- [816]. Kiss, P.; De Meester, M.; Braeckman, L. Differences between younger and older workers in the need for recovery after work. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 81 (3): 311-320. Febrero 2008.
- [817]. Verdonk, P.; Hoofman, W.E.; van Veldhoven, M.J.; Boelens, L.R.; Koppes, L.L. Work-related fatigue: The specific case of highly educated women in the Netherlands. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 83 (3): 309-321. Marzo 2010.
- [818]. Mohren, D.C.L.; Jansen, N.W.H.; Kant, I.J. Need for recovery from work in relation to age: A prospective cohort study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 83 (5): 553-561. Enero 2010.
- [819]. NTP n° 367: Envejecimiento y trabajo: la gestión de la edad. Pérez Bilbao, J.; Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [820]. Cuenca Álvarez, R. La información y la comunicación como actuación preventiva. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. ISBN: 84-7425-576-7. 2001.
- [821]. Rodgers, G.; Rodgers, J. Precarious jobs in labour market regulation: The growth of atypical employment in Western Europe. Rodgers, G.; Rodgers, J. (Eds.). 312 pp. ISBN-13: 978-9290144533. Diciembre 1989.

- [822]. McLaren, E.; Firkin, P.; Spoonley, P.; Dupuis, A.; de Bruin, A.; Inkson, K. At the margins: Contingency, precariousness and non-standard work. Research Report Series 2004/1. Labour Market Dynamic Research Programme Albany and Palmerston North. ISBN: 1-877355-02-X. Massey University. Auckland. Nueva Zelanda. 2004.
- [823]. Cavas Martínez, F. El Acuerdo Marco Europeo sobre acoso y violencia en el lugar de trabajo. *Aranzadi Social*, 5: 935-949. 2007.
- [824]. Bass, B.M. Stress and Leadership. En: *Decision making and leadership*. Cambridge University Press. Heller, F.A. (Ed.). 263 pp. ISBN-13: 978-0521403702. Julio 1992.
- [825]. Cooper, C.L.; Smith, M. Estilo de dirección. En: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, vol. II, cap. 34: Factores psicosociales y de organización. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Subdirección General de Publicaciones. ISBN: 84-7434-987-7. Madrid. España. 2001.
- [826]. Molnar, M.M.; Von Thiele Schwarz, U.; Hellgren, J.; Hasson, H.; Tafvelin, S. Leading the safety: A question of leadership focus. *Safety and Health at Work*, 10 (2): 180-187. Junio 2019.
- [827]. Hinkka, K.; Kuoppala, J.; Väänänen-Tomppo, I.; Lamminpää, A. Psychosocial work factors and sick leave, occupational accident, and disability pension: A cohort study of civil servants. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 55 (2): 191-197. Febrero 2013.
- [828]. Moncada Lluís, S.; Llorens Serrano, C. Aproximación a los riesgos psicosociales y a los métodos de evaluación e intervención preventiva. *Cuadernos de Derecho Judicial*, 12: 15-48. 2004.
- [829]. Friedman, S.D.; Greenhaus, J.H. Work and family, allies or enemies?: What happens when business professionals confront life choices. Oxford University Press. 288 pp. ISBN-13: 978-0195112757. Julio 2000.
- [830]. Coupaud, M. Determinants of health at work in the EU15: Elaboration of synthetic indicators of working conditions and their impacts on the physical and mental health of workers. *International Journal of Manpower*, 38 (1): 93-126. Abril 2017.
- [831]. Yanar, B.; Lay, M.; Smith, P.M. The interplay between supervisor safety support and occupational health and safety vulnerability on work injury. *Safety and Health at Work*, 10 (2): 172-179. Junio 2019.
- [832]. Oakman, J.; Macdonald, W.; Kinsman, N. Barriers to more effective prevention of work-related musculoskeletal and mental health disorders. *Applied Ergonomics*, 75: 184-192. Febrero 2019.
- [833]. NTP nº 438: Prevención del estrés: intervención sobre la organización. Martín Daza, F.; Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [834]. Isla, R.; Hernández-Fernaud, E.; Díaz-Cabrera, D. Factores organizacionales y psicosociales implicados en el acoso psicológico en el trabajo. *International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP)*. 2004.
- [835]. Robbins, S.P.; Judge, T.A. *Comportamiento Organizacional*. Ed. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 752 pp. ISBN: 978-607-442-098-2. México. 2009.
- [836]. Pozo Muñoz, C.; Alonso Morillejo, E.; Fuentes Comenero, A. Conductas de riesgo en el personal sanitario. La percepción del riesgo desde una aproximación psicosocial. *International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP)*. 2002.
- [837]. Morag, I.; Luriab, G. A group-level approach to analyzing participative ergonomics (PE) effectiveness: The relationship between PE dimensions and employee exposure to injuries. *Applied Ergonomics*, 68: 319-327. Enero 2018.
- [838]. Jódar, P. Condiciones de trabajo. En: *Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales*. Ruiz-Frutos, C.; García, A.M.; Delclós, J.; Benavides, F.G. Ed. Elsevier-Masson. 204 pp. ISBN: 844581712-4. 2006.
- [839]. Siegrist, J.; Marmot, M. Health inequalities and the psychosocial environment-two scientific challenges. *Social Science and Medicine* (1982), 58 (8): 1.463-1.473. Abril 2004.
- [840]. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Parent-Thirion, A.; Fernández Macías, E.; Hurley, J.; Vermeylen, G. *Fourth European Working Conditions Survey*. ISBN: 92-897-0974-X. Dublín. Irlanda. 2007.
- [841]. Imbernon, E.; Warret, G.; Roitg, G.; Chastang, J.F.; Goldberg, M. Effects on health and social well-being of on call-shifts. An epidemiologic in the French National Electricity and Gas Supply Company. *Journal of Occupational Medicine (Official Publication of the Industrial Medical Association)*, 35 (11): 1.131-1.137. Noviembre 1993.
- [842]. Jansen, N.; Kant, I.; van Amelsvoort, L.; Nijhuis, F.; van den Brandt, P. Need for recovery from work: Evaluating short-term effects of working hours, patterns and schedules. *Ergonomics*, 46 (7): 664-680. Junio 2003.

- [843]. NTP n° 720: El trabajo emocional: concepto y prevención. Gracia, E.; Martínez, I.M.; Salanova, M.; Equipo de Investigación WONT Prevención Psicosocial; Nogareda, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [844]. Leiter, M.P.; Meechan, K.A. Role structure and Burnout in the field of human services. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 22 (1): 47-52. 1986.
- [845]. Dwyer, T.; Raftery, A.E. Industrial accidents are produced by social relations of work: A sociological theory of industrial accidents. *Applied Ergonomics*, 22 (3): 167-178. Junio 1991.
- [846]. Moncada, S. Trabajo repetitivo y estrés. Conferencia I Foro ISTAS de Salud Laboral: lesiones músculo-esqueléticas. pp.: 33-44. Valencia. España. Noviembre 1999.
- [847]. Johansson, G. Job demands and stress reactions in repetitive and uneventful monotony at work. *International Journal of Health Services: Planning, Administration, Evaluation*, 19 (2): 365-377. 1989.
- [848]. Bongers, P.M.; de Winter, C.R.; Kompier, M.A.; Hildebrandt, V.H. Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 19 (5): 297-312. Octubre 1993.
- [849]. R.D.L. 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. n° 255, de 24 de octubre de 2015.
- [850]. NTP n° 916: El descanso en el trabajo (I): pausas. Nogareda Cuixart, C.; Bestratrén Belloví, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2011.
- [851]. Norma UNE-EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Junio 2005.
- [852]. NTP n° 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación. Chavarría Cosar, R. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [853]. López Ahumada, J.E. Los descansos comprendidos dentro de la jornada: su aplicación a las relaciones ordinarias de trabajo. *Relaciones Laborales: Revista Crítica de Teoría y Práctica*, 2: 707-746. 2004.
- [854]. Monereo Pérez, J.L.; Gorelli Hernández, J. Tiempo de trabajo y ciclos vitales. Estudio crítico del modelo normativo. Colección: Crítica del Derecho. Derecho vivo. Ed. Comares. 267 pp. ISBN: 9788498365603. Granada. España. 2009.
- [855]. Norma UNE-EN ISO 10075-2:2001. Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño (ISO 10075-2:1996). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Febrero 2001.
- [856]. Velázquez Fernández, M. Impacto laboral del estrés. Ed. Lettera Publicaciones, S.L. 205 pp. ISBN: 9788460987529. Bilbao. España. 2005.
- [857]. García-Herrero, S.; López-García, J.R.; Herrera, S.; Fontaneda, I.; Muñoz Bascónes, S.; Mariscal, M.A. The influence of recognition and social support on European health professionals' occupational stress: A demands-control-social support-recognition Bayesian Network Model. *BioMed Research International*, vol. 2017. Article ID 4673047. 14 pp. 2017.
- [858]. Benach, J.; Muntaner, C. Precarious employment and health: Developing a research agenda. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 61 (4): 276-277. Abril 2007.
- [859]. Robles-García, M.; Dierssen-Sotos, T.; Martínez-Ochoa, E.; Herrera-Carral, P.; Díaz-Mendi, A.R.; Llorca-Díaz, J. Variables relacionadas con la satisfacción laboral: un estudio transversal a partir del modelo EFQM. *Gaceta Sanitaria*, 19 (2): 127-134. Abril 2005.
- [860]. Gárate Castro, J. El rendimiento en la prestación de trabajo. Colección: Monografías. Ed. Civitas. 323 pp. ISBN: 9788473983075. Madrid. España. 1984.
- [861]. Festinger, L. Teoría de la disonancia cognoscitiva. Ed. Centro de Estudios Constitucionales. 348 pp. ISBN: 9788425904301. Enero 1975.
- [862]. Nakata, A.; Ikeda, T.; Takahashi, M.; Haratani, T.; Hojou, M.; Fujioka, Y.; Swanson, N.G.; Araki, S. Impact of psychosocial job stress on non-fatal occupational injuries in small and medium-sized manufacturing enterprises. *American Journal of Industrial Medicine*, 49 (8): 658-669. Agosto 2006.
- [863]. NTP n° 413: Carga de trabajo y embarazo. Nogareda Cuixart, S.; Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [864]. Parkes, K.R. Stress, work, and health: The role of individual differences. In: *Stress: Evolutionary, Biosocial and Clinical Perspectives*. Proceedings of the thirty-first Annual Symposium of the Galton Institute,

- London 1994. Bittles, A.H.; Parsons, P.A. (Ed.). pp.: 113-151. ISBN: 978-1-349-14165-4. The Galton Institute. Londres. Reino Unido. 1996.
- [865]. Confederación de Empresarios de Málaga (CEM). Guía de Prevención de Riesgos Psicosociales en el Trabajo. Ed. CEM. Málaga. España. Octubre 2013.
- [866]. Monk, T.H.; Folkard, S. Circadian rhythms and shiftwork. En: Stress and fatigue in human performance. Wiley Series on Studies in Human Performance. Hockey, R. (Ed.). 396 pp. ISBN: 9780471102656. 1983.
- [867]. NTP n° 455: Trabajo a turnos y nocturno: aspectos organizativos. Nogareda Cuixart, C.; Nogareda Cuixart, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [868]. NTP n° 260: Trabajo a turnos: efectos médico-patológicos. Úbeda Asensio, R. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [869]. NTP n° 444: Mejora del contenido del trabajo: rotación, ampliación y enriquecimiento de tareas. De Arquer, M.I.; Oncíns de Frutos, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [870]. European Agency for Safety and Health at Work. Psychosocial risks in Europe: Prevalence and strategies for prevention. A joint report from the European Foundation for the improvement of Living and Working Conditions and the European Agency for Safety and Health at Work. Eurofound and EU-OSHA. Publications Office of the European Union. Luxemburgo. 106 pp. ISBN: 978-92-897-12187. Octubre 2014.
- [871]. Levi, L. Factores psicosociales, estrés y salud. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, vol. II, cap. 34: Factores Psicosociales y de Organización. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Subdirección General de Publicaciones. ISBN: 84-8417-047-0. Madrid. España. 2001.
- [872]. Selye, H. The stress concept: Past, present and future. En: Stress Research: Issues for the Eighties. Cooper, C.L. (Ed.). Chichester. Reino Unido. 1983.
- [873]. García-Herrero, S.; Mariscal, M.A.; Gutiérrez, J.M.; Ritzel, D.O. Using Bayesian networks to analyze occupational stress caused by work demands: Preventing stress through social support. *Accident Analysis and Prevention*, 57: 114-123. Agosto 2013.
- [874]. Barbosa Ramírez, L.C.; Muñoz Ortega, M.L.; Rueda Villamizar, P.X.; Suárez Leiton, K.G. Síndrome de Burnout y estrategias de afrontamiento en docentes universitarios. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 2 (1): 21-30. Junio 2009.
- [875]. Tabanelli, M.C.; Depolo, M.; Cooke, R.; Sarchielli, G.; Bonfiglioli, R.; Mattioli, S.; Violante, F.S. Available instruments for measurement of psychosocial factors in the work environment. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82 (1): 1-12. Noviembre 2008.
- [876]. Karasek, R.; Brisson, C.; Kawakami, N.; Houtman, I.; Bongers, P.; Amick, B. The Job Content Questionnaire (JCQ): An instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3 (4): 322-355. Noviembre 1998.
- [877]. Siegrist, J.; Starke, D.; Chandola, T.; Godin, I.; Marmot, M.; Niedhammer, I.; Peter, R. The measurement of effort-reward imbalance at work: European comparisons. *Social Science and Medicine* (1982), 58 (8): 1.483-1.499. Abril 2004.
- [878]. Kouvonen, A.; Kivimäki, M.; Vahtera, J.; Oksanen, T.; Elovainio, M.; Cox, T.; Virtanen, M.; Pentti, J.; Cox, S.J.; Wilkinson, R.G. Psychometric evaluation of a short measure of social capital at work. *BMC Public Health*, 6: 251. Octubre 2006.
- [879]. Pejtersen, J.H.; Kristensen, T.S.; Borg, V.; Bjorner, J.B. The second version of the Copenhagen Psychosocial Questionnaire. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38 (3 Suppl.): 8-24. Febrero 2010.
- [880]. Houtman, I.; Jettinghoff, K.; Cedillo, L. Raising awareness of stress at work in developing countries. A modern hazard in a traditional working environment. Advice to employers and worker representatives. Protecting Workers' Health Series N° 6. World Health Organization (WHO). ISBN: 92 4 159165 X. 2007.
- [881]. Schulte, P.; Vainio, H. Well-being at work-overview and perspective. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 36 (5): 422-429. Septiembre 2010.
- [882]. López Gómez, C. Experiencias empresariales en la gestión de riesgos psicosociales. *Tribuna Social: Revista de Seguridad Social y Laboral*, n° 216: 34-38. 2008.
- [883]. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Prevention of work-related psychological disorders: The strategy. En: Proposed national strategies for the prevention of leading work-related diseases and injuries. Proposed National Strategy for the Prevention of Psychological Disorders. U.S. Department of Health and Human Services (DHHS), NIOSH Publication n° 89-137. 1988.

- [884]. NTP nº 349: Prevención del estrés: intervención sobre el individuo. Martín Daza, F. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [885]. NTP nº 212: Evaluación de la satisfacción laboral: métodos directos e indirectos. Cantera López, F.J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1988.
- [886]. NTP nº 445: Carga mental de trabajo: fatiga. De Arquer, M.I. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [887]. Karasek, R.; Theorell, T. *Healthy work: Stress, productivity and the reconstruction of working life*. Basic Books (Ed.). 398 pp. ISBN-13: 978-0465028979. Nueva York. EEUU. Abril 1992.
- [888]. Mauss, D.; Li, J.; Angerer, P. Psychometric properties of the Work Well Index: A short questionnaire for work-related stress. *Short Communication. Stress and Health*, 33: 80-85. 2017.
- [889]. NTP nº 355: Fisiología del estrés. Nogareda Cuixart, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [890]. Pulliam, C.B.; Gatchel, R.J.; Gardea, M.A. Psychosocial differences in high risk versus low risk acute low-back pain patients. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 11 (1): 43-52. Marzo 2001.
- [891]. Pincus, T.; Burton, A.K.; Vogel, S.; Field, A.P. A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 27 (5): E109-E120. Marzo 2002.
- [892]. Crook, J.; Milner, R.; Schultz, I.Z.; Stringer, B. Determinants of occupational disability following a low back injury: A critical review of the literature. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 12 (4): 277-295. Diciembre 2002.
- [893]. Theorell, T.; Hammarström, A.; Aronsson, G.; Träskman Bendz, L.; Grape, T.; Hogstedt, C.; Marteinsdottir, I.; Skoog, I.; Hall, C. A systematic review including meta-analysis of work environment and depressive symptoms. *BMC Public Health*, 15: 738. Agosto 2015.
- [894]. Northwestern National Life Insurance Company (U.S.). *Employee Burnout: America's newest epidemic*. 28 pp. Minneapolis. EEUU. 1991.
- [895]. National Council on Compensation Insurance. *Emotional stress in the workplace: New legal rights in the eighties*. 32 pp. Nueva York. EEUU. 1985.
- [896]. Backé, E.M.; Seidler, A.; Latza, U.; Rossnagel, K.; Schumann, B. The role of psychosocial stress at work for the development of cardiovascular diseases: A systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 85 (1). 67-79. Enero 2012.
- [897]. Lundberg, U. Work conditions and back pain problems. *Stress and Health*, 31 (1): 1-4. Enero 2015.
- [898]. Wippert, P.-M.; Puschmann, A.-K.; Gantz, S.; Pfeifer, A.-C.; de Witt Huberts, J.; Neubauer, E.; Riewe, E.; Schiltenswolf, M. Preventing low back pain: Diagnosis of psychosocial risk factors in athletes (MiSpEx Network). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 69: 267-273. Julio/Agosto 2018.
- [899]. Comisión Europea. *Guía sobre el estrés relacionado con el trabajo. ¿La "sal de la vida" o el "beso de la muerte"?* Dirección General de Empleo y Asuntos Sociales. Unidad D.6. 1999.
- [900]. NTP nº 394: Satisfacción laboral: escala general de satisfacción. Pérez Bilbao, J.; Fidalgo Vega, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1995.
- [901]. Solves Pujol, R.; Umemuro, H.; Murata, K.; Yano, K.; Ara, K. Mental health assessment based on personality of individual and associated workers in workplace. *International Conference on Business, Engineering and Industrial Applications (ICBEIA)*. pp.: 16-19. ISBN: 978-1-4577-1280-7. 2011.
- [902]. Barling, J.; Kelloway, K.; Iverson, R.D. High-quality work, job satisfaction, and occupational injuries. *Journal of Applied Psychology*, 88 (2): 276-283. Mayo 2003.
- [903]. Muñoz Adánez, A. La importancia del contenido con la tarea para el buen funcionamiento de las empresas. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 9 (24): 7-16. 1993.
- [904]. Locke, E.A. The nature and causes of job satisfaction. En: *The Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, 31. Enero 1976.
- [905]. Unda, S.; Uribe, F.; Jurado, S.; García, M.; Tovalín, H.; Juárez, A. Elaboración de una escala para valorar los factores de riesgo psicosocial en el trabajo de profesores universitarios. *Journal of Work and Occupational Psychology*, 32: 67-74. Junio 2016.
- [906]. Theorell, T. Working conditions and health. En: *Social Epidemiology*. Berkman, L.F.; Kawachi, I. (Eds.). Oxford University Press, Inc. pp.: 95-117. ISBN: 978-0-19-508331-6. Nueva York. EEUU. 2000.

- [907]. Bailey, T.S.; Dollard, M.F. National benchmarking and standards for psychosocial factors. En: *Psychosocial Factors at Work in the Asia Pacific*. Dollard, M.F.; Shimazu, A.; Nordin, R.B.; Brough, P.; Tuckey, M.R. (Eds.). pp.: 377-386. ISBN: 978-94-017-8975-2. Mayo 2014.
- [908]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Nogareda Cuixart, C. (Coordinación). *Psicosociología del trabajo*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 252 pp. ISBN: 84-7425-716-6. Madrid. España. 2006.
- [909]. Belkic, K.L.; Landsbergis, P.A.; Schnall, P.L.; Baker, D. Is job strain a major source of cardiovascular disease risk? *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 30 (2): 85-128. Abril 2004.
- [910]. García, A.M.; Gadea, R. Estimación de la mortalidad y morbilidad por enfermedades laborales en España. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 7 (1): 3-8. 2004.
- [911]. Gangopadhyay, S.; Das, B.; Das, T.; Ghoshal, G. An ergonomic study on posture-related discomfort among preadolescent agricultural workers of West Bengal, India. *International Journal of Occupational Safety Ergonomics: JOSE*, 11 (3): 315-322. 2005.
- [912]. Marmot, M.G.; Bosma, H.; Hemingway, H.; Brunner, E.; Stansfeld, S. Contribution of job control and other risk factors to social variations in coronary heart disease incidence. *Lancet*, 350 (9073): 235-239. Julio 1997.
- [913]. Côté, P.; van der Velde, G.; Cassidy, J.D.; Carroll, L.J.; Hogg-Johnson, S.; Holm, L.W.; Carragee, E.J.; Haldeman, S.; Nordin, M.; Hurwitz, E.L.; Guzmán, J.; Peloso, P.M. Bone and Joint Decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. The burden and determinants of neck pain in workers: Results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *Spine (Phila PA 1976)*, 33 (4 Suppl.): S60-S74. Febrero 2008.
- [914]. Hanvold, T.N.; Kines, P.; Nykänen, M.; Thomée, S.; Holte, K.A.; Vuori, J.; Waersted, M.; Veiersted, K.J. Occupational safety and health among young workers in the nordic countries: A systematic literature review. *Safety and Health at Work*, 10 (1): 3-20. Marzo 2019.
- [915]. NTP n° 179: La carga mental del trabajo: definición y evaluación. Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [916]. NTP n° 275: Carga mental en el trabajo hospitalario: guía para su valoración. Nogareda Cuixart, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [917]. Afsa, C.; Biscourp, P. L'évolution des rythmes de travail entre 1995 et 2001: quel impact des 35 heures? *Économie et Statistique* 376 (1): 173-198. Enero 2004.
- [918]. Alonso Castaño, L. Seguridad e higiene laboral en la hostelería y restauración. Ed. Mundi-Prensa Libros, S.A. 420 pp. ISBN-13: 9788471145383. Octubre 1995.
- [919]. Maier, N.R.F. *Psicología Industrial*. Ed. Rialp. 634 pp. ISBN-13: 9788432110658. Madrid. España. 1975.
- [920]. NTP n° 705: Síndrome de estar quemado por el trabajo o "Burnout" (II): consecuencias, evaluación y prevención. Fidalgo Vega, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [921]. Freudenberg, H.J. Staff Burn-Out. *Journal of Social Issues. A Journal of the Society for the Psychological Study of Social Issues*, 30 (1): 159-165. Abril 2010.
- [922]. Pines, A.; Aronson, E. *Career Burnout: Causes and cures*. The Free Press (Ed.). 257 pp. ISBN-13: 978-0029253533. Agosto 1989.
- [923]. Maslach, C.; Schaufeli, W.B.; Leiter, M.P. Job Burnout. *Annual Review of Psychology*, 52: 397-422. 2001.
- [924]. Brill, P.L. The need of an operational definition of Burnout. *Family and Community Health: The Journal of Health Promotion and Maintenance*, 6 (4): 12-24. 1984.
- [925]. Lee, R.T.; Ashforth, B.E. A meta-analytic examination of the correlates of the three dimensions of job burnout. *Journal of Applied Psychology*, 81 (2): 123-133. Mayo 1996.
- [926]. NTP n° 732: Síndrome de estar quemado por el trabajo "Burnout" (III): instrumento de medición. Bresó Esteve, E.; Salanova, M.; Schaufeli, W.; Equipo de Investigación WoNT Prevención Psicosocial; Nogareda, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [927]. European Agency for Safety and Health at Work. OSH in figures: Stress at work-Facts and figures. European Risk Observatory Report. Office for Official Publications of the European Communities. 143 pp. ISBN: 978-92-9191-224-7. European Communities. Luxemburgo. 2009.

- [928]. Leka, S.; Kortum, E. A European framework to address psychosocial hazards. *Journal of Occupational Health*, 50 (3): 294-296. Abril 2008.
- [929]. Ertel, M.; Stilianow, U.; Iavicoli, S.; Natali, E.; Jain, A.; Leka, S. European Social Dialogue on psychosocial risks at work: Benefits and challenges. *European Journal of Industrial Relations*, 16 (2): 169-183. Junio 2010.
- [930]. Iavicoli, S.; Natali, E.; Deitingner, P.; Maria Rondinone, B.; Ertel, M.; Jain, A.; Leka, S. Occupational health and safety policy and psychosocial risks in Europe: The role of stakeholders' perceptions. *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*, 101 (1): 87-94. Junio 2011.
- [931]. Taris, T.W.; van der Wal, I.; Kompier, M.A.J. Large-scale job stress interventions: The Dutch experience. En: Houdmont, J.; Leka, S. (Eds.). *Contemporary occupational health psychology: Global perspectives in research and practice*, vol. I: 77-97. Wiley-Blackwell. 2010.
- [932]. Levi, L. Working life and mental health-A challenge to psychiatry? *World Psychiatry. Official Journal of the World Psychiatric Association (WPA)*, 4 (1): 53-57. Febrero 2005.
- [933]. Leka, S.; Jain, A.; Zwetsloot, G.; Cox, T. Policy-level interventions and work-related psychosocial risk management in the European Union. *Work and Stress*, 24 (3): 298-307. Septiembre 2010.
- [934]. The European Social Partners. Implementation of the European Framework Agreement on Telework. Adopted by the Social Dialogue Committee on 28 June 2006. 36 pp. Septiembre 2006.
- [935]. European Commission. Report on the implementation of the European social partners' Framework Agreement on Work-related Stress. 97 pp. Bruselas. Bélgica. Febrero 2011.
- [936]. The European Social Partners. European Social Dialogue. Framework Agreement on Harassment and Violence at Work. 4 pp. Abril 2007.
- [937]. Leka, S.; Jain, A.; Cox, T.; Kortum, E. The development of the European framework for psychosocial risk management: PRIMA-EF. *Journal of Occupational Health*, 53 (2): 137-143. Febrero 2011.
- [938]. Lippel, K.; Quinlan, M. Regulation of psychosocial risk factors at work: An international overview. *Safety Science*, 49 (4): 543-546. Abril 2011.
- [939]. NTP n° 945: Intervención psicosocial en prevención de riesgos laborales: principios comunes (II). Vega Martínez, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España.
- [940]. Soler Sánchez, M.I. La evaluación de los factores de riesgo psicosocial del trabajo en el sector hortofrutícola: el cuestionario FAPSIHOS. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Departamento de Psiquiatría y Psicología Social. Murcia. España. 2008.
- [941]. Cox, T. Stress research and stress management: Putting theory to work. Health and Safety Executive (HSE). HSE Contract Research Report n° 61/1993. Centre for Organizational Health and Development, Department of Psychology, University of Nottingham NG7 2RD. 120 pp. ISBN: 0-7176-0684-8. Nottingham. Reino Unido. 1993.
- [942]. Kyzlinková, R.; Dokulilová, L.; Kroupa, A. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound). Teamwork and high performance work organisation. Eurofound. Dublín. Irlanda. Febrero 2007.
- [943]. Comisión de las Comunidades Europeas. Comunicación de la Comisión. Cómo adaptarse a los cambios en la sociedad y en el mundo del trabajo: una nueva estrategia comunitaria de salud y seguridad (2002-2006). COM(2002) 118 final. 19 pp. Bruselas. Bélgica. Marzo 2002.
- [944]. NTP n° 810: Transparencia y condiciones de trabajo (I). Bestatén Belloví, M.; Vyhmeister Bastidas, R. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2008.
- [945]. Quick, J.C.; Murphy, L.R.; Hurrell Jr., J.J. Stress and well-being at work: Assessments and interventions for occupational mental health. American Psychological Association. 372 pp. ISBN: 9781557981752. Enero 1992.
- [946]. Bulduk, S.; Bulduk, E.Ö.; Güler, A. Job satisfaction among aircraft baggage handlers and their exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A case study. *Work (Reading Mass.)*, 56 (2): 301-308. 2017.
- [947]. NTP n° 860: Intervención psicosocial: Guía del INRS para agentes de prevención. Vega Martínez, S. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2010.
- [948]. Rodríguez Molina, I.; González Morales, M.G.; Carbonell, S. El modelo AMIGO y la metodología PREVENLAB-PSICOSOCIAL. Aportaciones y retos en la prevención de los riesgos psicosociales. *Revista Seguridad y Salud en el Trabajo (Sección Técnica)*, 42: 18-25. Abril 2007.
- [949]. Siegrist, J. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *Journal of Occupational Health Psychology*, 1 (1): 27-41. Enero 1996.

- [950]. Ove Hansson, S. *Setting the limit: Occupational health standards and the limits of science*. Oxford University Press (Ed.). 176 pp. ISBN-13: 978-0195121605. Mayo 1998.
- [951]. Benavides, F.G.; Benach, J.; Mira, M.; Serra, C.; Castejón, J. La evaluación de riesgos laborales en la planificación de la prevención: una perspectiva epidemiológica. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 4 (1): 24-31. Enero 2001.
- [952]. Kristensen, T.S. Job stress and cardiovascular disease: A theoretic critical review. *Journal of Occupational Health Psychology*, 1 (3): 246-260. Julio 1996.
- [953]. American Conference of Governmental Industrial Hygienists/Asociación Española de Higienistas Industriales. TLVs valores límite para sustancias químicas y agentes físicos y BEIs. Índices biológicos de exposición, 1999. Ed. Generalitat Valenciana. 236 pp. ISBN: 978-84-482-2094-5. Valencia. España. Abril 1999.
- [954]. Forsman, A.K.; Nordmyr, J.; Wahlbeck, K. Psychosocial interventions for the promotion of mental health and the prevention of depression among older adults. *Health Promotion International*, 26 (Suppl.1): 85-107. Diciembre 2011.
- [955]. World Health Organization (WHO). *Prevention of mental disorders. Effective interventions and policy options. A report of the WHO*. Department of Mental Health and Substance Abuse. Prevention Research Centre of the Universities of Nijmegen and Maastricht. Ginebra. Suiza. 68 pp. ISBN: 92 4 159215 X. 2004.
- [956]. Giorgi, G.; León-Pérez, J.M.; Cupelli, V.; Mucci, N.; Arcangeli, G. Do I just look stressed or am I stressed? Work-related stress in a sample of Italian employees. *Industrial Health. National Institute of Occupational Safety and Health*, 52 (1): 43-53. Enero 2014.
- [957]. Benavides, F.G.; Castejón Vilella, E.; Mira Muñoz, M.; Benach de Rovira, J.; Moncada Lluís, S. *Glosario de prevención de riesgos laborales*. Ed. Masson. 90 pp. ISBN: 84-458-0745-5. Enero 1998.
- [958]. *Preventing stress, improving productivity: European case studies in the workplace*. Kompier, M.; Cooper, C. (Eds.). 345 pp. ISBN: 0-203-75529-4. Nueva York. EEUU. Marzo 1999.
- [959]. Harvey, E.J.; Waterson, P.; Dainty, A.R.J. Beyond ConCA: Rethinking causality and construction accidents. *Applied Ergonomics*, 73: 108-121. Noviembre 2018.
- [960]. Labrador Encinas, F.J. *El estrés: nuevas técnicas para su control*. Ed. Temas de Hoy. Biblioteca de la Salud. 238 pp. ISBN: 84-7880-557-5. Septiembre 1995.
- [961]. Zhang, X.; Zhang, S. The effects of work-family enrichment on knowledge workers' job burnout and mental health. *International Conference on Management Science and Industrial Engineering (MSIE)*. Enero 2011.
- [962]. Landsbergis, P. ¿Qué se debe hacer para prevenir los riesgos psicosociales en el trabajo? *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 11 (1): 36-44. 2008.
- [963]. Wippert, P.M.; Wiebking, C. Adaptation to physical activity and mental stress in the context of pain: Psychobiological aspects. *Schmerz (Berlin, Germany)*, 30 (5): 429-436. Octubre 2016.
- [964]. Cook, D.B.; Stegner, A.J.; Ellingson, L.D. Exercise alters pain sensitivity in Gulf War veterans with chronic musculoskeletal pain. *The Journal of Pain (Official Journal of the American Pain Society)*, 11 (8): 764-772. Agosto 2010.
- [965]. Koltyn, K.F.; Brellenthin, A.G.; Cook, D.B.; Sehgal, N.; Hillard, C. Mechanisms of exercise-induced hypoalgesia. *The Journal of Pain (Official Journal of the American Pain Society)*, 15 (12): 1.294-1.304. Diciembre 2014.
- [966]. Peiró Silla, J.M.; Salvador Fernández-Montejo, A. *Control del estrés laboral*. Ed. Eudema Universidad. 96 pp. ISBN: 9788477541394. Madrid. España. Marzo 1993.
- [967]. Norma UNE-EN ISO 6385:2016 (Ratificada). *Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo (ISO 6385:2016)*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Noviembre 2016.
- [968]. NTP nº 780: El programa de ayuda al empleado (EAP): intervención individual en la prevención de riesgos psicosociales. Solé, M.D.; Balduque Alonso, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2007.
- [969]. NTP nº 915: Embarazo, lactancia y trabajo: vigilancia de la salud. Solé Gómez, M.D. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2011.
- [970]. Greenhaus, J.; Powell, G.N. When work and family are allies: A theory of work-family enrichment. *The Academy of Management Review*, 31 (1): 72-92. Enero 2006.
- [971]. Muntaner, C.; O'Campo, P.J. A critical appraisal of the demand/control model of the psychosocial work environment: Epistemological, social, behavioral and class considerations. *Social Science and Medicine* (1982), 36 (11): 1.509-1.517. Junio 1993.

- [972]. Peiró, J.M.; Munduate, L. Work and organisational psychology in Spain. *Applied Psychology: An International Review*, 43 (2): 231-274. Enero 2008.
- [973]. House, J.S. Work stress and social support. Vol. 4 Addison-Wesley Series on Occupational Stress. Addison-Wesley Longman, Inc. (Ed.). 156 pp. ISBN: 9780201031010. 1981.
- [974]. De Quijano de Arana, S.D.; Navarro Cid, J. El ASH (Auditoría del Sistema Humano), los modelos de calidad y la evaluación organizativa. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 52 (2,3): 301-328. Enero 1999.
- [975]. Pérez Zambrana, G.; Guàrdia Olmos, J.; Peró Cebollero, M.; Barrios Cerrejón, M.; Gallego Fernández, Y.; Romero Mirón, A. Batería de Evaluación de Riesgos Psicosociales en la Mediana y Pequeña Empresa. (Cyclops-UB). International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP). 2006.
- [976]. Melià Navarro, J.L. La Batería de Factores Psicosociales de la Universidad de Valencia: la evaluación multidimensional comprensiva de los riesgos psicosociales. III Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales. Santiago de Compostela. España. Junio 2004.
- [977]. Beck, A.T.; Steer, R.A.; Brown, G.K. Beck Depression Inventory-II (BDI-II). The Psychological Corporation (Ed.). 38 pp. San Antonio. EEUU. 1996.
- [978]. Radloff, L.S. The CES-D Scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied Psychological Measurement*, 1 (3): 385-401. Junio 1977.
- [979]. Kristensen, T.S.; Borritz, M.; Villadsen, E.; Christensen, K.B. The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout. *Work and Stress*, 19 (3): 192-207. Julio 2005.
- [980]. Nübling, M.; Burr, H.; Moncada, S.; Kristensen, T.S. COPSOQ International Network: Co-operation for research and assessment of psychosocial factors at work. *Public Health Forum*, 22 (1): 18.e1-18.e3. Marzo 2014.
- [981]. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Centro de Referencia de Organización del Trabajo y Salud. Manual del método CoPsoQ-istas21 (versión 1.5) para la evaluación y prevención de los riesgos psicosociales para empresas con 25 ó más trabajadores y trabajadoras. 1ª ed. 217 pp. Barcelona. España. Julio 2010.
- [982]. Burr, H.; Albertsen, K.; Rugulies, R.; Hannerz, H. Do dimensions from the Copenhagen Psychosocial Questionnaire predict vitality and mental health over and above the job strain and effort-reward imbalance models? *Scandinavian Journal of Public Health*, 38 (3 Suppl.): 59-68. Febrero 2010.
- [983]. Clausen, T.; Andersen, L.L.; Holtermann, A.; Jorgensen, A.F.; Aust, B.; Rugulies, R. Do self-reported psychosocial working conditions predict low back pain after adjustment for both physical work load and depressive symptoms? A prospective study among female eldercare workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 70 (8): 538-544. Agosto 2013.
- [984]. Rugulies, R.; Christensen, K.B.; Borritz, M.; Villadsen, E.; Bültmann, U.; Kristensen, T.S. The contribution of the psychosocial work environment to sickness absence in human service workers: Results of a 3-year follow-up study. *Work and Stress*, 21 (4): 293-311. Octubre 2007.
- [985]. Pejtersen, J.H.; Kristensen, T.S. The development of the psychosocial work environment in Denmark from 1997 to 2005. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 35 (4): 284-293. Junio 2009.
- [986]. Utzet, M.; Moncada, S.; Molinero, E.; Llorens, C.; Moreno, N.; Navarro, A. The changing patterns of psychosocial exposures at work in the South of Europe: Spain as a labor market laboratory. *American Journal of Industrial Medicine*, 57 (9): 1.032-1.042. Septiembre 2014.
- [987]. Moncada, S.; Llorens, C.; Andrés, R.; Moreno, N.; Molinero, E. Manual del método CoPsoQ-istas21 (Versión 2) para la evaluación y prevención de los riesgos psicosociales en empresas con 25 ó más trabajadores y trabajadoras. Versión Media. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)-CCOO. Barcelona. España. Julio 2014.
- [988]. Moncada Lluís, S.; Llorens Serrano, C.; Navarro, A.; Kristensen, T.S. ISTAS21: versión en lengua castellana del Cuestionario Psicosocial de Copenhague (COPSOQ). *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 8 (1): 18-29. Enero 2005.
- [989]. Siegrist, J.; Wege, N.; Pühlhofer, F.; Wahrendorf, M. A short generic measure of work stress in the era of globalization: Effort-reward imbalance. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82 (8): 1.005-1.013. Agosto 2009.
- [990]. Moncada, S.; Pejtersen, J.H.; Navarro, A.; Llorens, C.; Burr, H.; Hasle, P.; Bjorner, J.B. Psychosocial work environment and its association with socioeconomic status. A comparison of Spain and Denmark. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38 (3 Suppl.): 137-148. 2010.
- [991]. Kristensen, T.S. A questionnaire is more than a questionnaire. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38 (3 Suppl.): 149-155. 2010.

- [992]. Lahera Martín, M.; Góngora Yerro, J.J. Factores psicosociales. Identificación de situaciones de riesgo. Instituto Navarro de Salud Laboral (INSL). Gobierno de Navarra. 20 pp. ISBN: 84-235-2210-5. Navarra. España. 2002.
- [993]. NTP n° 840: El método del INSL para la identificación y evaluación de factores psicosociales. Lahera, M.; Nogareda, C. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2009.
- [994]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). AIP.29.1.18 - F-PSICO. Factores Psicosociales. Método de evaluación. Versión 4.0. - Año 2018. Ministerio de Trabajo y Economía Social. Gobierno de España. Web: <https://www.insst.es/-/aip-29-1-18-f-psico-factores-psicosociales-metodo-de-evaluacion-version-4-0-ano-2018>. España. 2018.
- [995]. Meliá, J.L.; Peiró, J.M. Cuestionario de Satisfacción Laboral S4/82. Universitat de València. Web: https://www.uv.es/~meliajl/Research/Cuest_Satisf/S04_82.PDF. Valencia. España. 1998.
- [996]. Schultz, I.Z.; Crook, J.; Berkowitz, J.; Milner, R.; Meloche, G.R. Predicting return to work after low back injury using the Psychosocial Risk for Occupational Disability Instrument: A validation study. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 15 (3): 365-376. Septiembre 2005.
- [997]. Siegrist, J. Effort-reward imbalance at work and cardiovascular diseases. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 23 (3): 279-285. 2010.
- [998]. Burton, J. WHO healthy workplace framework and model: Background and supporting literature and practices. World Health Organization (WHO). 142 pp. ISBN: 978 92 4 150024 1. 2010.
- [999]. NTP n° 496: Nivel de "salud" y calidad de la empresa: autoevaluación simplificada según el modelo EFQM (I). Salido Tercero, M.J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1998.
- [1000]. NTP n° 497: Nivel de "salud" y calidad de la empresa: autoevaluación simplificada según el modelo EFQM (II). Salido Tercero, M.J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1998.
- [1001]. Russo, M.; Lucifora, C.; Pucciarelli, F.; Piccoli, B. Work hazards and workers' mental health: An investigation based on the fifth European Working Conditions Survey. *La Medicina del Lavoro*, 110 (2): 115-129. Abril 2019.
- [1002]. Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y Trabajo. Presiones de tiempo y autonomía en el trabajo en la Unión Europea. 8 pp. ISBN: 9789282818480. Dublín. Irlanda. 1997.
- [1003]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). IV Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 264 pp. 2001.
- [1004]. Chungkham, H.S.; Ingre, M.; Karasek, R.; Westerlund, H.; Theorell, T. Factor structure and longitudinal measurement invariance of the demand control support model: An evidence from the Swedish Longitudinal Occupational Survey of Health (SLOSH). *PLOS ONE*, 8 (8): e70541. Agosto 2013.
- [1005]. Hackman, J.R.; Oldham, G.R. The Job Diagnostic Survey: An instrument for the diagnosis of jobs and the evaluation of job redesign projects. Report TR-4. Yale University. Department of Administrative Sciences. 87 pp. New Haven. EEUU. Mayo 1974.
- [1006]. Vagg, P.R.; Spielberger, C.D. The Job Stress Survey: Assessing perceived severity and frequency of occurrence of generic sources of stress in the workplace. *Journal of Occupational Health Psychology*, 4 (3): 288-292. Julio 1999.
- [1007]. NTP n° 854: Acoso psicológico en el trabajo: definición. Fidalgo Vega, M.; Gallego Fernández, Y.; Ferrer Puig, R.; Nogareda Cuixart, C.; Pérez Zambrana, G.; García Maciá, R. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). España. 2009.
- [1008]. Houdmont, J.; Randall, R.; Kerr, R.; Addley, K. Psychosocial risk assessment in organizations: Concurrent validity of the brief version of the Management Standards Indicator Tool. *Work and Stress*, 27 (4): 403-412. 2013.
- [1009]. Maslach, C.; Jackson, S.E. The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behavior*, 2: 99-113. 1981.
- [1010]. Maslach, C.; Jackson, S.E.; Leiter, M. The Maslach Burnout Inventory Manual. En: *Evaluating stress: A book of resources*: 191-218. The Scarecrow Press. Zalaquett, C.P.; Wood, R.J. (Eds.). Enero 1997.
- [1011]. Maslach, C.; Jackson, S.E.; Leiter, M.; YA Pamphlet Collection (Library of Congress). The Maslach Burnout Inventory-Test Manual. Enero 1996.
- [1012]. Salanova, M.; Schaufeli, W.B.; Llorens, S.; Peiró, J.M.; Grau, R. Desde el "Burnout" al "engagement": ¿una nueva perspectiva? *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 16 (2): 117-134. 2000.

- [1013]. Ruiz García, E.; Idoate García, V.M. MPF (Mini Psychosocial Factors). Cuestionario de factores psicosociales. Ed. Idoate García, V.M. ISBN: 978-84-609-5438-5. Pamplona. España. Octubre 2005.
- [1014]. Quintanilla Pardo, I.; Bonavia Martín, T. Dirección participativa. Ed. Eudema. 96 pp. ISBN: 978-8477541608. Madrid. España. Octubre 1993.
- [1015]. González, L.; Antón, C. Dimensiones del compromiso organizacional. En: González, L.; De la Torre, A.; De Elena, J. Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, Gestión de Recursos Humanos y Nuevas Tecnologías: 89-103. Ed. Eudema. ISBN: 84-7757-210-4. Salamanca. España. 1995.
- [1016]. Belkić, K. The Occupational Stress Index: An approach derived from cognitive ergonomics and brain research for clinical practice. Cambridge International Science Publishing, Ltd. (Ed.). 210 pp. ISBN: 978-1898326021. Enero 2003.
- [1017]. Cooper, C.L.; Williams, S.; Sloan, S.J. Occupational Stress Indicator Manual: Management Guide. ASE NFER-Nelson (Ed.). 66 pp. Reino Unido. 1988.
- [1018]. Warr, P.; Cook, J.; Wall, T. Scales for the measurement of some work attitudes and aspects of psychological well-being. *Journal of Occupational Psychology*, 52 (2): 129-148. 1979.
- [1019]. Hills, P.; Argyle, M. The Oxford Happiness Questionnaire: A compact scale for the measurement for psychological well-being. *Personality and Individual Differences*, 33: 1.073-1.082. 2002.
- [1020]. Kroenke, K.; Strine, T.W.; Spitzer, L.R.; Williams, J.B.W.; Berry, J.T.; Mokdad, A.H. The PHQ-8 as a measure of current depression in the general population. *Journal of Affective Disorders*, 114 (1-3): 163-173. Abril 2009.
- [1021]. NTP n° 421: "Test de Salud Total" de Langner-Amiel: su aplicación en el contexto laboral. Fidalgo Vega, M.; Pérez Bilbao, J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1996.
- [1022]. Moos, R.H. Work Environment Scale Manual: Development, Applications, Research. Consulting Psychologists Press, Inc. (Ed.). 57 pp. Palo Alto. EEUU. Enero 1994.
- [1023]. Servicio de Psicología del Trabajo y de la Empresa. Universidad de Lieja. Le WOCCQ. Méthode belge de diagnostic des risques psychosociaux. Lieja. Bélgica. 2001.
- [1024]. Hansez, I.; de Keyser, V. El WOCCQ: una nueva herramienta en el estuche de instrumentos contra estresores laborales. El caso de los trabajadores de servicios públicos en Bélgica. *Journal of Work and Organizational Psychology (Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones)*, 15 (2): 173-198. 1999.
- [1025]. Kane, E.; O'Reilly de Brun, M. Doing your own research. Marion Boyars Publishers Ltd. (Ed.). 372 pp. ISBN-13: 978-0714530437. Londres. Reino Unido. Abril 2001.
- [1026]. Punch, K.F. Survey research: The basics. Colección: Essential Resource Books for Social Research. SAGE Publications Ltd. (Ed.). 136 pp. ISBN-13: 978-0761947059. Londres. Reino Unido. Abril 2003.
- [1027]. Botterill, D. The Epistemology of a set of tourism studies. *Leisure Studies*, 21 (3): 199-214. Julio 2001.
- [1028]. NTP n° 283: Encuestas: metodología para su utilización. Oncins de Frutos, M. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 1991.
- [1029]. Gallup, G.H. The Gallup Poll. Public Opinion 1935-1971. Vol. 1 (1935-1948). American Institute of Public Opinion. Random House (Ed.). 478 pp. ISBN: 0-394-47270-5. 1972.
- [1030]. Lazarsfeld, P.F.; Berelson, B.; Gaudet, H. The people's choice. How the voter makes up his mind in a presidential campaign. Columbia University Press (Ed.). 223 pp. ISBN-13: 978-0231085830. Nueva York. EEUU. Mayo 1968.
- [1031]. Stouffer, S.A.; Lumsdaine, A.A.; Lumsdaine, M.H.; Williams, R.M., Jr.; Smith, M.B.; Janis, I.L.; Star, S.A.; Cottrell, L.S., Jr. The American soldier: Combat and its aftermath. Vol. II: Studies in social psychology in World War II. Princeton University Press (Ed.). Nueva Jersey. EEUU. 1949.
- [1032]. Benavides, F.G.; Gimeno, D.; Benach, J.; Martínez, J.M.; Jarque, S.; Berra, A.; Devesa, J. Descripción de los factores de riesgo psicosocial en cuatro empresas. *Gaceta Sanitaria*, 16 (3): 222-229. Mayo 2002.
- [1033]. Likert, R. Método de evaluaciones sumarias. University of Michigan. Ann Arbor. EEUU. 1932.
- [1034]. Azofra; M.J. Cuestionarios. En: Cuadernos Metodológicos, cap. 26. Ed.: Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS). 144 pp. ISBN: 9788474762723 15. Madrid. España. Enero 1999.
- [1035]. NTP n° 213: Satisfacción laboral: encuesta de evaluación. Cantera López, F.J. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. 1986.
- [1036]. Edwards, P.; Roberts, I.; Clarke, M.; DiGiuseppi, C.; Pratap, S.; Wentz, R.; Kwan, I. Increasing response rates to postal questionnaires: Systematic review. *The British Medical Journal*, 324 (7.347): 1.183. Mayo 2002.

- [1037]. Edwards, P.; Roberts, I.; Sandercock, P.; Frost, C. Follow-up by mail in clinical trials: Does questionnaire length matter? *Controlled Clinical Trials*, 25 (1): 31-52. Febrero 2004.
- [1038]. Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. Mapa OCAS. Junta de Extremadura. Web: <http://www.juntaex.es/con03/mapa-ocas>.
- [1039]. Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. Visor SIGPAC. Junta de Extremadura. Web: <http://www.juntaex.es/con03/sigpac-extremadura>.
- [1040]. Google Earth Pro. Image Landsat Copernicus. U.S. Department State Geographer. © Google. 2020.
- [1041]. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Áreas Ajardinadas en EIA. Web: <http://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eia/centro/instalaciones/areas-de-ajardinamiento-en-eia>.
- [1042]. Norma UNE-EN ISO 7726:2002. Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas. (ISO 7726:1998). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Marzo 2002.
- [1043]. Gil, C.; Boluda, R.; Ramos, J. Determination and evaluation of cadmium, lead and nickel in greenhouse soils of Almería (Spain). *Chemosphere*, 55 (11): 1.027-1.034. Mayo 2004.
- [1044]. Zeng, X.-B.; Li, L.F.; Mei, X.R. Heavy metal content in Chinese vegetable plantation land soils related source analysis. *Agricultural Sciences in China*, vol 7 (9): 1.115-1.126. Septiembre 2008.
- [1045]. Thermo Fisher Scientific Inc. (81 Wyman Street, Waltham, MA 02451 USA). Web: <https://www.thermofisher.com/es/es/home/brands/thermo-scientific.html>.
- [1046]. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Laboratorio de Ionómica. Campus Universitario de Espinardo. Murcia. España. Web: <http://www.cebas.csic.es/index.html>.
- [1047]. Reglamento (CE) n° 1593/2000, del Consejo, de 17 de julio de 2000, que modifica el Reglamento (CEE) n° 3508/92, por el que se establece un sistema integrado de gestión y control de determinados regímenes de ayuda comunitarios. D.O.C.E. n° L 182/4, de 21 de julio de 2000. (Disposición derogada por el Reglamento (CE) n° 1782/2003 del Consejo).
- [1048]. Reglamento (CE) n° 1782/2003 del Consejo, de 29 de septiembre de 2003, por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) n° 2019/93, (CE) n° 1452/2001, (CE) n° 1453/2001, (CE) n° 1454/2001, (CE) n° 1868/94, (CE) n° 1251/1999, (CE) n° 1254/1999, (CE) n° 1673/2000, (CEE) n° 2358/71 y (CE) n° 2529/2001. D.O.U.E. n° L 270/1, de 21 de octubre de 2003.
- [1049]. Orden de 26 de enero de 2005 por la que se establecen normas para la implantación y desarrollo del sistema de información geográfica de parcelas agrícolas (SIGPAC) en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura. D.O.E. n° 11, de 29 de enero de 2005.
- [1050]. Red Ecológica Europea Natura 2000. European Environment Agency. Natura 2000 Network Viewer. Web: <https://natura2000.eea.europa.eu/#>.
- [1051]. IBM SPSS® Statistics 22.0. SPSS Inc. Armonk, Nueva York. EE.UU. Web: <http://www.spss.com>.
- [1052]. Papadakis, G. El clima: con especial referencia a los climas de América Latina, Península Ibérica, ex-colonias ibéricas y sus potencialidades agropecuarias. Ed. Albatros, 377 pp. Buenos Aires. Argentina. 1980.
- [1053]. Instituto Nacional de Estadística (INE). Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Secretaría de Estado de Economía y Apoyo a la Empresa. Extensión superficial de las Comunidades Autónomas y provincias, por zonas altimétricas. Anuario 1996. Fondo Documental del INE. Web: <https://www.ine.es/inebaseweb/treeNavigation.do?tn=139064>. Gobierno de España. 1996.
- [1054]. Grupo de Investigación en Conservación (GIC) de la Universidad de Extremadura. Atlas Climático de Extremadura. Año 2000.
- [1055]. NTP n° 323: Determinación del metabolismo energético. Nogareda Cuixart, S.; Luna Mendaza, P. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [1056]. R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 97, de 23 de abril de 1997.
- [1057]. Microsoft Excel. Web: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/excel>.
- [1058]. Norma UNE-EN 27243:1995. Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura húmeda y temperatura de globo) (ISO 7243:1989). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Enero 1995.

- [1059]. R.D. 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 262, de 1 de noviembre de 1990.
- [1060]. R.D. 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 170, de 14 de julio de 2010.
- [1061]. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metrología y técnicas de toma de muestra y análisis para su investigación. Web: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portaaweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca?vgnextoid=47dbbb45c8bab010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=2896a7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD>. Enero 1999.
- [1062]. Kabata-Pendias, A.; Pendias, H. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Inc. Boca Ratón. EEUU. Abril 1985.
- [1063]. Colomer Marco, J.C.; Sánchez Díaz, J. Agricultura y procesos de degradación del suelo. En: Agricultura y desertificación. Martín de Santa Olalla Mañas, F.J. (Coord.). pp.: 109-132. ISBN: 84-7114-966-4. 2001.
- [1064]. Andreu Pérez, V. Contenido y evolución de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn en suelos de las comarcas de l'Horta y la Ribera Baixa (Valencia). Tesis Doctoral. Boluda, R. (Dir.). Universitat de València. 1991.
- [1065]. Larios Bayona, M. Niveles de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn en los suelos de ribera de la cuenca del río Turia. Trabajo Fin de Máster en Gestió de Sòls i Aigües. Gimeno García, E.; Andreu Pérez, V.; Martí Vergé, E. (Dir.). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria (ETSEA). Universitat de Lleida. 171 pp. Julio 2014.
- [1066]. Porta Casanellas, J.; Roquero de Laburu, C.; López-Acevedo Reguerín, M. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa Libros, S.A. 929 pp. ISBN: 9788484761488. 2003.
- [1067]. Galán Huertos, E.; Romero Baena, A. Contaminación de suelos por metales pesados. Revista de la Sociedad Española de Mineralogía. Macla, 10: 48-60. 2008.
- [1068]. Instituto Nacional de Estadística (INE). Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Secretaría de Estado de Economía y Apoyo a la Empresa. Web: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=4128#!tabs-tabla>. 2020.
- [1069]. Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario. Trabajadores autónomos y por cuenta propia. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo e Inmigración. Julio 2009.
- [1070]. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España. Web: https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2015/TABLAS%20PDF/CAPITULO%2005/pdfc05_7.pdf. 2015.
- [1071]. Encuesta sobre la Estructura de las Explotaciones Agrícolas Año 2016. Instituto Nacional de Estadística (INE). https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=estadistica_C&cid=1254736176854&menu=ultiDatos&idp=1254735727106. 2016.
- [1072]. Censo Agrario 2009. Instituto Nacional de Estadística (INE). Web: <https://www.ine.es/CA/Inicio.do>.
- [1073]. Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Estadísticas. Informe Anual de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social 2018. Ministerio de Trabajo y Economía Social 2018. Gobierno de España. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. NIPO Internet: 870-19-006-0. Web: http://www.mitramiss.gob.es/itss/web/Que_hacemos/Estadisticas/index.html. Madrid. 2019.
- [1074]. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural. Gobierno de España. Web: https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/biblioteca-virtual/libros-blancos/libro_agricultura.aspx. 2002.
- [1075]. NTP nº 452: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Nogareda Cuixart, S.; Dalmau Pons, I. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.
- [1076]. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, antiguo INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España. Web: <https://www.insst.es/>.
- [1077]. Evaluación de las condiciones termohigrométricas en invernaderos de Extremadura. Puente Masero, M.J. Trabajo presentado para optar al título de Máster Universitario en Seguridad y Salud Laboral. Dir: Miranda García-Cuevas, M.T. Badajoz. España. Junio 2017.

- [1078]. R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 97, de 23 de abril de 1997.
- [1079]. Convenio O.I.T. nº 127, relativo al peso máximo de la carga que puede transportar un trabajador. Adoptado el 28 de junio de 1967 y ratificado por España el 7 de junio de 1969.
- [1080]. Directiva 90/269/CEE del Consejo, de 29 de mayo de 1990, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (cuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O.C.E. nº L 156/9, de 21 de junio de 1990.
- [1081]. Convenio O.I.T. nº 119, relativo a la protección de la maquinaria. Adoptado el 25 de junio de 1963 y ratificado por España el 30 de noviembre de 1971.
- [1082]. Convenio O.I.T. nº 155, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Adoptado el 22 de junio de 1981 y ratificado por España el 11 de septiembre de 1985.
- [1083]. Directiva 95/63/CEE del Consejo, de 5 de diciembre de 1995, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O.C.E. nº L 335/28, de 5 de diciembre de 1995. (Disposición derogada por la Directiva 2009/104, de 16 de septiembre [152]).
- [1084]. R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 246, de 11 de octubre de 2008.
- [1085]. R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. B.O.E. nº 139, de 12 de junio de 2017.
- [1086]. R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda. B.O.E. nº 74, de 28 de marzo de 2006.
- [1087]. R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E. nº 303, de 17 de diciembre de 2004.
- [1088]. R.D. 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. B.O.E. nº 210, de 2 de septiembre de 2015.
- [1089]. Norma UNE-EN 2:1994/A1:2005. Clases de fuego. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Madrid. España. Noviembre 2005.
- [1090]. R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 145, de 17 de junio de 2000.
- [1091]. R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 104, de 1 de mayo de 2001.
- [1092]. R.D. 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 311, de 28 de diciembre de 2001.
- [1093]. R.D. 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 247, de 15 de octubre de 2002.
- [1094]. Orden APA/326/2007, de 9 de febrero, por la que se establecen las obligaciones de los titulares de explotaciones agrícolas y forestales en materia de registro de la información sobre el uso de productos fitosanitarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 43, de 19 de febrero de 2007.
- [1095]. R.D. 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. nº 296, de 9 de diciembre de 2011.
- [1096]. R.D. 971/2014, de 21 de noviembre, por el que se regula el procedimiento de evaluación de productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 292, de 3 de diciembre de 2014.
- [1097]. R.D. 3349/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas. Presidencia del Gobierno. B.O.E. nº 20, de 24 de enero de 1984.
- [1098]. España en cifras 2018. Instituto Nacional de Estadística (INE). Catálogo de publicaciones oficiales de la Administración General del Estado (AGE). Ed. INE. Madrid. España. 2018.

- [1099]. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Índices y Salarios Agrarios. Serie Histórica. Índices y Salarios Agrarios (enero 1985-diciembre 2017). Web: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/economia/precios-percibidos-pagados-salarios/salarios-agrarios/default.aspx>. Gobierno de España. 2020.
- [1100]. Diputación Provincial de Cáceres. Web: <https://www.dip-caceres.es/servicios/entidades-locales/>.
- [1101]. Diputación Provincial de Badajoz. Web: https://www.dip-badajoz.es/municipios/municipio_dinamico/index.php/.

Anexos

Anexo 1. Encuesta destinada a los propietarios de invernaderos

ENCUESTA SOBRE LAS CONDICIONES DE TRABAJO EN INVERNADEROS DE EXTREMADURA

Cuestionario destinado a los directores, gerentes o propietarios de invernaderos en Extremadura.

Esta encuesta es anónima; por favor, conteste con sinceridad. Los datos serán tratados de forma confidencial en un ámbito estrictamente universitario.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

1. ¿Qué tipo de riego se utiliza en el invernadero?

- Aéreo (nebulización, aspersión...) Localizado o por goteo
 Manual Por inundación

2. ¿Qué especies se cultivan en la explotación?

3. ¿Existe rotación de cultivos?

- No Sí

4. ¿Cada cuánto tiempo?

- Anualmente Por cosecha Otro (indíquelo) _____

5. ¿Qué técnicas se utilizan para controlar posibles plagas?

- Control biológico Control químico Control integrado

6. ¿Cuál/es de estos elementos se utilizan en el invernadero? (Señale más de uno si es el caso)

- Energías renovables (indíquelas) _____ Microtúneles
 Pantallas térmicas Paredes dobles Quemadores
 Ventilación natural Ventilación forzada Inyección carbónica
 Otras (indíquelas) _____

7. Superficie de invernadero en su explotación: _____

Se muestra a continuación uno de los cuestionarios cumplimentados; en este caso, el del primer empresario entrevistado.

E-1

ENCUESTA SOBRE LAS CONDICIONES DE TRABAJO EN INVERNADEROS DE EXTREMADURA

Cuestionario destinado a los directores, gerentes o propietarios de invernaderos en Extremadura.

Esta encuesta es anónima; por favor, conteste con sinceridad. Los datos serán tratados de forma confidencial en un ámbito estrictamente universitario.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

1. ¿Qué tipo de riego se utiliza en el invernadero?

- Aéreo (nebulización, aspersión...) Localizado o por goteo
 Manual Por inundación

2. ¿Qué especies se cultivan en la explotación?

ORNAMENTALES

3. ¿Existe rotación de cultivos?

- No Sí

4. ¿Cada cuánto tiempo?

- Anualmente Por cosecha Otro (indíquelo) _____

5. ¿Qué técnicas se utilizan para controlar posibles plagas?

- Control biológico Control químico Control integrado

6. ¿Cuál/es de estos elementos se utilizan en el invernadero? (Señale más de uno si es el caso)

- Energías renovables (indíquelas) _____ Microtúneles
 Pantallas térmicas Paredes dobles Quemadores
 Ventilación natural Ventilación forzada Inyección carbónica
 Otras (indíquelas) _____

7. Superficie de invernadero en su explotación: 500 m²

Anexo 2. Encuesta destinada a los trabajadores de invernaderos

ENCUESTA SOBRE LAS CONDICIONES DE TRABAJO EN INVERNADEROS DE EXTREMADURA

Mediante la realización de esta encuesta se pretende conocer la situación de seguridad y salud en los invernaderos de Extremadura.

Esta encuesta es anónima y voluntaria; por favor, conteste con sinceridad. Los datos serán tratados de forma confidencial en un ámbito exclusivamente universitario. Por favor, si no entiende algo no dude en preguntar.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

A. DATOS PERSONALES

1. **Sexo:**

- Hombre Mujer Embarazada

2. **Edad:**

- Menor de edad 18-24 años 25-32 años
- 33-40 años 41-48 años 49-56 años
- Mayor de 56 años

3. **Titulación académica:**

- Sin titulación Graduado Escolar ESO/Bachiller
- FP I FP II Estudios universitarios

4. **¿Tiene reconocida alguna minusvalía?:**

- No Sí

5. **¿Padece alguna enfermedad respiratoria crónica (asma, alergia...)?**

- No Sí

6. **¿Padece alguna dermatitis crónica (enfermedad de la piel)?**

- No Sí

7. **¿Padece alguna lesión o enfermedad crónica causada por su trabajo?**

- No Sí

En caso afirmativo, indique cuál: _____

B. DATOS PROFESIONALES

8. Con respecto a la explotación, ¿es usted...?

- Propietario Trabajador “familiar del propietario”
 Trabajador asalariado fijo Trabajador asalariado eventual

9. ¿Qué puesto de trabajo desempeña habitualmente en la explotación? (Si realiza varios, señálelos)

- Administrativo Agricultor Almacenero
 Atención al público Carga/Descarga Conductor
 Director Encargado mantenimiento Supervisor tareas
 Tratamientos fitosanitarios

10. Describa brevemente cuáles son sus principales tareas:

11. Antigüedad en la empresa:

- Menor de 1 mes 1-6 meses 6-12 meses
 1-3 años 3-5 años 5-10 años
 10-15 años 15-20 años Más de 20 años

12. ¿Ha tenido alguna baja médica a causa de su trabajo?

- Ninguna 1 2
 3 4 5 ó más

En caso afirmativo, ¿recuerda cuántos días faltó al trabajo por cada una de esas bajas?:

días	días	días	días	días
------	------	------	------	------

13. ¿Qué tarea le causó la baja médica?

14. ¿Ha sufrido algún accidente de tráfico al ir o al volver de su trabajo, pero fuera ya del recinto del mismo?

- Ninguno 1 2
 3 4 5 ó más

En caso afirmativo, ¿recuerda cuántos días estuvo de baja por cada uno de dichos accidentes de tráfico?:

días	días	días	días	días

C. DATOS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN

15. ¿Cuántos trabajadores tiene el invernadero en plena campaña?

- 1-2 3-5 6-9 10-14
 Más de 14. Indique cuántos: _____

16. ¿De qué tipo es el invernadero?

- Inclinado Plano, tipo parral Túnel Multitúnel

17. ¿Cuál es el material de cubierta del invernadero?

- Cristal Plástico flexible Plástico rígido

18. ¿Qué tipo de residuos se generan?

- Cristal Orgánicos Plásticos Sustratos de cultivo

19. ¿Qué se hace con los residuos?

- Se acumulan en los alrededores Se tratan como basura normal
 Se gestionan de forma integral Se queman en los alrededores

20. ¿Cree que existen dificultades a la hora de reciclar los residuos?

- No Sí

21. En caso afirmativo, ¿a qué circunstancia puede deberse?

- Desinformación Falta de medios Desinterés

22. ¿Se han realizado acciones formativas sobre medio ambiente?

- Sí, charlas informativas Sí, cursos de formación No

23. ¿Cuáles son los desconocimientos más importantes en materia de medio ambiente? (Si existen varias, señálelas).

- Contaminación atmosférica Contaminación de aguas
 Contaminación de suelos Formación medioambiental básica
 Gestión de residuos Legislación ambiental

D. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. 1. Vigilancia de la salud

24. ¿Le realizan controles médicos periódicos en su empresa?

- No Sí, cada año Sí, cada 2 años o más

D. 2. Formación preventiva

25. ¿Se han efectuado acciones formativas en materia de prevención de riesgos laborales? (Si existen varias, señálelas).

- Sí, charlas informativas Sí, cursos de formación No

26. ¿Con qué frecuencia se han realizado dichas acciones formativas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

27. ¿Ha recibido formación cada vez que ha cambiado alguna de sus condiciones de trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

28. Esas acciones formativas, ¿tenían relación con el trabajo que usted realizaba en el invernadero?

1	2	3	4	5
Ninguna (Haga una cruz en el número correspondiente) Toda				

29. Desde su experiencia personal, ¿qué tipo de formación es la más provechosa para usted?

Cursos presenciales

Cursos *on line* (por Internet)

30. Señale su principal desconocimiento en materia de formación en prevención de riesgos laborales. (Si existen varios, señálelos).

Formación preventiva básica

Legislación preventiva

Formación preventiva específica (de su puesto de trabajo)

Formación específica sobre utilización de productos fitosanitarios

Ninguna carencia formativa

D. 3. Sobre el puesto de trabajo

31. ¿Las dimensiones del puesto de trabajo son adecuadas para realizar cómodamente las tareas?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

32. ¿Sus posturas de trabajo son cómodas?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

33. Señale su postura de trabajo habitual. (Si hay varias, señálelas).

De pie, casi sin andar		Agachado, con espalda flexionada	
De pie, andando frecuentemente		Arrodillado	
Sentado, casi sin levantarse		En cuclillas	
Sentado, levantándose frecuentemente		Otra:	

34. ¿Manipula o transporta manualmente cargas pesadas o difíciles de agarrar?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

35. ¿Requiere su trabajo una buena preparación física?

1	2	3	4	5
Mínima (Haga una cruz en el número correspondiente) Máxima				

36. ¿Se siente agotado cuando termina su jornada laboral?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

37. ¿Se recupera del cansancio del trabajo de un día para otro?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

38. ¿Existen en las zonas de trabajo y lugares de paso objetos que dificultan la circulación de los trabajadores?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

39. De entre los siguientes riesgos, ¿cuál/es están presentes en su puesto de trabajo?

Accidentes tráfico	Agresión física, atraco	Atrapamientos máquinas	
Atropellos	Caídas distinto nivel	Caídas desde escaleras	
Caídas mismo nivel	Choques con objetos inmóviles	Choques objetos móviles	
Cortes	Contactos eléctricos	Desplome invernadero	

Desprendimiento objetos	Explosión	Fatiga física	
Fatiga mental	Golpes con objetos	Humedad excesiva	
Iluminación deficiente	Iluminación excesiva	Incendio	
Manipulación cargas pesadas	Posturas forzadas	Presencia roedores, insectos, etc.	
Proyección fragmentos, etc.	Quemaduras	Ruido	
Sobreesfuerzos	Sustancias peligrosas	Temperatura excesiva	
Vibraciones	Otro:	Otro:	

40. En su caso, ¿cuál/es de estas posibles causas de accidente de trabajo tendrían más probabilidades de producirse?

Agresión física	Aplicación de mucha fuerza en el trabajo
Cansancio, fatiga	Distracciones, descuidos
Equipos de trabajo en mal estado	Equipos de trabajo no adecuados para la tarea
Muchas horas de trabajo seguidas	Manipulación sustancias químicas
Posturas incorrectas o forzadas	Quemas incontroladas
Tener que trabajar deprisa	Realización de tareas nuevas
Presencia de desniveles, escaleras, zanjas, etc.	Otra:

41. ¿Padece alguna molestia muscular o articular a causa de su trabajo?

No sufro ninguna molestia muscular o articular debida al trabajo

En caso afirmativo, señale qué parte/s de su cuerpo se ve afectada:

Nuca/cuello	Hombro	Miembro superior	
Miembro inferior	Espalda		

D. 4. Ambiente climático en el trabajo

42. ¿Conoce usted la temperatura a la que trabaja?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

43. ¿Está satisfecho con la temperatura a la que trabaja?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

44. Señale cuál/es de estas opciones se corresponden con el ambiente interior del invernadero:

En verano se está bien en el invernadero		En invierno se está bien en el invernadero	
En verano paso frío en el invernadero		En invierno paso frío en el invernadero	
En verano paso calor en el invernadero		En invierno paso calor en el invernadero	

45. ¿Conoce la humedad a la que trabaja?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

46. ¿Está satisfecho con el nivel de humedad con el que trabaja?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

47. ¿La ropa que utiliza en el trabajo es la más adecuada para las condiciones de humedad y temperatura presentes en el invernadero?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

48. ¿La radiación solar presente en su trabajo le causa molestias en los ojos, quemaduras en la piel u otros problemas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, diga cuál/es: _____

49. ¿Le resultan molestas las corrientes de aire que pueda haber en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

50. ¿Le resulta molesto el ruido que pueda haber en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

51. ¿Está satisfecho con la iluminación que hay en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

52. ¿Le resultan molestos los deslumbramientos o reflejos de luz que pueda haber en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

53. ¿Ha tenido problemas médicos en los ojos por culpa del trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, ¿a qué pueden deberse? (Indíquelo) _____

54. ¿Cree que el aire del invernadero está contaminado?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, ¿cómo describiría dicha contaminación? (Si existen varias respuestas, señálelas).

- Residuos de productos fitosanitarios
- Existen malos olores
- Hay polvo o gases en suspensión
- No lo sé

D. 5. Equipos de trabajo

55. ¿Utiliza equipos de trabajo (herramientas, máquinas...) peligrosos?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, indique cuáles:

- Vehículos a motor
- Herramientas eléctricas
- Andamios
- Herramientas manuales
- Equipos ventilación
- Mecanismos de cierre
- Equipos calefacción
- Equipos elevación
- Equipos fumigación

56. ¿Utiliza equipos de trabajo (herramientas, máquinas...) en mal estado?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, indique cuáles:

- Vehículos a motor
- Herramientas eléctricas
- Andamios
- Herramientas manuales
- Equipos ventilación
- Mecanismos de cierre
- Equipos calefacción
- Equipos elevación
- Equipos fumigación

57. ¿Está satisfecho con la información recibida sobre el uso correcto de sus equipos de trabajo (máquinas, herramientas...)?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

Indique cómo recibió esa información _____

58. ¿Tiene a mano los manuales de instrucciones de sus equipos de trabajo (máquinas, herramientas...)?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

59. ¿Está satisfecho con el mantenimiento de sus equipos de trabajo (máquinas, herramientas...)?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

60. ¿Utiliza los equipos de protección existentes en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

61. ¿Cuál/es de los siguientes equipos de protección utiliza en su trabajo?

Arneses de seguridad	Calzado de seguridad	Casco
Cinturones de seguridad	Equipos contra incendios	Gafas de seguridad
Guantes de protección	Herramientas eléctricas protegidas	Luces de emergencia
Máquinas protegidas	Mascarillas	Protección soldaduras
Pantallas anti-fatiga visual	Ropa de trabajo adecuada	Señalización de seguridad
Sillas ergonómicas	Otro:	Otro:

62. ¿Sabe utilizar correctamente los equipos de protección presentes en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

63. ¿Está satisfecho con la información recibida sobre el uso correcto de los equipos de protección existentes en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

D. 6. Equipos contra incendios

64. ¿Se manipulan o almacenan en su trabajo sustancias inflamables o explosivas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, indique cuál/es: _____

65. ¿Hay equipos contra incendios en su trabajo?

No Sí

En caso afirmativo, ¿sabría utilizarlos en caso de emergencia?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

66. ¿Considera adecuada la cantidad y la distribución de extintores, mangueras u otros dispositivos contra incendios de su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

67. ¿Considera adecuado el mantenimiento de los dispositivos contra incendios?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

D. 7. Agentes contaminantes

68. ¿En su trabajo se emplean sustancias químicas peligrosas?

- No Sí

En caso afirmativo, indique cuál/es:

- Amoníaco Disolventes Plaguicidas
 Detergentes Sustancias corrosivas Lejías

69. ¿Las sustancias químicas existentes en su trabajo están perfectamente etiquetadas e identificadas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

70. ¿Ha recibido información sobre el uso correcto de estas sustancias?

- No las utilizo Sí No

71. ¿Sabe cuánto tiempo hay que esperar para entrar en el invernadero después de aplicar los tratamientos fitosanitarios?

- Sí: _____ días No

72. Señale las opciones que correspondan en el caso de que usted realice los tratamientos fitosanitarios de su explotación:

- No realizo los tratamientos fitosanitarios Sí los realizo:

Dosifico el producto según las instrucciones de su etiqueta	
Utilizo ropa impermeable durante el tratamiento	
No me quito la ropa en pleno tratamiento aunque tenga calor	
No me toco los ojos y tapo las heridas mientras aplico el tratamiento	
No como, bebo, ni fumo mientras aplico el tratamiento	
Me ducho inmediatamente tras la aplicación	
Lavo la ropa utilizada durante la aplicación o la tiro a la basura	
Elimino los residuos de forma correcta	

73. Señale las opciones que correspondan en el caso de que usted realice los tratamientos fitosanitarios:

- No realizo los tratamientos fitosanitarios Sí los realizo:

Durante o tras la aplicación, siento escozor en los ojos o en la piel	
Durante o tras la aplicación, toso	
Durante o tras la aplicación, siento náuseas o ganas de vomitar	
Durante o tras la aplicación, me duele la cabeza	
Durante o tras la aplicación, he llegado a perder el conocimiento	
Tras la aplicación, sufro diarreas	
Tras la aplicación, me noto temblores	

74. ¿Existe en su trabajo algún agente biológico (bacteria, virus, hongo, gusano, insecto, roedor, ave, etc.) que pueda causarle algún tipo de molestia o enfermedad?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, indique cuál/es:

- Sospecha de microbios Insectos Roedores Aves Hongos

D. 8. Aspectos psicosociales

75. En el trabajo, ¿debe tomar decisiones de forma rápida?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

76. ¿Diría usted que se le acumula el trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

77. ¿Aprende cosas nuevas en el trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

78. ¿Qué nivel de atención exige su trabajo?

1	2	3	4	5
Mínimo	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Máximo

79. ¿A qué ritmo realiza su trabajo?

1	2	3	4	5
Muy lento	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Muy rápido

80. Si comete un error en su trabajo, ¿cree que tendría graves consecuencias?

1	2	3	4	5
Mínimas	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Máximas

81. ¿Es variado su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

82. ¿Cree que recibe instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias?

1	2	3	4	5
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

83. Señale cuál de estas situaciones es la suya:

- Trabajo solo y aislado
- Trabajo solo, pero cerca de gente de fuera
- Trabajo solo, pero tengo compañeros
- Trabajo en grupo

84. ¿Cuántos días trabaja a la semana en el invernadero en temporada alta?

- Menos de 5 5 6 7

85. ¿Realiza turnos de trabajo rotatorios?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

86. ¿Trabaja en horario nocturno (entre las 10 de la noche y las 6 de la mañana)?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

87. ¿Organiza usted el orden en el que realiza sus tareas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

88. ¿Su trabajo requiere que tenga iniciativa?

1	2	3	4	5
Ninguna (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucha				

89. ¿Puede coger las vacaciones cuando quiere?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

90. Ante un asunto personal o familiar importante, ¿puede dejar su puesto de trabajo un rato (una hora) sin pedir permiso?

- No Sí

91. ¿Puede ascender en su empresa?

- No Sí

92. Aproximadamente, ¿cuánto cobra neto (limpio) al mes?

- 300 € o menos Entre 301 y 450 € Entre 451 y 600 €
 Entre 601 y 750 € Entre 751 y 900 € Entre 901 y 1.100 €
 Entre 1.101 y 1.300 € Entre 1.301 y 1.500 € Entre 1.501 y 1.750 €
 Entre 1.751 y 2.000 € Entre 2.001 y 2.300 € Entre 2.301 y 2.600 €
 Más de 2.600 €

93. ¿Está satisfecho con su salario?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

94. ¿Su salario es fijo o variable?

- Fijo Parte fijo y parte variable Variable (a destajo, a comisión, etc.)

95. ¿Le cuesta olvidar los problemas del trabajo?, ¿se los lleva a casa?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

96. ¿Se producen en su trabajo situaciones que le afectan emocionalmente?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

97. ¿Se ha sentido discriminado o humillado en el trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

98. Describa la relación que tiene con sus jefes

- No tengo jefes Sí los tengo, y es:

1	2	3	4	5
Muy mala (Haga una cruz en el número correspondiente) Muy buena				

99. Describa la relación que mantiene con sus compañeros:

- No tengo compañeros Sí los tengo, y es:

1	2	3	4	5
Muy mala (Haga una cruz en el número correspondiente) Muy buena				

100. Describa la relación que mantiene con sus subordinados:

- No tengo subordinados Sí los tengo, y es:

1	2	3	4	5
Muy mala (Haga una cruz en el número correspondiente) Muy buena				

101. ¿Le parecen importantes las tareas que realiza?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

102. ¿Habla bien de su empresa a otras personas?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

103. En los últimos 12 meses, aproximadamente, ¿cuántos días ha estado de baja por enfermedad?

- _____ días

Se muestra de nuevo uno de los cuestionarios cumplimentados; en este caso, es el de una trabajadora embarazada.

M-20

ENCUESTA SOBRE LAS CONDICIONES DE TRABAJO EN INVERNADEROS DE EXTREMADURA

Mediante la realización de esta encuesta se pretende conocer la situación de seguridad y salud en los invernaderos de Extremadura.

Esta encuesta es anónima y voluntaria; por favor, conteste con sinceridad. Los datos serán tratados de forma confidencial en un ámbito exclusivamente universitario. Por favor, si no entiende algo no dude en preguntar.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

A. DATOS PERSONALES

1. Sexo:

- Hombre Mujer Embarazada

2. Edad:

- Menor de edad 18-24 años 25-32 años
 33-40 años 41-48 años 49-56 años
 Mayor de 56 años

3. Titulación académica:

- Sin titulación Graduado Escolar ESO/Bachiller
 FP I FP II Estudios universitarios

4. ¿Tiene reconocida alguna minusvalía?:

- No Sí

5. ¿Padece alguna enfermedad respiratoria crónica (asma, alergia...)?

- No Sí

6. ¿Padece alguna dermatitis crónica (enfermedad de la piel)?

- No Sí

7. ¿Padece alguna lesión o enfermedad crónica causada por su trabajo?

- No Sí

En caso afirmativo, indique cuál: _____

B. DATOS PROFESIONALES

8. Con respecto a la explotación, ¿es usted...?

- Propietario Trabajador "familiar del propietario"
 Trabajador asalariado fijo Trabajador asalariado eventual

9. ¿Qué puesto de trabajo desempeña habitualmente en la explotación? (Si realiza varios, señálos)

- Administrativo Agricultor Almacenero
 Atención al público Carga/Descarga Conductor
 Director Encargado mantenimiento Supervisor tareas
 Tratamientos fitosanitarios

10. Describa brevemente cuáles son sus principales tareas:

Podar, extender bandejas y sembrar.

11. Antigüedad en la empresa:

- Menor de 1 mes 1-6 meses 6-12 meses
 1-3 años 3-5 años 5-10 años
 10-15 años 15-20 años Más de 20 años

12. ¿Ha tenido alguna baja médica a causa de su trabajo?

- Ninguna 1 2
 3 4 5 ó más

En caso afirmativo, ¿recuerda cuántos días faltó al trabajo por cada una de esas bajas?:

días	días	días	días	días
------	------	------	------	------

13. ¿Qué tarea le causó la baja médica?

14. ¿Ha sufrido algún accidente de tráfico al ir o al volver de su trabajo, pero fuera ya del recinto del mismo?

- Ninguno 1 2
 3 4 5 ó más

En caso afirmativo, ¿recuerda cuántos días estuvo de baja por cada uno de dichos accidentes de tráfico?:

días	días	días	días	días
------	------	------	------	------

C. DATOS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN

15. ¿Cuántos trabajadores tiene el invernadero en plena campaña?
- 1-2 3-5 6-9 10-14
- Más de 14. Indique cuántos: 20
16. ¿De qué tipo es el invernadero?
- Inclinado Plano, tipo parral Túnel Multitúnel
17. ¿Cuál es el material de cubierta del invernadero?
- Cristal Plástico flexible Plástico rígido
18. ¿Qué tipo de residuos se generan?
- Cristal Orgánicos Plásticos Sustratos de cultivo
19. ¿Qué se hace con los residuos?
- Se acumulan en los alrededores Se tratan como basura normal
- Se gestionan de forma integral Se queman en los alrededores
20. ¿Cree que existen dificultades a la hora de reciclar los residuos?
- No Sí
21. En caso afirmativo, ¿a qué circunstancia puede deberse?
- Desinformación Falta de medios Desinterés
22. ¿Se han realizado acciones formativas sobre medio ambiente?
- Sí, charlas informativas Sí, cursos de formación No
23. ¿Cuáles son los desconocimientos más importantes en materia de medio ambiente? (Si existen varias, señálas).
- Contaminación atmosférica Contaminación de aguas
- Contaminación de suelos Formación medioambiental básica
- Gestión de residuos Legislación ambiental

D. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D.1. Vigilancia de la salud

24. ¿Le realizan controles médicos periódicos en su empresa?
- No Sí, cada año Sí, cada 2 años o más

D.2. Formación preventiva

25. ¿Se han efectuado acciones formativas en materia de prevención de riesgos laborales? (Si existen varias, señálelas).

- Sí, charlas informativas Sí, cursos de formación No

26. ¿Con qué frecuencia se han realizado dichas acciones formativas?

1	2	3	4	5
				X
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

27. ¿Ha recibido formación cada vez que ha cambiado alguna de sus condiciones de trabajo?

1	2	3	4	5
		X		
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

28. Esas acciones formativas, ¿tenían relación con el trabajo que usted realizaba en el invernadero?

1	2	3	4	5
			X	
Ninguna	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Toda

29. Desde su experiencia personal, ¿qué tipo de formación es la más provechosa para usted?

- Cursos presenciales Cursos *on line* (por Internet)

30. Señale su principal desconocimiento en materia de formación en prevención de riesgos laborales. (Si existen varios, señálelos).

- Formación preventiva básica Legislación preventiva
- Formación preventiva específica (de su puesto de trabajo)
- Formación específica sobre utilización de productos fitosanitarios
- Ninguna carencia formativa

D.3. Sobre el puesto de trabajo

31. ¿Las dimensiones del puesto de trabajo son adecuadas para realizar cómodamente las tareas?

1	2	3	4	5
				X
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

32. ¿Sus posturas de trabajo son cómodas?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

33. Señale su postura de trabajo habitual. (Si hay varias, señálelas).

De pie, casi sin andar	Agachado, con espalda flexionada	<input checked="" type="checkbox"/>
De pie, andando frecuentemente	Arrodillado	
Sentado, casi sin levantarse	En cuclillas	<input checked="" type="checkbox"/>
Sentado, levantándose frecuentemente	Otra:	

34. ¿Manipula o transporta manualmente cargas pesadas o difíciles de agarrar?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>				
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

35. ¿Requiere su trabajo una buena preparación física?

1	2	3	4	5
				<input checked="" type="checkbox"/>
Mínima (Haga una cruz en el número correspondiente) Máxima				

36. ¿Se siente agotado cuando termina su jornada laboral?

1	2	3	4	5
			<input checked="" type="checkbox"/>	
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

37. ¿Se recupera del cansancio del trabajo de un día para otro?

1	2	3	4	5
			<input checked="" type="checkbox"/>	
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

38. ¿Existen en las zonas de trabajo y lugares de paso objetos que dificultan la circulación de los trabajadores?

1	2	3	4	5
(Haga una cruz en el número correspondiente)				
Nunca			X	Siempre

39. De entre los siguientes riesgos, ¿cuál/es están presentes en su puesto de trabajo?

Accidentes tráfico	Agresión física, atraco	Atrapamientos máquinas	
Atropellos	Caidas distinto nivel	Caidas desde escaleras	
Caidas mismo nivel	Choques con objetos inmóviles	Choques objetos móviles	
Cortes	Contactos eléctricos	Desplome invernadero	
Desprendimiento objetos	Explosión	Fatiga física	X
Fatiga mental	Golpes con objetos	Humedad excesiva	
Iluminación deficiente	Iluminación excesiva	Incendio	
Manipulación cargas pesadas	Posturas forzadas	Presencia roedores, insectos, etc.	X
Proyección fragmentos, etc.	Quemaduras	Ruido	X
Sobreesfuerzos	Sustancias peligrosas	Temperatura excesiva	X
Vibraciones	Otro:	Otro:	

40. En su caso, ¿cuál/es de estas posibles causas de accidente de trabajo tendrían más probabilidades de producirse?

Agresión física		Aplicación de mucha fuerza en el trabajo	
Cansancio, fatiga	X	Distracciones, descuidos	
Equipos de trabajo en mal estado		Equipos de trabajo no adecuados para la tarea	
Muchas horas de trabajo seguidas		Manipulación sustancias químicas	
Posturas incorrectas o forzadas	X	Quemas incontroladas	
Tener que trabajar deprisa		Realización de tareas nuevas	
Presencia de desniveles, escaleras, zanjas, etc.		Otro:	

41. ¿Padece alguna molestia muscular o articular a causa de su trabajo?

No sufro ninguna molestia muscular o articular debida al trabajo

En caso afirmativo, señale qué parte/s de su cuerpo se ve afectada:

Nuca/cuello	<input checked="" type="checkbox"/>	Hombro		Miembro superior	<input checked="" type="checkbox"/>
Miembro inferior	<input checked="" type="checkbox"/>	Espalda	<input checked="" type="checkbox"/>		

D. 4. Ambiente climático en el trabajo

42. ¿Conoce usted la temperatura a la que trabaja?

1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/> 5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente)				Siempre

43. ¿Está satisfecho con la temperatura a la que trabaja?

<input checked="" type="checkbox"/> 1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/> 5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente)				Mucho

44. Señale cuál/es de estas opciones se corresponden con el ambiente interior del invernadero:

En verano se está bien en el invernadero		En invierno se está bien en el invernadero	<input checked="" type="checkbox"/>
En verano paso frío en el invernadero		En invierno paso frío en el invernadero	
En verano paso calor en el invernadero	<input checked="" type="checkbox"/>	En invierno paso calor en el invernadero	

45. ¿Conoce la humedad a la que trabaja?

1	2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente)				Siempre

46. ¿Está satisfecho con el nivel de humedad con el que trabaja?

1	2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente)				Mucho

47. ¿La ropa que utiliza en el trabajo es la más adecuada para las condiciones de humedad y temperatura presentes en el invernadero?

1	2	3	4	5
				X
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

48. ¿La radiación solar presente en su trabajo le causa molestias en los ojos, quemaduras en la piel u otros problemas?

1	2	3	4	5
X				
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

En caso afirmativo, diga cuál/es: _____

49. ¿Le resultan molestas las corrientes de aire que pueda haber en su trabajo?

1	2	3	4	5
X				
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

50. ¿Le resulta molesto el ruido que pueda haber en su trabajo?

1	2	3	4	5
		X		
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

51. ¿Está satisfecho con la iluminación que hay en su trabajo?

1	2	3	4	5
			X	
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

52. ¿Le resultan molestos los deslumbramientos o reflejos de luz que pueda haber en su trabajo?

1	2	3	4	5
		X		
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

53. ¿Ha tenido problemas médicos en los ojos por culpa del trabajo?

1	2	3	4	5
X				
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

En caso afirmativo, ¿a qué pueden deberse? (Indíquelo) _____

54. ¿Cree que el aire del invernadero está contaminado?

1	2	3	4	5
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

En caso afirmativo, ¿cómo describiría dicha contaminación? (Si existen varias, señálelas).

- Residuos de productos fitosanitarios Existen malos olores
 Hay polvo o gases en suspensión No lo sé

D. 5. Equipos de trabajo

55. ¿Utiliza equipos de trabajo (herramientas, máquinas...) peligrosos?

1	2	3	4	5
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

En caso afirmativo, indique cuáles:

- Vehículos a motor Herramientas eléctricas Andamios
 Herramientas manuales Equipos ventilación Mecanismos de cierre
 Equipos calefacción Equipos elevación Equipos fumigación

56. ¿Utiliza equipos de trabajo (herramientas, máquinas...) en mal estado?

1	2	3	4	5
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

En caso afirmativo, indique cuáles:

- Vehículos a motor Herramientas eléctricas Andamios
 Herramientas manuales Equipos ventilación Mecanismos de cierre
 Equipos calefacción Equipos elevación Equipos fumigación

57. ¿Está satisfecho con la información recibida sobre el uso correcto de sus equipos de trabajo (máquinas, herramientas...)?

1	2	3	4	5
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

Indique cómo recibió esa información Manuales

58. ¿Tiene a mano los manuales de instrucciones de sus equipos de trabajo (máquinas, herramientas...)?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

59. ¿Está satisfecho con el mantenimiento de sus equipos de trabajo (máquinas, herramientas...)?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

60. ¿Utiliza los equipos de protección existentes en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

61. ¿Cuál/es de los siguientes equipos de protección utiliza en su trabajo?

Arneses de seguridad	Calzado de seguridad	Casco
Cinturones de seguridad	Equipos contra incendios	Gafas de seguridad
Guantes de protección	Herramientas eléctricas protegidas	Llaves de emergencia
Máquinas protegidas	Mascarillas	Protección soldaduras
Pantallas anti-fatiga visual	Ropa de trabajo adecuada	Señalización de seguridad
Sillas ergonómicas	Otro:	Otro:

62. ¿Sabe utilizar correctamente los equipos de protección presentes en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

63. ¿Está satisfecho con la información recibida sobre el uso correcto de los equipos de protección existentes en su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

D. 6. Equipos contra incendios

64. ¿Se manipulan o almacenan en su trabajo sustancias inflamables o explosivas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, indique cuál/es: _____

65. ¿Hay equipos contra incendios en su trabajo?

No Sí

En caso afirmativo, ¿sabría utilizarlos en caso de emergencia?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

66. ¿Considera adecuada la cantidad y la distribución de extintores, mangueras u otros dispositivos contra incendios de su trabajo?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

67. ¿Considera adecuado el mantenimiento de los dispositivos contra incendios?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

D. 7. Agentes contaminantes

68. ¿En su trabajo se emplean sustancias químicas peligrosas?

No Sí

En caso afirmativo, indique cuál/es:

Amoníaco Disolventes Plaguicidas
 Detergentes Sustancias corrosivas Lejías

69. ¿Las sustancias químicas existentes en su trabajo están perfectamente etiquetadas e identificadas?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

70. ¿Ha recibido información sobre el uso correcto de estas sustancias?

- No las utilizo Sí No

71. ¿Sabe cuánto tiempo hay que esperar para entrar en el invernadero después de aplicar los tratamientos fitosanitarios?

- Sí 15 días No

72. Señale las opciones que correspondan en el caso de que usted realice los tratamientos fitosanitarios de su explotación:

- No realizo los tratamientos fitosanitarios Sí los realizo:

Dosifico el producto según las instrucciones de su etiqueta	
Utilizo ropa impermeable durante el tratamiento	
No me quito la ropa en pleno tratamiento aunque tenga calor	
No me toco los ojos y tapo las heridas mientras aplico el tratamiento	
No como, bebo, ni fumo mientras aplico el tratamiento	
Me ducho inmediatamente tras la aplicación	
Lavo la ropa utilizada durante la aplicación o la tiro a la basura	
Elimino los residuos de forma correcta	

73. Señale las opciones que correspondan en el caso de que usted realice los tratamientos fitosanitarios:

- No realizo los tratamientos fitosanitarios Sí los realizo:

Durante o tras la aplicación, siento escozor en los ojos o en la piel	
Durante o tras la aplicación, toso	
Durante o tras la aplicación, siento náuseas o ganas de vomitar	
Durante o tras la aplicación, me duele la cabeza	
Durante o tras la aplicación, he llegado a perder el conocimiento	
Tras la aplicación, sufro diarreas	
Tras la aplicación, me noto temblores	

74. ¿Existe en su trabajo algún agente biológico (bacteria, virus, hongo, gusano, insecto, roedor, ave, etc.) que pueda causarle algún tipo de molestia o enfermedad?

1	2	3	4	5
	X			
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

En caso afirmativo, indique cuál/es:

- Sospecha de microbios Insectos Roedores Aves Hongos

D. 8. Aspectos psicosociales

75. En el trabajo, ¿debe tomar decisiones de forma rápida?

1	2	3	4	5
		X		
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

76. ¿Diría usted que se le acumula el trabajo?

1	2	3	4	5
	X			
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

77. ¿Aprende cosas nuevas en el trabajo?

1	2	3	4	5
		X		
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

78. ¿Qué nivel de atención exige su trabajo?

1	2	3	4	5
				X
Mínimo (Haga una cruz en el número correspondiente) Máximo				

79. ¿A qué ritmo realiza su trabajo?

1	2	3	4	5
			X	
Muy lento (Haga una cruz en el número correspondiente) Muy rápido				

80. Si comete un error en su trabajo, ¿cree que tendría graves consecuencias?

1	2	3	4	5
		X		
Mínimas (Haga una cruz en el número correspondiente) Máximas				

81. ¿Es variado su trabajo?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

82. ¿Cree que recibe instrucciones u órdenes erróneas o contradictorias?

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

83. Señale cuál de estas situaciones es la suya:

- Trabajo solo y aislado Trabajo solo, pero cerca de gente de fuera
- Trabajo solo, pero tengo compañeros Trabajo en grupo

84. ¿Cuántos días trabaja a la semana en el invernadero en temporada alta?

- Menos de 5 5 6 7

85. ¿Realiza turnos de trabajo rotatorios?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

86. ¿Trabaja en horario nocturno (entre las 10 de la noche y las 6 de la mañana)?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

87. ¿Organiza usted el orden en el que realiza sus tareas?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

88. ¿Su trabajo requiere que tenga iniciativa?

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ninguna (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucha				

89. ¿Puede coger las vacaciones cuando quiere?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

90. Ante un asunto personal o familiar importante, ¿puede dejar su puesto de trabajo un rato (una hora) sin pedir permiso?

- No Sí

91. ¿Puede ascender en su empresa?

- No Sí

92. Aproximadamente, ¿cuánto cobra neto (limpio) al mes?

- Menos de 300 € Entre 301 y 450 € Entre 451 y 600 €
 Entre 601 y 750 € Entre 751 y 900 € Entre 901 y 1.100 €
 Entre 1.101 y 1.300 € Entre 1.301 y 1.500 € Entre 1.501 y 1.750 €
 Entre 1.751 y 2.000 € Entre 2.001 y 2.300 € Entre 2.301 y 2.600 €
 Más de 2.601 €

93. ¿Está satisfecho con su salario?

1	2	3	4	5
Nada (Haga una cruz en el número correspondiente) Mucho				

94. ¿Su salario es fijo o variable?

- Fijo Parte fijo y parte variable Variable (a destajo, a comisión, etc.)

95. ¿Le cuesta olvidar los problemas del trabajo?, ¿se los lleva a casa?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

96. ¿Se producen en su trabajo situaciones que le afectan emocionalmente?

1	2	3	4	5
Nunca (Haga una cruz en el número correspondiente) Siempre				

97. ¿Se ha sentido discriminado o humillado en el trabajo?

1	2	3	4	5
Nunca	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Siempre

98. Describa la relación que tiene con sus jefes

No tengo jefes Si los tengo, y es:

1	2	3	4	5
Muy mala	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Muy buena

99. Describa la relación que mantiene con sus compañeros:

No tengo compañeros Si los tengo, y es:

1	2	3	4	5
Muy mala	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Muy buena

100. Describa la relación que mantiene con sus subordinados:

No tengo subordinados Si los tengo, y es:

1	2	3	4	5
Muy mala	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Muy buena

101. ¿Le parecen importantes las tareas que realiza?

1	2	3	4	5
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

102. ¿Habla bien de su empresa a otras personas?

1	2	3	4	5
Nada	(Haga una cruz en el número correspondiente)			Mucho

103. En los últimos 12 meses, aproximadamente, ¿cuántos días ha estado de baja por enfermedad?

■ 0 días

Anexo 3. Distribución de los invernaderos en Extremadura

Este anexo contiene las instalaciones invernadas localizadas en la Comunidad Autónoma de Extremadura con las herramientas disponibles, ya mencionadas en el capítulo de materiales y métodos, con independencia de si la estructura del negocio es estrictamente familiar (el producto es vendido a las cooperativas próximas) o se trata de organizaciones empresariales cuya cosecha se dirige directamente a ámbitos comerciales nacionales o extranjeros. A fin de cuentas, en ambos casos, los trabajadores comparten condiciones de trabajo y viven circunstancias y situaciones similares. Se hace una primera distribución por provincias y, con el fin de incrementar paulatinamente el grado de detalle, se recurre a ámbitos territoriales más restringidos, como las oficinas comarcales agrarias (OCA), las comarcas o mancomunidades administrativas y, finalmente, los municipios.

Las comarcas o mancomunidades administrativas agrupan a un determinado número de municipios afines y próximos, con vicisitudes y retos similares. Este reparto territorial ha sido configurado por las diputaciones provinciales. La de Cáceres ha repartido su territorio en 18 mancomunidades [1100] y la de Badajoz en 11 comarcas [1101].

Siguiendo un criterio técnico, estrictamente agrario, el territorio regional ha sido dividido por la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio de la Junta de Extremadura en oficinas comarcales agrarias (OCA) [1038]. Existen 52 OCA repartidas equitativamente entre ambas provincias. Cada una de ellas dispone de una sede dotada de personal técnico específicamente formado para asesorar, proporcionar información y facilitar la tramitación de las gestiones necesarias a los agricultores y ganaderos en todo lo concerniente a su actividad.

Por otra parte, el presente trabajo proporciona una relación de los 171 municipios (44,1% del número total), 89 de la provincia de Cáceres y 82 de la de Badajoz, que poseen algún negocio agrícola dotado de invernaderos.

Anexo 3.1. Negocios dedicados al cultivo de invernadero en Extremadura

El reparto de las instalaciones invernadas entre las dos provincias extremeñas es heterogéneo. Se han encontrado 1.525 instalaciones susceptibles de constituir, en potencia, negocios dedicados a esta modalidad de cultivo, 1.001 pertenecen a Cáceres y 524 a Badajoz. Oficialmente, el número de empresas dedicadas a esta actividad en Extremadura es 158 [1], aunque esta cifra no incluye los negocios familiares con instalaciones sencillas en las que trabajan 1-2 personas, ni los invernaderos dedicados a la enseñanza, rehabilitación, etc.

Se ha compilado información sobre la ubicación de las 1.525 instalaciones encontrados en Extremadura dedicadas al cultivo en invernadero, distribuidas por municipios, OCA, comarcas-mancomunidades y provincias. Todas las comarcas-mancomunidades, a excepción de Las Hurdes, poseen algún municipio con instalaciones invernadas; en el extremo opuesto se encuentran La Vera (15 poblaciones), Vegas Altas de Badajoz (13), Campiña Sur (13), Tierra de Mérida-Vegas Bajas (12), Valle del Alagón (12), Campo Arañuelo (10), Sierra de Gata (10), etc. Por lo que respecta a los municipios, el primer puesto lo ocupa Miajadas (125), seguido por Jaraíz de la Vera (116), Garganta la Olla (100), Cuacos de Yuste (91), Talayuela (80), Don Benito (67), Santa Amalia (52), etc. (Tabla 218).

Tabla 218. Distribución territorial de los negocios dedicados al cultivo de invernadero en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Municipio	OCA	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernadero	Nº unidades estructurales de producción
Ahíllones	Llerena	Campaña Sur	Badajoz	1	1
Alagón del Río	Galisteo	Valle del Alagón	Cáceres	4	5
Alange	Almendralejo	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	2	2
Alburquerque	Alburquerque	Tierra de Badajoz	Badajoz	2	4
Alcántara	Alcántara	Tajo-Salor	Cáceres	2	6
Alcollarín	Madrigalejo	Vegas Altas (CC)	Cáceres	1	1
Alconchel	Olivenza	Llanos de Olivenza	Badajoz	1	1
Alconera	Zafra	Zafra-Río Bodión	Badajoz	1	10
Aldeacentenera	Trujillo	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	1	1
Aldeanueva de la Vera	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	15	43
Aldehuela del Jerte	Galisteo	Valle del Alagón	Cáceres	1	2
Alía	Guadalupe	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	1	1
Aljucén	Mérida	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	1	1
Almoharín*1	Miajadas	Sierra de Montánchez/Vegas Altas (CC)	Cáceres	5	9
Azuaga	Azuaga	Campaña Sur	Badajoz	21	62
Badajoz	Badajoz	Tierra de Badajoz	Badajoz	28	47
Barcarrota	Barcarrota	Llanos de Olivenza	Badajoz	4	9
Barrado	Navaconcejo	Valle del Jerte	Cáceres	1	1
Belvís de Monroy	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	1	3
Benquerencia de la Serena	Castuera	La Serena	Badajoz	1	2
Berlanga	Azuaga	Campaña Sur	Badajoz	6	16
Cáceres	Cáceres	Tajo-Salor	Cáceres	7	9
Cadalso de Gata	Villanueva de la Sierra	Sierra de Gata	Cáceres	1	2
Calzadilla	Coria	Valle del Alagón	Cáceres	5	8
Campanario	Castuera	La Serena	Badajoz	1	1
Campo Lugar	Miajadas	Vegas Altas (CC)	Cáceres	24	58
Cañamero	Logrosán	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	1	1
Capilla	Cabeza del Buey	La Serena	Badajoz	1	2

Municipio	OCA	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernadero	Nº unidades estructurales de producción
Carmonita	Mérida	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	1	2
Casar de Cáceres	Arroyo de la Luz	Tajo-Salor	Cáceres	2	14
Casas de Don Gómez	Coria	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	1	1
Casas de Millán	Cáceres	Riberos del Tajo	Cáceres	1	1
Casas del Monte	Hervás	Valle del Ambroz	Cáceres	1	2
Casatejada	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	15	37
Casillas de Coria	Coria	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	1	5
Castuera	Castuera	La Serena	Badajoz	1	1
Ceclavín	Alcántara	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	1	1
Collado	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	38	86
Coria	Coria	Valle del Alagón	Cáceres	15	28
Corte de Peleas	Santa Marta de los Barros	Tierra de Barros	Badajoz	1	1
Cristina	Guareña	Vegas Altas (BA)	Badajoz	1	1
Cuacos de Yuste	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	91	255
Don Benito	Don Benito	Vegas Altas (BA)	Badajoz	67	112
El Torno	Navaconcejo	Valle del Jerte	Cáceres	1	4
Eljas	Hoyos	Sierra de Gata	Cáceres	1	1
Escorial	Miajadas	Vegas Altas (CC)	Cáceres	4	5
Esparragalejo	Mérida	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	1	1
Fregenal de la Sierra	Fregenal de la Sierra	Sierra Suroeste	Badajoz	4	6
Fuente de Cantos	Fuente de Cantos	Tentudía	Badajoz	2	3
Fuente del Arco	Llerena	Campaña Sur	Badajoz	1	1
Fuente del Maestre	Villafranca de los Barros	Zafra-Río Bodión	Badajoz	17	28
Galisteo	Galisteo	Valle del Alagón	Cáceres	9	13
Garbayuela	Herrera del Duque	La Siberia	Badajoz	1	1
Garganta la Olla	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	100	280
Garlitos	Cabeza del Buey	La Siberia	Badajoz	1	1
Gata	Hoyos	Sierra de Gata	Cáceres	4	6
Granja de Torrehermosa	Azuaga	Campaña Sur	Badajoz	11	34

Municipio	OCA	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernadero	Nº unidades estructurales de producción
Guadalupe	Guadalupe	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	1	1
Guadiana del Caudillo	Badajoz	Tierra de Badajoz	Badajoz	6	19
Guareña	Guareña	Vegas Altas (BA)	Badajoz	15	30
Guijo de Coria	Coria	Valle del Alagón	Cáceres	1	7
Guijo de Galisteo	Montehermoso	Valle del Alagón	Cáceres	8	9
Guijo de Santa Bárbara	Jarandilla de la Vera	La Vera	Cáceres	1	1
Hernán-Pérez	Villanueva de la Sierra	Sierra de Gata	Cáceres	1	9
Herrera del Duque	Herrera del Duque	La Siberia	Badajoz	2	2
Hervás	Hervás	Valle del Ambroz	Cáceres	5	5
Higuera de Llerena	Campillo de Llerena	Campaña Sur	Badajoz	3	9
Higuera la Real	Fregenal de la Sierra	Sierra Suroeste	Badajoz	1	1
Holguera	Galisteo	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	13	14
Hornachos	Villafranca de los Barros	Tierra de Barros	Badajoz	6	8
Hoyos	Hoyos	Sierra de Gata	Cáceres	1	1
Huélaga	Moraleja	Valle del Alagón	Cáceres	5	8
Jaraicejo	Trujillo	Comarca de Trujillo	Cáceres	1	1
Jaraíz de la Vera	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	116	261
Jarandilla de la Vera	Jarandilla de la Vera	La Vera	Cáceres	20	30
Jerez de los Caballeros	Jerez de los Caballeros	Sierra Suroeste	Badajoz	3	4
Jerte	Navaconcejo	Valle del Jerte	Cáceres	1	3
La Garrovilla	Montijo	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	1	1
La Haba	Villanueva de la Serena	Vegas Altas (BA)	Badajoz	1	1
La Parra	Santa Marta de los Barros	Zafra-Río Bodión	Badajoz	2	3
La Zarza	Guareña	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	7	8
Llerena	Llerena	Campaña Sur	Badajoz	3	3
Lobón	Talavera la Real	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	4	4
Logrosán	Logrosán	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	3	5
Los Santos de Maimona	Zafra	Zafra-Río Bodión	Badajoz	5	10
Losar de la Vera	Villanueva de la Vera	La Vera	Cáceres	21	41

Municipio	OCA	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernadero	Nº unidades estructurales de producción
Madrigal de la Vera	Villanueva de la Vera	La Vera	Cáceres	9	9
Madrigalejo	Madrigalejo	Vegas Altas (CC)	Cáceres	2	3
Madroñera	Trujillo	Comarca de Trujillo	Cáceres	1	1
Maguilla	Azuaga	Campaña Sur	Badajoz	4	6
Majadas de Tiétar	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	6	20
Malpartida de Cáceres	Arroyo de la Luz	Tajo-Salor	Cáceres	1	1
Malpartida de Plasencia	Plasencia	Riberos del Tajo	Cáceres	7	10
Manchita	Guareña	Vegas Altas (BA)	Badajoz	2	3
Medellín	Don Benito	Vegas Altas (BA)	Badajoz	24	45
Medina de las Torres	Zafra	Zafra-Río Bodión	Badajoz	1	4
Mengabril	Don Benito	Vegas Altas (BA)	Badajoz	6	12
Mérida	Mérida	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	12	28
Miñadas	Miñadas	Vegas Altas (CC)	Cáceres	125	149
Montehermoso	Montehermoso	Valle del Alagón	Cáceres	9	11
Montemolín	Monesterio	Tentudía	Badajoz	1	1
Monterrubio de la Serena	Castuera	La Serena	Badajoz	1	1
Montijo	Montijo	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	23	52
Moraleja	Moraleja	Sierra de Gata	Cáceres	9	16
Morcillo	Montehermoso	Valle del Alagón	Cáceres	3	6
Navaconcejo	Navaconcejo	Valle del Jerte	Cáceres	1	1
Navalmoral de la Mata	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	17	26
Navalvillar de Pela	Orellana la Vieja	Vegas Altas (BA)	Badajoz	5	7
Olivenza	Olivenza	Llanos de Olivenza	Badajoz	2	3
Pasarón de la Vera	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	11	23
Peñalsordo	Cabeza del Buey	La Serena	Badajoz	5	12
Peraleda de la Mata	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	1	1
Plasencia	Plasencia	Tierra de Plasencia	Cáceres	11	18
Pozuelo de Zarzón	Montehermoso	Valle del Alagón	Cáceres	1	2
Puebla de Alcocer	Talarrubias	La Siberia	Badajoz	1	2

Municipio	OCA	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernadero	Nº unidades estructurales de producción
Puebla de la Calzada	Montijo	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	4	8
Puebla de Sancho Pérez	Zafra	Zafra-Río Bodión	Badajoz	2	3
Pueblonuevo del Guadiana	Badajoz	Tierra de Badajoz	Badajoz	4	15
Rena	Don Benito	Vegas Altas (BA)	Badajoz	4	5
Riolobos	Galisteo	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	35	46
Robledillo de Trujillo	Trujillo	Comarca de Trujillo	Cáceres	1	1
Rosalejo	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	37	75
Salvatierra de Santiago	Montánchez	Sierra de Montánchez	Cáceres	1	1
San Vicente de Alcántara	Valencia de Alcántara	Tierra de Badajoz	Badajoz	1	3
Santa Amalia	Don Benito	Vegas Altas (BA)	Badajoz	52	84
Santibáñez el Bajo	Montehermoso	Trasierra-Tierras de Granadilla	Cáceres	1	1
Saucedilla	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	2	6
Serradilla	Galisteo	Riberos del Tajo	Cáceres	1	1
Serrejón	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	2	2
Solana de los Barros	Almendralejo	Tierra de Barros	Badajoz	1	1
Talarrubias	Talarrubias	La Siberia	Badajoz	1	2
Talaván	Cáceres	Tajo-Salor	Cáceres	1	1
Talavera la Real	Talavera la Real	Tierra de Badajoz	Badajoz	10	33
Talaveruela de la Vera	Villanueva de la Vera	La Vera	Cáceres	1	1
Talayuela	Talayuela	Campo Arañuelo	Cáceres	80	179
Táliga	Barcarrota	Llanos de Olivenza	Badajoz	1	1
Tejeda de Tiétar	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	12	37
Toril	Navalmoral de la Mata	Campo Arañuelo	Cáceres	2	3
Torre de Don Miguel	Hoyos	Sierra de Gata	Cáceres	1	1
Torre de Santa María	Montánchez	Sierra de Montánchez	Cáceres	1	1
Torreçilla de los Angeles	Villanueva de la Sierra	Sierra de Gata	Cáceres	1	1
Torrejoncillo	Coria	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	2	4
Torremayor	Montijo	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	3	24
Torremejía	Almendralejo	Tierra de Barros	Badajoz	4	12

Municipio	OCA	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernadero	Nº unidades estructurales de producción
Torremenga	Jaraíz de la Vera	La Vera	Cáceres	13	37
Trasierra	Llerena	Campaña Sur	Badajoz	3	3
Trujillo	Trujillo	Comarca de Trujillo	Cáceres	1	3
Usagre	Llerena	Campaña Sur	Badajoz	4	8
Valdastillas	Navaconcejo	Valle del Jerte	Cáceres	1	1
Valdecaballeros	Herrera del Duque	La Siberia	Badajoz	1	1
Valdelacalzada	Montijo	Tierra de Badajoz	Badajoz	5	7
Valdelacasa de Tajo	Navalmoral de la Mata	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	1	3
Valdeobispo	Plasencia	Valle del Alagón	Cáceres	5	5
Valdetorres	Guareña	Vegas Altas (BA)	Badajoz	3	6
Valencia de Alcántara	Valencia de Alcántara	Sierra de San Pedro	Cáceres	2	2
Valencia de las Torres	Campillo de Llerena	Campaña Sur	Badajoz	1	2
Valencia del Ventoso	Fuente de Cantos	Zafra-Río Bodión	Badajoz	4	10
Valverde de la Vera	Villanueva de la Vera	La Vera	Cáceres	3	19
Valverde de Leganés	Olivenza	Llanos de Olivenza	Badajoz	2	2
Valverde de Llerena	Azuaga	Campaña Sur	Badajoz	1	2
Valverde del Fresno	Hoyos	Sierra de Gata	Cáceres	3	4
Vegaviana	Moraleja	Sierra de Gata	Cáceres	2	2
Villafranca de los Barros	Villafranca de los Barros	Tierra de Barros	Badajoz	10	47
Villagarcía de la Torre	Llerena	Campaña Sur	Badajoz	4	5
Villagonzalo	Guareña	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	7	7
Villanueva de la Serena	Villanueva de la Serena	Vegas Altas (BA)	Badajoz	32	49
Villanueva de la Vera	Villanueva de la Vera	La Vera	Cáceres	10	12
Villar de Rena	Villanueva de la Serena	Vegas Altas (BA)	Badajoz	13	19
Zafra	Zafra	Zafra-Río Bodión	Badajoz	7	19
Zahínos	Jerez de los Caballeros	Sierra Suroeste	Badajoz	7	10
Zalamea de la Serena	Castuera	La Serena	Badajoz	1	1
*1 El municipio de Almoharín pertenece a dos mancomunidades: Sierra de Montánchez y Vegas Altas (CC)				1.525	3.030

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que se refiere a las OCA, o distribución territorial basada en criterios estrictamente agrarios, no todas ellas contienen municipios con negocios agrícolas dotados de invernaderos; así, en las de Casar de Palomero (Las Hurdes) y Castañar de Ibor (Villuercas-Ibores-Jara) no se han encontrado instalaciones invernadas (Tabla 219). En general, las OCA presentan valores heterogéneos; así, en el extremo opuesto a las dos anteriores, se encuentran las de Jaraíz de la Vera, con 396 negocios con invernaderos, Miajadas con 163, Don Benito con 153, etc.

Tabla 219. Clasificación de las OCA de Extremadura en función del número de negocios dedicados al cultivo en invernadero y de los municipios en los que estos se ubican.

Nº orden OCA	OCA	Nº municipios con invernaderos	Nº negocios con invernaderos
1	Alburquerque	1	2
2	Alcántara	2	3
3	Almendralejo	3	7
4	Arroyo de la Luz	2	3
5	Azuaga	5	43
6	Badajoz	3	38
7	Barcarrota	2	5
8	Cabeza del Buey	3	7
9	Cáceres	3	9
10	Campillo de Llerena	2	4
11	Casar de Palomero	0	0
12	Castañar de Ibor	0	0
13	Castuera	5	5
14	Coria	6	25
15	Don Benito	5	153
16	Fregenal de la Sierra	2	5
17	Fuente de Cantos	2	6
18	Galisteo	6	64
19	Guadalupe	2	2
20	Guareña	6	35
21	Herrera del Duque	3	4
22	Hervás	2	6

Nº orden OCA	OCA	Nº municipios con invernaderos	Nº negocios con invernaderos
23	Hoyos	5	11
24	Jaraíz de la Vera	8	396
25	Jarandilla de la Vera	2	21
26	Jerez de los Caballeros	2	10
27	Llerena	6	16
28	Logrosán	2	4
29	Madrigalejo	2	3
30	Mérida	4	16
31	Miajadas	4	163
32	Monesterio	1	1
33	Montánchez	2	2
34	Montehermoso	5	22
35	Montijo	5	36
36	Moraleja	3	16
37	Navaconcejo	5	5
38	Navalmoral de la Mata	10	87
39	Olivenza	3	5
40	Orellana la Vieja	1	7
41	Plasencia	3	23
42	Santa Marta de los Barros	2	3
43	Talarrubias	2	2
44	Talavera la Real	2	14
45	Talayuela	1	80
46	Trujillo	5	7
47	Valencia de Alcántara	2	5
48	Villafranca de los Barros	3	35
49	Villanueva de la Serena	3	46
50	Villanueva de la Sierra	3	3

Nº orden OCA	OCA	Nº municipios con invernaderos	Nº negocios con invernaderos
51	Villanueva de la Vera	5	44
52	Zafra	5	16

(Fuente: elaboración propia).

Sobre el mapa de las OCA editado por la Junta de Extremadura [1038] se han situado una serie de referencias que hacen mención a los siguientes extremos: el primer dígito alude al número de municipios con invernaderos en cada una de ellas y el segundo al número de negocios con este tipo de instalaciones (Figura 345).

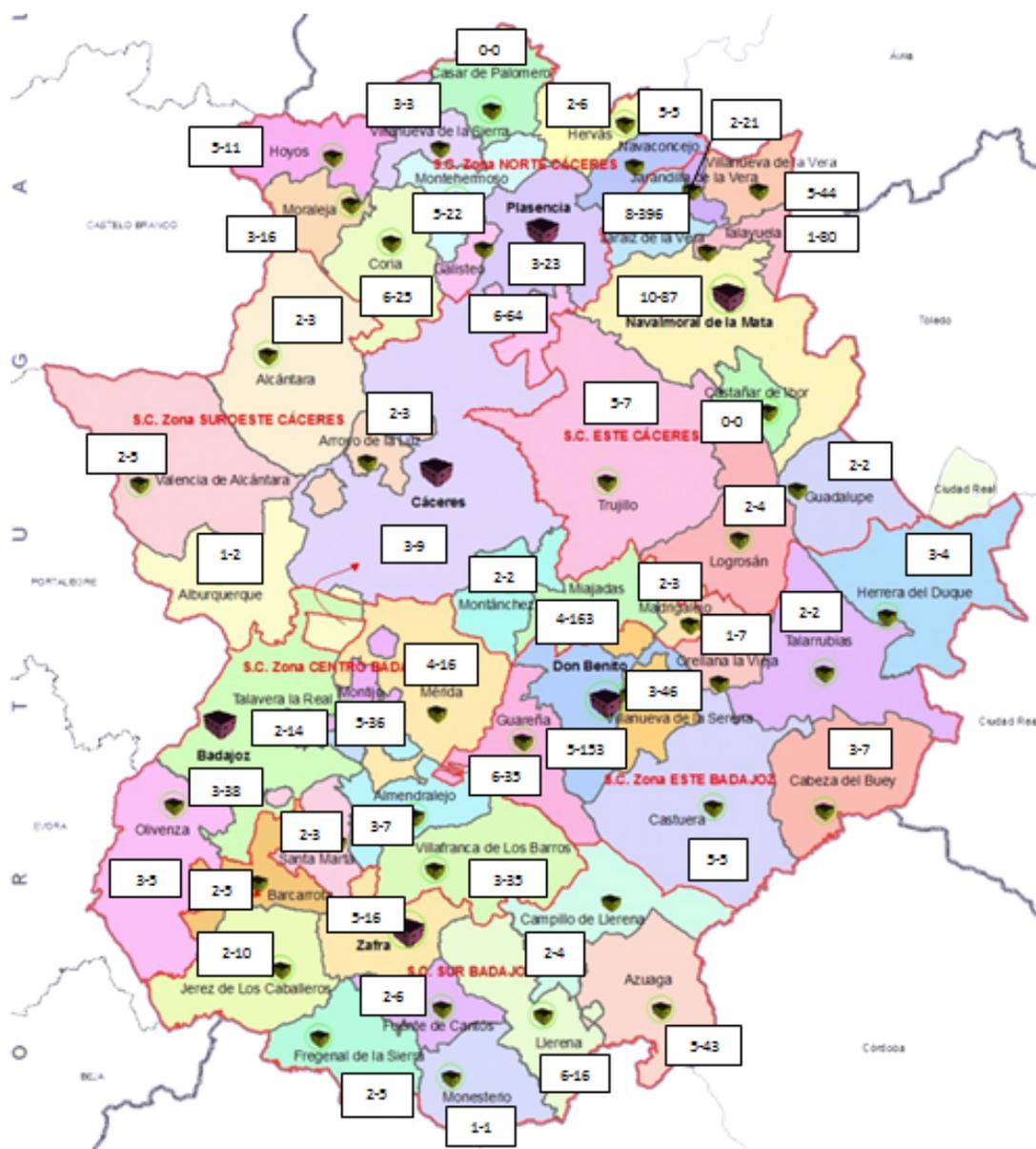


Figura 345. Mapa de las OCA de Extremadura con referencias al número de municipios con invernaderos y al número de negocios con este tipo de instalaciones.

(Fuente: elaboración propia sobre el mapa de las OCA de la Junta de Extremadura [1038]).

Con respecto a las mancomunidades y comarcas, sólo la de Las Hurdes (Cáceres) carece de invernaderos. En general muestran, asimismo, cifras muy heterogéneas. Así, en La Vera se ubican 461 unidades de negocio, seguida por Vegas Altas de Badajoz con 227, Campo Arañuelo con 164, Vegas Altas de Cáceres con 157, etc. (Tabla 220).

Tabla 220. Clasificación de las comarcas y mancomunidades administrativas de Extremadura en función del número de negocios dedicados al cultivo en invernadero.

Nº orden Comarca/Mancomunidad	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernaderos	Nº unidades estructurales de producción	Relación número de unidades estructurales por negocio
1	Campaña Sur	Badajoz	63	152	2,4
2	Campo Arañuelo	Cáceres	164	351	2,1
3	Comarca de Trujillo	Cáceres	4	6	1,5
4	La Serena	Badajoz	11	20	1,8
5	La Siberia	Badajoz	7	9	1,3
6	La Vera	Cáceres	461	1135	2,5
7	Las Hurdes	Cáceres	0	0	0,0
8	Llanos de Olivenza	Badajoz	10	16	1,6
9	Riberos del Tajo	Cáceres	9	12	1,3
10	Rivera de Fresnedosa	Cáceres	54	70	1,3
11	Sierra de Gata	Cáceres	25	42	1,7
12	Sierra de Montánchez	Cáceres	2	2	1,0
13	Sierra de Montánchez/Vegas Altas (CC)	Cáceres	5	9	1,8
14	Sierra de San Pedro	Cáceres	2	2	1,0
15	Sierra Suroeste	Badajoz	15	21	1,4
16	Tajo-Salor	Cáceres	13	31	2,4
17	Tentudía	Badajoz	3	4	1,3
18	Tierra de Badajoz	Badajoz	58	126	2,2
19	Tierra de Barros	Badajoz	24	67	2,8
20	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	Badajoz	67	137	2,0
21	Tierra de Plasencia	Cáceres	11	18	1,6
22	Trasierra-Tierras de Granadilla	Cáceres	1	1	1,0
23	Valle del Alagón	Cáceres	66	104	1,6
24	Valle del Ambroz	Cáceres	6	7	1,2

Nº orden Comarca/Mancomunidad	Comarca/Mancomunidad	Provincia	Nº negocios con invernaderos	Nº unidades estructurales de producción	Relación número de unidades estructurales por negocio
25	Valle del Jerte	Cáceres	5	10	2,0
26	Vegas Altas (BA)	Badajoz	227	372	1,6
27	Vegas Altas (CC)	Cáceres	157	215	1,4
28	Villuercas-Ibores-Jara	Cáceres	10	10	1,0
29	Zafra-Río Bodión	Badajoz	39	87	2,2

(Fuente: elaboración propia).

El análisis estadístico descriptivo de frecuencias del número de negocios dedicados al cultivo en invernadero en función del TM muestra una distribución muy heterogénea, con 65 municipios con una única empresa; por el contrario, hay 3 que igualan o superan los 100 negocios, aparentemente individuales, como ocurre en Miajadas (125), Jaraíz de la Vera (116) y Garganta la Olla (100) (Tabla 221).

Tabla 221. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias del número de negocios dedicados al cultivo de invernadero en función del término municipal.

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	65	38,0	38,0
	2	18	10,5	48,5
	3	13	7,6	56,1
	4	14	8,2	64,3
	5	8	4,7	69,0
	6	4	2,3	71,3
	7	7	4,1	75,4
	8	2	1,2	76,6
	9	5	2,9	79,5
	10	3	1,8	81,3
	11	3	1,8	83,0
	12	2	1,2	84,2
	13	2	1,2	85,4
	14	1	0,6	86,0
	15	4	2,3	88,3
	17	2	1,2	89,5
	20	1	0,6	90,1
	21	2	1,2	91,2
	23	1	0,6	91,8
24	2	1,2	93,0	
28	1	0,6	93,6	
32	1	0,6	94,2	
35	1	0,6	94,7	
37	1	0,6	95,3	
38	1	0,6	95,9	

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	52	1	0,6	96,5
	67	1	0,6	97,1
	80	1	0,6	97,7
	91	1	0,6	98,2
	100	1	0,6	98,8
	116	1	0,6	99,4
	125	1	0,6	100
	Total	171	100	

(Fuente: elaboración propia).

El análisis de las principales variables estadísticas relacionadas con el número de negocios dedicados al cultivo de invernadero en función de los TM (Tabla 222) revela una media de casi 9 negocios por municipio, entre aquellos que poseen, al menos, 1 invernadero; sin embargo, el percentil 75 alcanza sólo un valor de 7,00.

Tabla 222. Principales variables estadísticas correspondientes al número de negocios dedicados a esta modalidad de cultivo en función del término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.

N	Válidos	171
	Perdidos	0
Media		8,92
Mediana		3,00
Moda		1
Desviación típica		18,915
Varianza		357,793
Rango		124
Mínimo		1
Máximo		125
Suma		1.525
Percentiles	25	1,00
	50	3,00
	75	7,00
	95	37,40

(Fuente: elaboración propia).

Anexo 3.2. Unidades estructurales de producción invernada

Este apartado contiene una relación de lo que en este estudio se ha optado por denominar "unidad estructural de producción", o estructuras invernadas individuales con independencia de su tamaño; por tanto, un mismo negocio puede poseer varias unidades estructurales de producción. De esta forma, es posible calcular la superficie media de cada estructura invernada por territorios y averiguar, por ejemplo, si las instalaciones de la provincia de Badajoz son de mayor tamaño que las de Cáceres, a pesar de ser menos numerosas. El número de unidades detectadas es de 3.030; por consiguiente, la superficie media de cada estructura es de 794 m² y cada negocio dedicado a esta actividad presenta una superficie media de 1.462

m². La relación entre el número de unidades estructurales de producción y el de negocios, familiares o no, es de 1,99; es decir, cada empresa dispone, por término medio, de dos invernaderos aproximadamente.

El tamaño de las unidades estructurales de producción es muy heterogéneo, ya que mientras algunas de ellas apenas alcanzan 100 m², otras superan las 10 ha, como la instalación existente en el TM de Navalvillar de Pela (Badajoz), cuya superficie es de 12 ha en una única estructura (Figura 346) dedicada a la producción de pepino y pimiento destinada a mercados centroeuropeos.



Figura 346. Invernadero de 12 ha situado en el TM de Navalvillar de Pela (Badajoz) (el de mayor superficie de la C.A. de Extremadura) [1039].

(Fuente: Visor SIGPAC de la Junta de Extremadura [1039]).

La segunda mayor estructura invernada de Extremadura se ubica en el TM de Don Benito (Badajoz). Se trata de una única instalación de 9,7 ha, con cubierta de vidrio (estilo centroeuropeo, por tanto), dotada tecnológicamente (pantallas húmedas, ventilación cenital automática, inyección carbónica, control químico y biológico, riego por goteo, etc.), dedicada a la producción de pepino destinado a la exportación en envases individuales de 400 g (Figura 347).

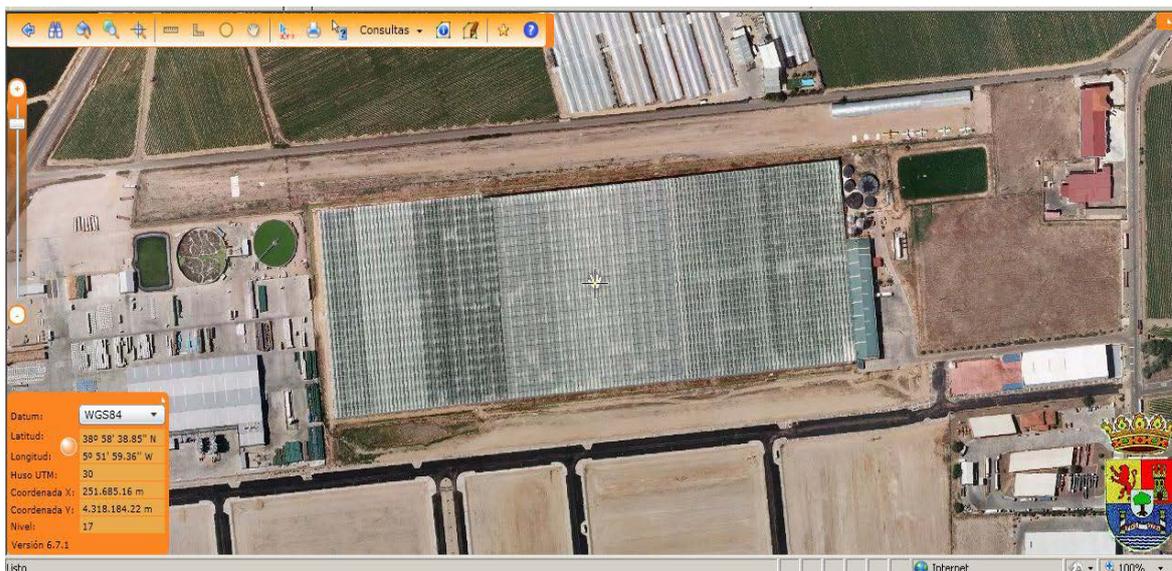


Figura 347. Invernadero de vidrio de 9,7 ha (el segundo de mayor tamaño en la C.A. de Extremadura) situado en el TM de Don Benito [1039].
(Fuente: Visor SIGPAC de la Junta de Extremadura [1039]).

Todas las OCA, salvo las de Casar de Palomero (Las Hurdes) y Castañar de Ibor (Villuercas-Ibores-Jara) poseen unidades estructurales de producción, con una distribución territorial muy irregular (Tabla 223). Las OCA con mayor número de unidades son las de Jaraíz de la Vera (1.022), Don Benito (258), Miajadas (216), Talayuela (179), Navalmoral de la Mata (173), etc.

Una información relevante es la proporcionada por la relación entre el número de unidades estructurales y el número de negocios con invernaderos. De esta forma es posible conocer el número medio de instalaciones por empresa. Esta clasificación la lidera la OCA de Arroyo de la Luz (Cáceres, 5,0), seguida por la de Villanueva de la Sierra (Cáceres, 4,0), Zafra (Badajoz, 2,9), Azuaga y Campillo de Llerena (Badajoz, 2,8), etc.

Tabla 223. Clasificación de las OCA de Extremadura en función del número de unidades estructurales de producción.

Nº orden OCA	OCA	Nº municipios con invernaderos	Nº negocios con invernaderos	Nº unidades estructurales de producción	Nº unidades estructurales por negocio
1	Alburquerque	1	2	4	2,0
2	Alcántara	2	3	7	2,3
3	Almendralejo	3	7	15	2,1
4	Arroyo de la Luz	2	3	15	5,0
5	Azuaga	5	43	120	2,8
6	Badajoz	3	38	81	2,1
7	Barcarrota	2	5	10	2,0

Nº orden OCA	OCA	Nº municipios con invernaderos	Nº negocios con invernaderos	Nº unidades estructurales de producción	Nº unidades estructurales por negocio
8	Cabeza del Buey	3	7	15	2,1
9	Cáceres	3	9	11	1,2
10	Campillo de Llerena	2	4	11	2,8
11	Casar de Palomero	0	0	0	0,0
12	Castañar de Ibor	0	0	0	0,0
13	Castuera	5	5	6	1,2
14	Coria	6	25	53	2,1
15	Don Benito	5	153	258	1,7
16	Fregenal de la Sierra	2	5	7	1,4
17	Fuente de Cantos	2	6	13	2,2
18	Galisteo	6	64	80	1,3
19	Guadalupe	2	2	2	1,0
20	Guareña	6	35	55	1,6
21	Herrera del Duque	3	4	4	1,0
22	Hervás	2	6	7	1,2
23	Hoyos	5	11	12	1,1
24	Jaraíz de la Vera	8	396	1.022	2,6
25	Jarandilla de la Vera	2	21	31	1,5
26	Jerez de los Caballeros	2	10	14	1,4
27	Llerena	6	16	21	1,3
28	Logrosán	2	4	6	1,5
29	Madrigalejo	2	3	4	1,3
30	Mérida	4	16	31	1,9
31	Miajadas	4	163	216	1,3
32	Monesterio	1	1	1	1,0
33	Montánchez	2	2	2	1,0
34	Montehermoso	5	22	29	1,3

Nº orden OCA	OCA	Nº municipios con invernaderos	Nº negocios con invernaderos	Nº unidades estructurales de producción	Nº unidades estructurales por negocio
35	Montijo	5	36	92	2,6
36	Moraleja	3	16	26	1,6
37	Navaconcejo	5	5	10	2,0
38	Navalmoral de la Mata	10	87	173	2,0
39	Olivenza	3	5	6	1,2
40	Orellana la Vieja	1	5	7	1,4
41	Plasencia	3	23	33	1,4
42	Santa Marta de los Barros	2	3	4	1,3
43	Talarrubias	2	2	4	2,0
44	Talavera la Real	2	14	37	2,6
45	Talayuela	1	80	179	2,2
46	Trujillo	5	5	7	1,4
47	Valencia de Alcántara	2	3	5	1,7
48	Villafranca de los Barros	3	35	81	2,3
49	Villanueva de la Serena	3	46	69	1,5
50	Villanueva de la Sierra	3	3	12	4,0
51	Villanueva de la Vera	5	44	82	1,9
52	Zafra	5	16	46	2,9

(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a las mancomunidades y comarcas, sólo la de Las Hurdes (Cáceres) carece de invernaderos. En general, se mantiene el patrón irregular seguido con las OCA. Así, en la mancomunidad de La Vera se ubican 1.135 estructuras individuales, seguida por Vegas Altas de Badajoz con 372, Campo Arañuelo con 351, Vegas Altas de Cáceres con 215, etc. (Tabla 220).

Las comarcas-mancomunidades que poseen una mayor ratio entre el número de unidades estructurales y el número de negocios dedicados al cultivo en invernadero son Tierra de Barros (2,8), La Vera (2,5), Campiña Sur y Tajo-Salor (2,4), etc. (Tabla 220).

Las unidades estructurales de producción o instalaciones individuales que reúnen las características necesarias para ser calificadas como invernaderos [15] presentan, como se ha visto, una distribución heterogénea en función de los TM (Tabla 224).

El análisis estadístico descriptivo de frecuencias del número de unidades estructurales en función de los TM revela que 51 municipios tienen una única unidad, mientras otros superan ampliamente las 200, como Garganta la Olla (280), Jaraíz de la Vera (261) y Cuacos de Yuste (255).

Tabla 224. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias del número de unidades estructurales de producción en función del término municipal

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	51	29,8	29,8
	2	17	9,9	39,8
	3	11	6,4	46,2
	4	7	4,1	50,3
	5	9	5,3	55,6
	6	8	4,7	60,2
	7	3	1,8	62,0
	8	5	2,9	64,9
	9	6	3,5	68,4
	10	5	2,9	71,3
	11	1	0,6	71,9
	12	4	2,3	74,3
	13	2	1,2	75,4
	14	1	0,6	76,0
	15	1	0,6	76,6
	16	2	1,2	77,8
	18	1	0,6	78,4
	19	4	2,3	80,7
	20	1	0,6	81,3
	23	1	0,6	81,9
	24	1	0,6	82,5
	26	1	0,6	83,0
	28	3	1,8	84,8
	30	2	1,2	86,0
	33	1	0,6	86,5
	34	1	0,6	87,1
	37	3	1,8	88,9
	41	1	0,6	89,5
	43	1	0,6	90,1
	45	1	0,6	90,6
	46	1	0,6	91,2
	47	2	1,2	92,4
	49	1	0,6	93,0
	52	1	0,6	93,6
58	1	0,6	94,2	
62	1	0,6	94,7	
75	1	0,6	95,3	
84	1	0,6	95,9	

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	86	1	0,6
	112	1	0,6
	149	1	0,6
	179	1	0,6
	255	1	0,6
	261	1	0,6
	280	1	0,6
	Total	171	100

(Fuente: elaboración propia).

El análisis de las principales variables estadísticas relacionadas con el número de unidades estructurales de producción en función de los TM (Tabla 225), proporciona una media de 17,7 unidades por municipio, con una mediana de 4,00, un percentil 75 de 13,0, etc.

Tabla 225. Principales variables estadísticas correspondientes al número de unidades estructurales de producción por TM, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.

N	Válidos	171
	Perdidos	0
Media		17,72
Mediana		4,00
Moda		1
Desviación típica		41,148
Varianza		1.693,168
Rango		279
Mínimo		1
Máximo		280
Suma Percentiles	3.030	
	25	1.00
	50	4.00
	75	13.00
	95	78.60

(Fuente: elaboración propia).

Anexo 3.3. Superficie dedicada al cultivo de invernadero en Extremadura

La superficie total consagrada al cultivo en invernadero, localizada a través de las herramientas descritas en el presente trabajo, es de 223 ha, un 9,8% superior a la recogida en las estadísticas oficiales [2].

En este epígrafe se muestran los resultados correspondientes a la superficie media por municipio, por unidad de negocio y por unidad estructural de producción (Tabla 226); por OCA (Tabla 223); por comarca-mancomunidad (Tabla 220) y, finalmente, por provincia.

La superficie invernada media por municipio, entre aquellos que cuentan con algún invernadero, es de 1,3 ha, con valores medios caracterizados por su distribución irregular. Las poblaciones con mayor

superficie invernada suelen situarse en zonas de regadío y con cierta tradición en esta modalidad de cultivo, como Don Benito, Talavera la Real, Montijo, etc.

Tabla 226. Superficie invernada en los municipios de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Municipio	Superficie (ha)	Superficie media por unidad de negocio (ha)	Superficie media por unidad estructural (ha)
Ahillones	0,01	0,01	0,01
Alagón del Río	0,35	0,09	0,07
Alange	1,22	0,61	0,61
Alburquerque	0,38	0,19	0,10
Alcántara	0,19	0,09	0,03
Alcollarín	0,07	0,07	0,07
Alconchel	0,04	0,04	0,04
Alconera	0,52	0,52	0,05
Aldeacentenera	0,47	0,47	0,47
Aldeanueva de la Vera	0,85	0,06	0,02
Aldehuela del Jerte	0,03	0,03	0,01
Alía	0,02	0,02	0,02
Aljucén	0,01	0,01	0,01
Almoharín*1	0,12	0,02	0,01
Azuaga	1,26	0,06	0,02
Badajoz	5,51	0,20	0,12
Barcarrota	0,39	0,10	0,04
Barrado	0,02	0,02	0,02
Belvís de Monroy	0,17	0,17	0,06
Benquerencia de la Serena	0,10	0,10	0,05
Berlanga	1,12	0,19	0,07
Cáceres	0,36	0,05	0,04
Cadalso de Gata	0,10	0,10	0,05
Calzadilla	5,06	1,01	0,63
Campanario	0,36	0,36	0,36

Municipio	Superficie (ha)	Superficie media por unidad de negocio (ha)	Superficie media por unidad estructural (ha)
Campo Lugar	2,60	0,11	0,05
Cañamero	0,02	0,02	0,02
Capilla	0,03	0,03	0,01
Carmonita	0,21	0,21	0,11
Casar de Cáceres	0,47	0,23	0,03
Casas de Don Gómez	0,01	0,01	0,01
Casas de Millán	0,01	0,01	0,01
Casas del Monte	0,06	0,06	0,03
Casatejada	2,98	0,20	0,08
Casillas de Coría	0,70	0,70	0,14
Castuera	0,05	0,05	0,05
Ceclavín	0,02	0,02	0,02
Collado	2,59	0,07	0,03
Coría	3,61	0,24	0,13
Corte de Peleas	0,01	0,01	0,01
Cristina	0,02	0,02	0,02
Cuacos de Yuste	13,20	0,15	0,05
Don Benito	28,50	0,43	0,25
El Torno	0,05	0,05	0,01
Eljas	0,01	0,01	0,01
Escurial	0,08	0,02	0,02
Esparragalejo	0,01	0,01	0,01
Fregenal de la Sierra	0,40	0,10	0,07
Fuente de Cantos	0,28	0,14	0,09
Fuente del Arco	0,02	0,02	0,02
Fuente del Maestre	4,27	0,25	0,15
Galisteo	1,40	0,16	0,11
Garbayuela	0,01	0,01	0,01

Municipio	Superficie (ha)	Superficie media por unidad de negocio (ha)	Superficie media por unidad estructural (ha)
Garganta la Olla	6,15	0,06	0,02
Garlitos	0,01	0,01	0,01
Gata	0,87	0,22	0,15
Granja de Torrehermosa	0,84	0,08	0,03
Guadalupe	0,01	0,01	0,01
Guadiana del Caudillo	1,98	0,33	0,10
Guareña	1,55	0,10	0,05
Guijo de Coria	0,28	0,28	0,04
Guijo de Galisteo	1,13	0,14	0,13
Guijo de Santa Bárbara	0,01	0,01	0,01
Hernán-Pérez	0,33	0,33	0,04
Herrera del Duque	0,01	0,01	0,01
Hervás	0,08	0,02	0,02
Higuera de Ilerena	0,61	0,20	0,07
Higuera la Real	0,01	0,01	0,01
Holguera	0,29	0,02	0,02
Hornachos	0,09	0,02	0,01
Hoyos	0,01	0,01	0,01
Huélaga	1,71	0,34	0,21
Jaraicejo	0,02	0,02	0,02
Jaraíz de la Vera	12,20	0,10	0,05
Jarandilla de la Vera	1,40	0,07	0,05
Jerez de los Caballeros	0,12	0,04	0,03
Jerte	0,09	0,09	0,03
La Garrovilla	0,07	0,07	0,07
La Haba	0,01	0,01	0,01
La Parra	0,12	0,06	0,04
La Zarza	1,21	0,17	0,15

Municipio	Superficie (ha)	Superficie media por unidad de negocio (ha)	Superficie media por unidad estructural (ha)
Llerena	0,05	0,02	0,02
Lobón	0,48	0,12	0,12
Logrosán	0,09	0,03	0,02
Los Santos de Maimona	0,93	0,19	0,09
Losar de la Vera	2,58	0,12	0,06
Madrigal de la Vera	0,10	0,01	0,01
Madrigalejo	0,16	0,08	0,05
Madroñera	0,02	0,02	0,02
Maguilla	0,50	0,13	0,08
Majadas de Tiétar	0,90	0,15	0,05
Malpartida de Cáceres	0,01	0,01	0,01
Malpartida de Plasencia	0,47	0,07	0,05
Manchita	0,07	0,03	0,02
Medellín	1,65	0,07	0,04
Medina de las Torres	0,14	0,14	0,04
Mengabril	1,05	0,17	0,09
Mérida	1,03	0,09	0,04
Miajadas	5,55	0,04	0,04
Montehermoso	0,24	0,03	0,02
Montemolín	0,07	0,07	0,07
Monterrubio de la Serena	0,01	0,01	0,01
Montijo	8,57	0,37	0,16
Moraleja	1,15	0,13	0,07
Morcillo	0,20	0,07	0,03
Navaconcejo	0,01	0,01	0,01
Navalmoral de la Mata	0,68	0,04	0,03
Navalvillar de Pela	12,20	2,43	1,74
Olivenza	0,07	0,03	0,02

Municipio	Superficie (ha)	Superficie media por unidad de negocio (ha)	Superficie media por unidad estructural (ha)
Pasarón de la Vera	0,89	0,08	0,04
Peñalsordo	0,37	0,07	0,03
Peraleda de la Mata	0,06	0,06	0,06
Plasencia	0,50	0,05	0,03
Pozuelo de Zarcón	0,16	0,16	0,08
Puebla de Alcocer	0,10	0,10	0,05
Puebla de la Calzada	1,26	0,32	0,16
Puebla de Sancho Pérez	0,03	0,02	0,01
Pueblonuevo del Guadiana	5,51	1,38	0,37
Rena	0,13	0,03	0,03
Riolobos	5,55	0,16	0,12
Robledillo de Trujillo	0,03	0,03	0,03
Rosalejo	4,10	0,11	0,06
Salvaterra de Santiago	0,01	0,01	0,01
San Vicente de Alcántara	0,02	0,02	0,02
Santa Amalia	6,66	0,13	0,08
Santibáñez el Bajo	0,01	0,01	0,01
Sucedilla	0,17	0,09	0,03
Serradilla	0,21	0,21	0,21
Serrejón	0,08	0,04	0,04
Solana de los Barros	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Talarrubias	0,05	0,05	0,02
Talaván	0,03	0,03	0,03
Talavera la Real	8,78	0,88	0,27
Talaveruela de la Vera	0,04	0,04	0,04
Talayuela	12,80	0,16	0,07
Táliga	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tejeda de Tiétar	1,20	0,10	0,03

Municipio	Superficie (ha)	Superficie media por unidad de negocio (ha)	Superficie media por unidad estructural (ha)
Toril	0,10	0,06	0,03
Torre de Don Miguel	0,04	0,04	0,04
Torre de Santa María	0,01	0,01	0,01
Torrecilla de los Ángeles	0,01	0,01	0,01
Torrejuncillo	0,46	0,23	0,12
Torremayor	2,63	0,88	0,11
Torremejía	1,17	0,29	0,10
Torremenga	0,96	0,07	0,03
Trasierra	0,03	0,01	0,01
Trujillo	0,02	0,02	0,01
Usagre	1,22	0,31	0,15
Valdastillas	0,04	0,04	0,04
Valdecaballeros	0,06	0,06	0,06
Valdelacalzada	1,49	0,30	0,21
Valdelacasa de Tajo	0,01	0,01	< 0,01
Valdeobispo	0,17	0,03	0,03
Valdetorres	0,36	0,12	0,06
Valencia de Alcántara	0,04	0,02	0,02
Valencia de las Torres	0,05	0,05	0,03
Valencia del Ventoso	0,63	0,16	0,06
Valverde de la Vera	1,42	0,47	0,08
Valverde de Leganés	0,02	0,01	0,01
Valverde de Llerena	0,03	0,03	0,01
Valverde del Fresno	0,18	0,06	0,05
Vegaviana	0,03	0,01	0,01
Villafranca de los Barros	1,27	0,13	0,03
Villagarcía de la Torre	0,42	0,10	0,08
Villagonzalo	0,55	0,08	0,08

Nº orden	Municipio	Superficie invernada (ha)	Provincia
12	Miajadas	5,55	Cáceres
13	Pueblonuevo del Guadiana	5,51	Badajoz
14	Badajoz	5,51	Badajoz
15	Calzadilla	5,06	Cáceres
16	Fuente del Maestre	4,27	Badajoz
17	Rosalejo	4,10	Cáceres
18	Coria	3,61	Cáceres
19	Casatejada	2,98	Cáceres
20	Torremayor	2,63	Badajoz
21	Campo Lugar	2,60	Cáceres
22	Collado	2,59	Cáceres
23	Losar de la Vera	2,58	Cáceres
24	Guadiana del Caudillo	1,98	Badajoz
25	Huélaga	1,71	Cáceres
26	Medellín	1,65	Badajoz
27	Guareña	1,55	Badajoz
28	Valdelacalzada	1,49	Badajoz
29	Valverde de la Vera	1,42	Cáceres
30	Galisteo	1,40	Cáceres
31	Jarandilla de la Vera	1,40	Cáceres
32	Villafranca de los Barros	1,27	Badajoz
33	Puebla de la Calzada	1,26	Badajoz
34	Azuaga	1,26	Badajoz
35	Usagre	1,22	Badajoz
36	Alange	1,22	Badajoz
37	Zafra	1,22	Badajoz
38	La Zarza	1,21	Badajoz
39	Tejeda de Tiétar	1,20	Cáceres
40	Torreeméjia	1,17	Badajoz

Nº orden	Municipio	Superficie invernada (ha)	Provincia
41	Moraleja	1,15	Cáceres
42	Guijo de Galisteo	1,13	Cáceres
43	Berlanga	1,12	Badajoz
44	Mengabril	1,05	Badajoz
45	Mérida	1,03	Badajoz

(Fuente: elaboración propia).

El análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada por TM presenta, como se ha comentado con anterioridad, valores muy heterogéneos, en un rango situado entre los 32 m² de una instalación ubicada en Táliga (Badajoz) hasta el ya mencionado caso de Don Benito, con 28,5 ha (Tabla 228).

Tabla 228. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada por término municipal.

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0,003	1	0,6	0,6
	0,004	1	0,6	1,2
	0,005	1	0,6	1,8
	0,006	1	0,6	2,3
	0,007	1	0,6	2,9
	0,007	2	1,2	4,1
	0,008	1	0,6	4,7
	0,008	1	0,6	5,3
	0,008	1	0,6	5,8
	0,009	1	0,6	6,4
	0,009	1	0,6	7,0
	0,011	1	0,6	7,6
	0,011	2	1,2	8,8
	0,012	5	2,9	11,7
	0,012	1	0,6	12,3
	0,014	1	0,6	12,9
	0,014	2	1,2	14,0
	0,014	2	1,2	15,2
	0,016	1	0,6	15,8
	0,016	1	0,6	16,4
	0,017	1	0,6	17,0
	0,019	3	1,8	18,7
0,020	1	0,6	19,3	
0,021	1	0,6	19,9	
0,021	1	0,6	20,5	
0,022	1	0,6	21,1	

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0,022	1	0,6	21,6
	0,025	1	0,6	22,2
	0,026	1	0,6	22,8
	0,026	1	0,6	23,4
	0,027	1	0,6	24,0
	0,027	1	0,6	24,6
	0,028	1	0,6	25,1
	0,032	1	0,6	25,7
	0,034	1	0,6	26,3
	0,036	1	0,6	26,9
	0,038	1	0,6	27,5
	0,040	2	1,2	28,7
	0,043	1	0,6	29,2
	0,045	1	0,6	29,8
	0,046	1	0,6	30,4
	0,050	1	0,6	31,0
	0,052	1	0,6	31,6
	0,053	1	0,6	32,2
	0,056	1	0,6	32,7
	0,060	1	0,6	33,3
	0,064	1	0,6	33,9
	0,066	1	0,6	34,5
	0,067	1	0,6	35,1
	0,068	1	0,6	35,7
	0,070	1	0,6	36,3
	0,074	1	0,6	36,8
	0,076	1	0,6	37,4
	0,081	1	0,6	38,0
	0,082	1	0,6	38,6
	0,085	1	0,6	39,2
	0,086	1	0,6	39,8
	0,088	1	0,6	40,4
	0,089	1	0,6	40,9
	0,095	1	0,6	41,5
	0,095	1	0,6	42,1
	0,095	1	0,6	42,7
	0,096	1	0,6	43,3
	0,12	1	0,6	43,9
	0,12	1	0,6	44,4
	0,12	1	0,6	45,0
	0,12	1	0,6	45,6
	0,13	1	0,6	46,2
	0,14	1	0,6	46,8
	0,16	1	0,6	47,4

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
	0,16	1	0,6	48,0
	0,17	1	0,6	48,5
	0,17	1	0,6	49,1
	0,17	1	0,6	49,7
	0,18	1	0,6	50,3
	0,19	1	0,6	50,9
	0,20	1	0,6	51,5
	0,21	1	0,6	52,0
	0,21	1	0,6	52,6
	0,24	1	0,6	53,2
	0,28	1	0,6	53,8
	0,28	1	0,6	54,4
	0,29	1	0,6	55,0
	0,33	1	0,6	55,6
	0,35	1	0,6	56,1
	0,36	1	0,6	56,7
	0,36	1	0,6	57,3
	0,36	1	0,6	57,9
	0,37	1	0,6	58,5
	0,38	1	0,6	59,1
	0,39	1	0,6	59,6
	0,40	1	0,6	60,2
	0,42	1	0,6	60,8
	0,46	1	0,6	61,4
	0,47	1	0,6	62,0
	0,47	1	0,6	62,6
	0,47	1	0,6	63,2
	0,48	1	0,6	63,7
	0,50	1	0,6	64,3
	0,50	1	0,6	64,9
	0,51	1	0,6	65,5
	0,52	1	0,6	66,1
	0,55	1	0,6	66,7
	0,61	1	0,6	67,3
	0,63	1	0,6	67,8
	0,68	1	0,6	68,4
	0,70	1	0,6	69,0
	0,83	1	0,6	69,6
	0,84	1	0,6	70,2
	0,85	1	0,6	70,8
	0,87	1	0,6	71,3
	0,89	1	0,6	71,9
	0,90	1	0,6	72,5
	0,93	1	0,6	73,1

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
	0,96	1	0,6	73,7
	1,03	1	0,6	74,3
	1,05	1	0,6	74,9
	1,12	1	0,6	75,4
	1,13	1	0,6	76,0
	1,15	1	0,6	76,6
	1,17	1	0,6	77,2
	1,20	1	0,6	77,8
	1,21	1	0,6	78,4
	1,22	1	0,6	78,9
	1,22	1	0,6	79,5
	1,22	1	0,6	80,1
	1,26	1	0,6	80,7
	1,26	1	0,6	81,3
	1,27	1	0,6	81,9
	1,40	1	0,6	82,5
	1,40	1	0,6	83,0
	1,42	1	0,6	83,6
	1,49	1	0,6	84,2
	1,55	1	0,6	84,8
	1,65	1	0,6	85,4
	1,71	1	0,6	86,0
	1,98	1	0,6	86,5
	2,58	1	0,6	87,1
	2,59	1	0,6	87,7
	2,60	1	0,6	88,3
	2,63	1	0,6	88,9
	2,98	1	0,6	89,5
	3,61	1	0,6	90,1
	4,10	1	0,6	90,6
	4,27	1	0,6	91,2
	5,06	1	0,6	91,8
	5,51	1	0,6	92,4
	5,51	1	0,6	93,0
	5,55	1	0,6	93,6
	5,55	1	0,6	94,2
	6,15	1	0,6	94,7
	6,66	1	0,6	95,3
	7,62	1	0,6	95,9
	8,57	1	0,6	96,5
	8,78	1	0,6	97,1
	12,20	1	0,6	97,7
	12,20	1	0,6	98,2
	12,80	1	0,6	98,8

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	13,20	1	0,6	99,4
	28,50	1	0,6	100
	Total	171	100	

(Fuente: elaboración propia).

El análisis de las variables estadísticas más relevantes relacionadas con la superficie invernada por TM (Tabla 229) revela una media de 1,3 ha, entre aquellas entidades locales que poseen algún invernadero.

Tabla 229. Principales variables estadísticas correspondientes a la superficie invernada por término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.

N	Válidos	171
	Perdidos	0
Media		1,303527
Mediana		0,180000
Moda		0,0120
Desviación típica		3,1922704
Varianza		10,191
Rango		28,5260
Mínimo		0,0032
Máximo		28,5292
Suma		222,9032
Percentiles	25	0,028000
	50	0,180000
	75	1,120900

(Fuente: elaboración propia).

Por lo que respecta a la superficie media por unidad de negocio, su valor, de 0,13 ha, resulta bastante pobre. Esta cifra confirma el carácter familiar de muchas empresas. Existen tres municipios cuya superficie invernada media por negocio supera 1 ha; se localizan en Navalvillar de Pela (Badajoz) con 1,74 ha, Pueblonuevo del Guadiana (Badajoz) con 1,38 ha y Calzadilla (Cáceres) con 1,01 ha. Otras cinco poblaciones sobrepasan la cifra de 0,5 ha: Talavera la Real y Torremayor (ambas en Badajoz, 0,88 ha), Casillas de Coria (Cáceres, 0,70 ha), Alange (Badajoz, 0,61 ha) y Alconera (Badajoz, 0,52 ha) (Tabla 226). El análisis estadístico descriptivo efectuado sobre la superficie media por negocio dedicado al cultivo de invernadero confirma su índole mayoritariamente familiar (Tabla 230).

Tabla 230. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada media por negocio dedicado al cultivo en invernadero en función del término municipal.

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0,002	1	0,6	0,6
	0,003	1	0,6	1,2
	0,004	1	0,6	1,8
	0,005	1	0,6	2,3

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0,006	1	0,6	2,9
	0,006	1	0,6	3,5
	0,006	2	1,2	4,7
	0,007	1	0,6	5,3
	0,007	1	0,6	5,8
	0,008	1	0,6	6,4
	0,008	2	1,2	7,6
	0,008	2	1,2	8,8
	0,009	1	0,6	9,4
	0,009	1	0,6	9,9
	0,011	1	0,6	10,5
	0,011	1	0,6	11,1
	0,011	1	0,6	11,7
	0,011	2	1,2	12,9
	0,012	4	2,3	15,2
	0,012	1	0,6	15,8
	0,013	1	0,6	16,4
	0,013	1	0,6	17,0
	0,013	1	0,6	17,5
	0,014	1	0,6	18,1
	0,014	2	1,2	19,3
	0,014	2	1,2	20,5
	0,016	1	0,6	21,1
	0,016	1	0,6	21,6
	0,016	1	0,6	22,2
	0,017	1	0,6	22,8
	0,017	2	1,2	24,0
	0,018	1	0,6	24,6
	0,019	1	0,6	25,1
	0,020	1	0,6	25,7
	0,021	1	0,6	26,3
	0,021	1	0,6	26,9
	0,021	1	0,6	27,5
	0,022	1	0,6	28,1
	0,022	1	0,6	28,7
	0,026	1	0,6	29,2
	0,026	2	1,2	30,4
	0,027	1	0,6	31,0
	0,028	1	0,6	31,6
	0,028	1	0,6	32,2
	0,032	1	0,6	32,7
	0,033	1	0,6	33,3
	0,034	1	0,6	33,9
	0,034	1	0,6	34,5

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0,034	1	0,6	35,1
	0,034	1	0,6	35,7
	0,039	2	1,2	36,8
	0,039	1	0,6	37,4
	0,040	1	0,6	38,0
	0,040	2	1,2	39,2
	0,043	1	0,6	39,8
	0,044	1	0,6	40,4
	0,045	1	0,6	40,9
	0,045	1	0,6	41,5
	0,046	1	0,6	42,1
	0,046	1	0,6	42,7
	0,050	1	0,6	43,3
	0,051	1	0,6	43,9
	0,052	1	0,6	44,4
	0,053	1	0,6	45,0
	0,056	1	0,6	45,6
	0,057	1	0,6	46,2
	0,060	2	1,2	47,4
	0,062	2	1,2	48,5
	0,064	1	0,6	49,1
	0,064	1	0,6	49,7
	0,066	1	0,6	50,3
	0,066	1	0,6	50,9
	0,068	1	0,6	51,5
	0,068	1	0,6	52,0
	0,069	1	0,6	52,6
	0,070	1	0,6	53,2
	0,070	1	0,6	53,8
	0,074	2	1,2	55,0
	0,075	1	0,6	55,6
	0,077	1	0,6	56,1
	0,078	1	0,6	56,7
	0,080	1	0,6	57,3
	0,081	1	0,6	57,9
	0,086	1	0,6	58,5
	0,086	1	0,6	59,1
	0,087	1	0,6	59,6
	0,087	1	0,6	60,2
	0,093	1	0,6	60,8
	0,095	1	0,6	61,4
	0,095	1	0,6	62,0
	0,096	1	0,6	62,6
	0,097	1	0,6	63,2

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0,10	1	0,6	63,7
0,10	1	0,6	64,3
0,10	1	0,6	64,9
0,10	1	0,6	65,5
0,10	1	0,6	66,1
0,11	1	0,6	66,7
0,11	1	0,6	67,3
0,11	1	0,6	67,8
0,12	1	0,6	68,4
0,12	1	0,6	69,0
0,12	1	0,6	69,6
0,13	1	0,6	70,2
0,13	1	0,6	70,8
0,13	1	0,6	71,3
0,13	1	0,6	71,9
0,14	1	0,6	72,5
0,14	1	0,6	73,1
0,14	1	0,6	73,7
0,15	1	0,6	74,3
0,15	1	0,6	74,9
0,16	1	0,6	75,4
0,16	1	0,6	76,0
0,16	1	0,6	76,6
0,16	1	0,6	77,2
0,16	1	0,6	77,8
0,17	1	0,6	78,4
0,17	1	0,6	78,9
0,17	1	0,6	79,5
0,17	1	0,6	80,1
0,19	1	0,6	80,7
0,19	1	0,6	81,3
0,19	1	0,6	81,9
0,20	1	0,6	82,5
0,20	1	0,6	83,0
0,20	1	0,6	83,6
0,21	1	0,6	84,2
0,22	1	0,6	84,8
0,23	1	0,6	85,4
0,23	1	0,6	86,0
0,24	1	0,6	86,5
0,24	1	0,6	87,1
0,25	1	0,6	87,7
0,28	1	0,6	88,3
0,29	1	0,6	88,9

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0,30	1	0,6	89,5
0,31	1	0,6	90,1
0,32	1	0,6	90,6
0,33	1	0,6	91,2
0,33	1	0,6	91,8
0,34	1	0,6	92,4
0,36	1	0,6	93,0
0,37	1	0,6	93,6
0,43	1	0,6	94,2
0,47	1	0,6	94,7
0,47	1	0,6	95,3
0,52	1	0,6	95,9
0,61	1	0,6	96,5
0,70	1	0,6	97,1
0,88	1	0,6	97,7
0,88	1	0,6	98,2
1,01	1	0,6	98,8
1,38	1	0,6	99,4
1,74	1	0,6	100
Total	171	100	

(Fuente: elaboración propia).

El análisis de los principales parámetros estadísticos relacionados con la superficie invernada media por unidad de negocio en función de los TM (Tabla 231), muestra un valor medio de 0,13 ha, mediana de 0,066 ha, percentil 75 de 0,16 ha, etc. En general, predominan los negocios de pequeño tamaño, cuya producción es transferida a cooperativas situadas en la comarca del municipio en cuestión.

Tabla 231. Principales variables estadísticas correspondientes a la superficie invernada media por unidad de negocio y por término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.

N	Válidos	171
	Perdidos	0
Media	0,134506	
Mediana	0,066000	
Moda	0,0120	
Desviación típica	0,2246451	
Varianza	0,050	
Rango	1,7352	
Mínimo	0,0024	
Máximo	1,7376	
Percentiles	25	0,019200
	50	0,066000
	75	0,155800
	95	0,491900

(Fuente: elaboración propia).

Un estudio detallado de la superficie invernada media por unidad estructural de producción proporciona valiosa información sobre el tamaño de la instalación y su posible variación en relación con su distribución territorial. La superficie invernada media por unidad estructural es de 794 m² y el número de estructuras invernadas independientes asciende a 3.030.

De entre todos los municipios, destaca el valor de 2,40 ha correspondiente a Navalvillar de Pela (Badajoz), debido a la influencia ejercida por la superficie de la mayor instalación de la región; le siguen Calzadilla (Cáceres) con 0,63 ha y Alange (Badajoz) con 0,61 ha. Ningún otro municipio alcanza una superficie media por unidad estructural superior a 0,5 ha (Tabla 226).

El análisis estadístico descriptivo para esta cuestión, en función de los TM, confirma la enorme diferencia existente entre las distintas poblaciones extremeñas (Tabla 232).

Tabla 232. Análisis estadístico descriptivo de frecuencias de la superficie invernada media por unidad estructural de producción en función del término municipal.

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0,003	1	0,6	0,6
	0,004	1	0,6	1,2
	0,005	1	0,6	1,8
	0,006	1	0,6	2,4
	0,006	1	0,6	2,9
	0,007	2	1,2	4,1
	0,008	1	0,6	4,7
	0,008	2	1,2	5,9
	0,008	2	1,2	7,1
	0,009	2	1,2	8,2
	0,009	1	0,6	8,8
	0,011	1	0,6	9,4
	0,011	1	0,6	10,0
	0,011	2	1,2	11,2
	0,012	1	0,6	11,8
	0,012	1	0,6	12,4
	0,012	4	2,3	14,7
	0,012	1	0,6	15,3
	0,013	1	0,6	15,9
	0,013	1	0,6	16,5
	0,014	1	0,6	17,1
	0,014	1	0,6	17,6
	0,014	3	1,8	19,4
	0,014	2	1,2	20,6
	0,015	1	0,6	21,2
	0,016	1	0,6	21,8
	0,016	1	0,6	22,4
	0,017	1	0,6	22,9
0,010	1	0,6	23,5	
0,017	1	0,6	24,1	

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0,018	1	0,6	24,7
	0,019	3	1,8	26,5
	0,020	1	0,6	27,1
	0,020	1	0,6	27,6
	0,020	1	0,6	28,2
	0,021	1	0,6	28,8
	0,021	1	0,6	29,4
	0,021	1	0,6	30,0
	0,022	2	1,2	31,2
	0,022	1	0,6	31,8
	0,022	1	0,6	32,4
	0,022	2	1,2	33,5
	0,023	1	0,6	34,1
	0,023	1	0,6	34,7
	0,023	1	0,6	35,3
	0,025	1	0,6	35,9
	0,025	1	0,6	36,5
	0,026	1	0,6	37,1
	0,026	1	0,6	37,6
	0,026	1	0,6	38,2
	0,026	1	0,6	38,8
	0,027	1	0,6	39,4
	0,028	1	0,6	40,0
	0,029	1	0,6	40,6
	0,029	1	0,6	41,2
	0,030	1	0,6	41,8
	0,030	1	0,6	42,4
	0,030	1	0,6	42,9
	0,031	2	1,2	44,1
	0,032	1	0,6	44,7
	0,033	1	0,6	45,3
	0,033	1	0,6	45,9
	0,034	1	0,6	46,5
	0,034	1	0,6	47,1
	0,036	1	0,6	47,6
	0,036	2	1,2	48,8
	0,037	1	0,6	49,4
	0,037	1	0,6	50,0
	0,038	2	1,2	51,2
	0,039	1	0,6	51,8
	0,040	1	0,6	52,4
	0,040	2	1,2	53,5
	0,040	1	0,6	54,1
	0,041	1	0,6	54,7

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0,042	1	0,6	55,3
	0,043	1	0,6	55,9
	0,043	1	0,6	56,5
	0,044	1	0,6	57,1
	0,045	2	1,2	58,2
	0,047	1	0,6	58,8
	0,047	1	0,6	59,4
	0,047	1	0,6	60,0
	0,048	1	0,6	60,6
	0,048	1	0,6	61,2
	0,048	1	0,6	61,8
	0,051	1	0,6	62,4
	0,052	1	0,6	62,9
	0,052	1	0,6	63,5
	0,052	1	0,6	64,1
	0,053	1	0,6	64,7
	0,054	1	0,6	65,3
	0,055	1	0,6	65,9
	0,056	1	0,6	66,5
	0,058	1	0,6	67,1
	0,060	1	0,6	67,6
	0,061	1	0,6	68,2
	0,063	1	0,6	68,8
	0,063	1	0,6	69,4
	0,064	1	0,6	70,0
	0,064	1	0,6	70,6
	0,066	1	0,6	71,2
	0,066	1	0,6	71,8
	0,068	1	0,6	72,4
	0,069	1	0,6	72,9
	0,070	1	0,6	73,5
	0,070	1	0,6	74,1
	0,071	1	0,6	74,7
	0,072	1	0,6	75,3
	0,074	1	0,6	75,9
	0,075	1	0,6	76,5
	0,078	1	0,6	77,1
	0,079	1	0,6	77,6
	0,080	1	0,6	78,2
	0,080	1	0,6	78,8
	0,084	1	0,6	79,4
	0,084	1	0,6	80,0
	0,087	1	0,6	80,6
	0,093	2	1,2	81,8

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0,096	1	0,6	81,8
	0,097	1	0,6	82,4
	0,100	1	0,6	82,9
	0,110	1	0,6	83,5
	0,110	1	0,6	84,1
	0,120	1	0,6	84,7
	0,120	1	0,6	85,3
	0,120	1	0,6	85,9
	0,130	2	1,2	87,1
	0,130	1	0,6	87,6
	0,140	1	0,6	88,2
	0,150	1	0,6	88,8
	0,150	1	0,6	89,4
	0,150	1	0,6	90,0
	0,150	1	0,6	90,6
	0,160	1	0,6	91,2
	0,160	1	0,6	91,8
	0,160	1	0,6	92,4
	0,210	1	0,6	92,9
	0,210	1	0,6	93,5
	0,210	1	0,6	94,1
	0,210	1	0,6	94,7
	0,250	1	0,6	95,3
	0,270	1	0,6	95,9
	0,360	1	0,6	96,5
	0,370	1	0,6	97,1
	0,470	1	0,6	97,6
	0,610	1	0,6	98,2
	0,630	1	0,6	98,8
	2,430	1	0,6	100
	Total	171	100	
Total		171	100	

(Fuente: elaboración propia).

El análisis de los parámetros estadísticos de mayor relevancia respecto a la superficie invernada media por unidad estructural de producción en función de los términos municipales (Tabla 233), muestra un valor medio de 794 m², una mediana de 376 m², percentil 75 de 722 m², percentil 95 de 2.323 m², entre otros.

En general, y como consecuencia de los resultados obtenidos, se confirma el predominio de estructuras invernadas de pequeño tamaño, probablemente se trate de negocios de carácter familiar, cuya producción está dirigida hacia cooperativas o establecimientos cercanos al municipio en el que se ubican, normalmente en el interior de su comarca o mancomunidad.

Tabla 233. Principales variables estadísticas correspondientes a la superficie invernada media por unidad estructural de producción y por término municipal, entre aquellas poblaciones extremeñas que poseen invernaderos.

N	Válidos	170
	Perdidos	1
Media	0,079420	
Mediana	0,037600	
Moda	0,0120	
Desviación típica	0,2032992	
Varianza	0,041	
Rango	2,4295	
Mínimo	0,0032	
Máximo	2,4327	
Percentiles	25	0,018875
	50	0,037600
	75	0,072250
	95	0,232315

(Fuente: elaboración propia).

La distribución de la superficie invernada en función de las OCA presenta un valor medio de 4,29 ha, nuevamente con un reparto muy irregular. Así, mientras las de Casar de Palomero y Castañar de Ibor carecen de invernaderos, y algunas poseen áreas exiguas, como Montánchez (0,02 ha), Guadalupe (0,03 ha), etc., otras superan las 10 ha de superficie invernada, como Jaraíz de la Vera y Don Benito (ambas 38,0 ha), Montijo (14,0 ha), Badajoz (13,0 ha), Talayuela (12,8 ha), Orellana la Vieja (12,2 ha) y Coria (10,1 ha) (Tabla 234).

Tabla 234. Distribución de la superficie invernada en Extremadura en función de las oficinas comarcales agrarias.

Nº orden OCA	OCA	Superficie invernada por OCA (ha)
1	Alburquerque	0,38
2	Alcántara	0,21
3	Almendralejo	2,39
4	Arroyo de la Luz	0,48
5	Azuaga	3,75
6	Badajoz	13,00
7	Barcarrota	0,39
8	Cabeza del Buey	0,41
9	Cáceres	0,40
10	Campillo de Llerena	0,66
11	Casar de Palomero	0,00
12	Castañar de Ibor	0,00

Nº orden OCA	OCA	Superficie invernada por OCA (ha)
13	Castuera	0,53
14	Coria	10,10
15	Don Benito	38,00
16	Fregenal de la Sierra	0,41
17	Fuente de Cantos	0,90
18	Galisteo	7,83
19	Guadalupe	0,03
20	Guareña	3,76
21	Herrera del Duque	0,08
22	Hervás	0,14
23	Hoyos	1,12
24	Jaraíz de la Vera	38,00
25	Jarandilla de la Vera	1,41
26	Jerez de los Caballeros	0,21
27	Llerena	1,75
28	Logrosán	0,11
29	Madrigalejo	0,23
30	Mérida	1,26
31	Miajadas	8,35
32	Monesterio	0,07
33	Montánchez	0,02
34	Montehermoso	1,74
35	Montijo	14,00
36	Moraleja	2,89
37	Navaconcejo	0,20
38	Navalmoral de la Mata	9,25
39	Olivenza	0,13
40	Orellana la Vieja	12,20

Nº orden OCA	OCA	Superficie invernada por OCA (ha)
41	Plasencia	1,15
42	Santa Marta de los Barros	0,14
43	Talarrubias	0,14
44	Talavera la Real	9,26
45	Talayuela	12,80
46	Trujillo	0,56
47	Valencia de Alcántara	0,06
48	Villafranca de los Barros	5,63
49	Villanueva de la Serena	8,46
50	Villanueva de la Sierra	0,44
51	Villanueva de la Vera	4,64
52	Zafra	2,85
		$\bar{x} = 4,29$

(Fuente: elaboración propia).

La información estadística más relevante relacionada con la distribución de la superficie invernada, en función de las OCA, se expresa con detalle en el resumen de casos compilado en la Tabla 235.

Tabla 235. Resumen estadístico de la superficie invernada de Extremadura en función de las oficinas comarcales agrarias.

OCA				Número de caso	Superficie Media
1	Alburquerque	1		4	0,3826
		Total	N		1
			Media		0,382600
			Mediana		0,382600
			Mínimo		0,3826
			Máximo		0,3826
			Rango		0,0000
			Primero		0,3826
			Último		0,3826
			Desv. típico		.
			Varianza		.
			Suma		0,3826
2	Alcántara	1		5	0,1865
		2		37	0,0192
		Total	N		2
			Media		0,102850

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Mediana		0,102850
			Mínimo		0,0192
			Máximo		0,1865
			Rango		0,1673
			Primero		0,1865
			Último		0,0192
			Desv. típ.		0,1182990
			Varianza		0,014
			Suma		0,2057
3	Almendralejo	1		3	1,2240
		2		130	0,0036
		3		144	1,1668
		Total	N		3
			Media		0,798133
			Mediana		1,166800
			Mínimo		0,0036
			Máximo		1,2240
			Rango		1,2204
			Primero		1,2240
			Último		1,1668
			Desv. típ.		0,6886802
			Varianza		0,474
			Suma		2,3944
4	Arroyo de la Luz	1		30	0,4696
		2		92	0,0077
		Total	N		2
			Media		0,238650
			Mediana		0,238650
			Mínimo		0,0077
			Máximo		0,4696
			Rango		0,4619
			Primero		0,4696
			Último		0,0077
			Desv. típ.		0,3266126
			Varianza		0,107
			Suma		0,4773
5	Azuaga	1		15	1,2595
		2		21	1,1209
		3		57	0,8428
		4		90	0,5040
		5		160	0,0270
		Total	N		5
			Media		0,750840
			Mediana		0,842800

OCA			Número de caso	Superficie Media
		Mínimo		0,0270
		Máximo		1,2595
		Rango		1,2325
		Primero		1,2595
		Último		0,0270
		Desv. típ.		0,4972450
		Varianza		0,247
		Suma		3,7542
6	Badajoz	1	16	5,5081
		2	59	1,9752
		3	118	5,5116
		Total	N	3
		Media		4,331633
		Mediana		5,508100
		Mínimo		1,9752
		Máximo		5,5116
		Rango		3,5364
		Primero		5,5081
		Último		5,5116
		Desv. típ.		2,0407319
		Varianza		4,165
		Suma		12,9949
7	Barcarrota	1	17	0,3888
		2	136	0,0032
		Total	N	2
		Media		0,196000
		Mediana		0,196000
		Mínimo		0,0032
		Máximo		0,3888
		Rango		0,3856
		Primero		0,3888
		Último		0,0032
		Desv. típ.		0,2726604
		Varianza		0,074
		Suma		0,3920
8	Cabeza del Buey	1	28	0,0280
		2	55	0,0055
		3	111	0,3732
		Total	N	3
		Media		0,135567
		Mediana		0,028000
		Mínimo		0,0055
		Máximo		0,3732
		Rango		0,3677

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Primero		0,0280
			Último		0,3732
			Desv. típ.		0,2061038
			Varianza		0,042
			Suma		0,4067
9	Cáceres	1		22	0,3626
		2		32	0,0080
		3		132	0,0264
		Total	N		3
			Media		0,132333
			Mediana		0,026400
			Mínimo		0,0080
			Máximo		0,3626
			Rango		0,3546
			Primero		0,3626
			Último		0,0264
			Desv. típ.		0,1996289
			Varianza		0,040
			Suma		0,3970
10	Campillo de Llerena	1		67	0,6094
		2		156	0,0498
		Total	N		2
			Media		0,329600
			Mediana		0,329600
			Mínimo		0,0498
			Máximo		0,6094
			Rango		0,5596
			Primero		0,6094
			Último		0,0498
			Desv. típ.		0,3956970
			Varianza		0,157
			Suma		0,6592
11	Castuera	1		20	0,0952
		2		25	0,3600
		3		36	0,0532
		4		102	0,0140
		5		171	0,0066
		Total	N		5
			Media		0,105800
			Mediana		0,053200
			Mínimo		0,0066
			Máximo		0,3600
			Rango		0,3534
			Primero		0,0952

OCA			Número de caso	Superficie Media
			Último	0,0066
			Desv. típ.	0,1464280
			Varianza	0,021
			Suma	0,5290
12	Coria	1	24	50,0633
		2	31	0,0124
		3	35	0,7020
		4	39	30,6066
		5	61	0,2792
		6	142	0,4620
		Total	N	6
			Media	1,687583
			Mediana	0,582000
			Mínimo	0,0124
			Máximo	5,0633
			Rango	5,0509
			Primero	5,0633
			Último	0,4620
			Desv. típ.	2,1138259
			Varianza	4,468
			Suma	10,1255
13	Don Benito	1	43	28,5292
		2	95	1,6494
		3	97	1,0472
		4	119	0,1298
		5	125	6,6581
		Total	N	5
			Media	7,602740
			Mediana	1,649400
			Mínimo	0,1298
			Máximo	28,5292
			Rango	28,3994
			Primero	28,5292
			Último	6,6581
			Desv. típ.	11,9694535
			Varianza	143,268
			Suma	38,0137
14	Fregenal de la Sierra	1	48	0,3982
		2	68	0,0110
		Total	N	2
			Media	0,204600
			Mediana	0,204600
			Mínimo	0,0110
			Máximo	0,3982

OCA			Número de caso	Superficie Media
		Rango		0,3872
		Primero		0,3982
		Último		0,0110
		Desv. típ.		0,2737917
		Varianza		0,075
		Suma		0,4092
15	Fuente de Cantos	1	49	0,2775
		2	157	0,6258
		Total	N	2
			Media	0,451650
			Mediana	0,451650
			Mínimo	0,2775
			Máximo	0,6258
			Rango	0,3483
			Primero	0,2775
			Último	0,6258
			Desv. típ.	0,2462853
			Varianza	0,061
			Suma	0,9033
16	Galisteo	1	2	0,3464
		2	11	0,0256
		3	52	1,4024
		4	69	0,2898
		5	120	5,5536
		6	128	0,2100
		Total	N	6
			Media	1,304633
			Mediana	0,318100
			Mínimo	0,0256
			Máximo	5,5536
			Rango	5,5280
			Primero	0,3464
			Último	0,2100
			Desv. típ.	2,1375464
			Varianza	4,569
			Suma	7,8278
17	Guadalupe	1	12	0,0208
		2	58	0,0120
		Total	N	2
			Media	0,016400
			Mediana	0,016400
			Mínimo	0,0120
			Máximo	0,0208
			Rango	0,0088

OCA			Número de caso	Superficie Media
			Primero	0,0208
			Último	0,0120
			Desv. típ.	0,0062225
			Varianza	0,000
			Suma	0,0328
18	Guareña	1	41	0,0162
		2	60	1,5498
		3	81	1,2123
		4	94	0,0672
		5	154	0,3628
		6	165	0,5476
		Total	N	6
			Media	0,625983
			Mediana	0,455200
			Mínimo	0,0162
			Máximo	1,5498
			Rango	1,5336
			Primero	0,0162
			Último	0,5476
			Desv. típ.	0,6255699
			Varianza	0,391
			Suma	3,7559
19	Herrera del Duque	1	53	0,0140
		2	65	0,0120
		3	150	0,0560
		Total	N	3
			Media	0,027333
			Mediana	0,014000
			Mínimo	0,0120
			Máximo	0,0560
			Rango	0,0440
			Primero	0,0140
			Último	0,0560
			Desv. típ.	0,0248462
			Varianza	0,001
			Suma	0,0820
20	Hervás	1	33	0,0600
		2	66	0,0806
		Total	N	2
			Media	0,070300
			Mediana	0,070300
			Mínimo	0,0600
			Máximo	0,0806
			Rango	0,0206

OCA			Número de caso	Superficie Media
			Primero	0,0600
			Último	0,0806
			Desv. típ.	0,0145664
			Varianza	0,000
			Suma	0,1406
21	Hoyos	1	45	0,0120
		2	56	0,8744
		3	71	0,0112
		4	139	0,0380
		5	161	0,1800
		Total	N	5
			Media	0,223120
			Mediana	0,038000
			Mínimo	0,0112
			Máximo	0,8744
			Rango	0,8632
			Primero	0,0120
			Último	0,1800
			Desv. típ.	0,3707344
			Varianza	0,137
			Suma	1,1156
22	Jaraíz de la Vera	1	10	0,8474
		2	38	2,5880
		3	42	13,2416
		4	54	6,1514
		5	74	12,1577
		6	110	0,8916
		7	137	1,2008
		8	145	0,9570
		Total	N	8
			Media	4,754438
			Mediana	1,894400
			Mínimo	0,8474
			Máximo	13,2416
			Rango	12,3942
			Primero	0,8474
			Último	0,9570
			Desv. típ.	5,2197497
			Varianza	27,246
			Suma	38,0355
23	Jarandilla de la Vera	1	63	0,0072
		2	75	1,4022
		Total	N	2
			Media	0,704700

OCA			Número de caso	Superficie Media
			Mediana	0,704700
			Mínimo	0,0072
			Máximo	1,4022
			Rango	1,3950
			Primero	0,0072
			Último	1,4022
			Desv. típ.	0,9864140
			Varianza	0,973
			Suma	1,4094
24	Jerez de los Caballeros	1	76	0,1180
		2	170	0,0879
		Total	N	2
			Media	0,102950
			Mediana	0,102950
			Mínimo	0,0879
			Máximo	0,1180
			Rango	0,0301
			Primero	0,1180
			Último	0,0879
			Desv. típ.	0,0212839
			Varianza	0,000
			Suma	0,2059
25	Llerena	1	1	0,0120
		2	50	0,0216
		3	82	0,0516
		4	146	0,0252
		5	148	1,2242
		6	164	0,4186
		Total	N	6
			Media	0,292200
			Mediana	0,038400
			Mínimo	0,0120
			Máximo	1,2242
			Rango	1,2122
			Primero	0,0120
			Último	0,4186
			Desv. típ.	0,4828074
			Varianza	0,233
			Suma	1,7532
26	Logrosán	1	27	0,0224
		2	84	0,0848
		Total	N	2
			Media	0,053600

OCA			Número de caso	Superficie Media
			Mediana	0,053600
			Mínimo	0,0224
			Máximo	0,0848
			Rango	0,0624
			Primero	0,0224
			Último	0,0848
			Desv. típ.	0,0441235
			Varianza	0,002
			Suma	0,1072
27	Madrigalejo	1	6	0,0700
		2	88	0,1606
		Total	N	2
			Media	0,115300
			Mediana	0,115300
			Mínimo	0,0700
			Máximo	0,1606
			Rango	0,0906
			Primero	0,0700
			Último	0,1606
			Desv. típ.	0,0640639
			Varianza	0,004
			Suma	0,2306
28	Mérida	1	13	0,0090
		2	29	0,2130
		3	47	0,0084
		4	98	1,0286
		Total	N	4
			Media	0,314750
			Mediana	0,111000
			Mínimo	0,0084
			Máximo	1,0286
			Rango	1,0202
			Primero	0,0090
			Último	1,0286
			Desv. típ.	0,4855472
			Varianza	0,236
			Suma	1,2590
29	Míajadas	1	14	0,1150
		2	26	2,6013
		3	46	0,0820
		4	99	5,5476
		Total	N	4
			Media	2,086475
			Mediana	1,358150

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Mínimo		0,0820
			Máximo		5,5476
			Rango		5,4656
			Primero		0,1150
			Último		5,5476
			Desv. típ.		2,5915931
			Varianza		6,716
			Suma		8,3459
30	Monesterio	1		101	0,0660
		Total	N		1
			Media		0,066000
			Mediana		0,066000
			Mínimo		0,0660
			Máximo		0,0660
			Rango		0,0000
			Primero		0,0660
			Último		0,0660
			Desv. típ.		0,000
			Varianza		0,000
			Suma		0,0660
31	Montánchez	1		123	0,0136
		2		140	0,0088
		Total	N		2
			Media		0,011200
			Mediana		0,011200
			Mínimo		0,0088
			Máximo		0,0136
			Rango		0,0048
			Primero		0,0136
			Último		0,0088
			Desv. típ.		0,0033941
			Varianza		0,000
			Suma		0,0224
32	Montehermoso	1		62	1,1252
		2		100	0,2376
		3		105	0,1984
		4		114	0,1600
		5		126	0,0144
		Total	N		5
			Media		0,347120
			Mediana		0,198400
			Mínimo		0,0144
			Máximo		1,1252
			Rango		1,1108

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Primero		1,1252
			Último		0,0144
			Desv. típ.		0,4430681
			Varianza		0,196
			Suma		1,7356
33	Montijo	1		78	0,0736
		2		103	8,5703
		3		116	1,2625
		4		143	2,6323
		5		151	1,4875
		Total	N		5
			Media		2,805240
			Mediana		1,487500
			Mínimo		0,0736
			Máximo		8,5703
			Rango		8,4967
			Primero		0,0736
			Último		1,4875
			Desv. típ.		3,3482894
			Varianza		11,211
			Suma		14,0262
34	Moraleja	1		72	1,7118
		2		104	1,1484
		3		162	0,0266
		Total	N		3
			Media		0,962267
			Mediana		1,148400
			Mínimo		0,0266
			Máximo		1,7118
			Rango		1,6852
			Primero		1,7118
			Último		0,0266
			Desv. típ.		0,8578805
			Varianza		0,736
			Suma		2,8868
35	Navaconcejo	1		18	0,0168
		2		44	0,0462
		3		77	0,0864
		4		106	0,0120
		5		149	0,0400
		Total	N		5
			Media		0,040280
			Mediana		0,040000
			Mínimo		0,0120

OCA			Número de caso	Superficie Media
			Máximo	0,0864
			Rango	0,0744
			Primero	0,0168
			Último	0,0400
			Desv. típ.	0,0296363
			Varianza	0,001
			Suma	0,2014
36	Navalmoral de la Mata	1	19	0,1728
		2	34	2,9753
		3	91	0,8982
		4	107	0,6776
		5	112	0,0640
		6	122	4,0994
		7	127	0,1736
		8	129	0,0760
		9	138	0,1016
		10	152	0,0072
		Total	N	10
			Media	0,924570
			Mediana	0,173200
			Mínimo	0,0072
			Máximo	4,0994
			Rango	4,0922
			Primero	0,1728
			Último	0,0072
			Desv. típ.	1,4319894
			Varianza	2,051
			Suma	9,2457
37	Olivenza	1	7	0,0430
		2	109	0,0680
		3	159	0,0160
		Total	N	3
			Media	0,042333
			Mediana	0,043000
			Mínimo	0,0160
			Máximo	0,0680
			Rango	0,0520
			Primero	0,0430
			Último	0,0160
			Desv. típ.	0,0260064
			Varianza	0,001
			Suma	0,1270
38	Orellana la Vieja	1	108	12,1634

OCA				Número de caso	Superficie Media
		Total	N		1
			Media		12,163400
			Mediana		12,163400
			Mínimo		12,1634
			Máximo		12,1634
			Rango		0,0000
			Primero		12,1634
			Último		12,1634
			Desv. típ.		.
			Varianza		.
			Suma		12,1634
39	Plasencia	1		93	0,4736
		2		113	0,5043
		3		153	0,1688
		Total	N		3
			Media		0,382233
			Mediana		0,473600
			Mínimo		0,1688
			Máximo		0,5043
			Rango		0,3355
			Primero		0,4736
			Último		0,1688
			Desv. típ.		0,1854750
			Varianza		0,034
			Suma		1,1467
40	Santa Marta de los Barros	1		40	0,0144
		2		80	0,1230
		Total	N		2
			Media		0,068700
			Mediana		0,068700
			Mínimo		0,0144
			Máximo		0,1230
			Rango		0,1086
			Primero		0,0144
			Último		0,1230
			Desv. típ.		0,0767918
			Varianza		0,006
			Suma		0,1374
41	Talarrubias	1		115	0,0950
		2		131	0,0452
		Total	N		2
			Media		0,070100
			Mediana		0,070100

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Mínimo		0,0452
			Máximo		0,0950
			Rango		0,0498
			Primero		0,0950
			Último		0,0452
			Desv. típ.		0,0352139
			Varianza		0,001
			Suma		0,1402
42	Talavera la Real	1		83	0,4826
		2		133	8,7814
		Total	N		2
			Media		4,632000
			Mediana		4,632000
			Mínimo		0,4826
			Máximo		8,7814
			Rango		8,2988
			Primero		0,4826
			Último		8,7814
			Desv. típ.		5,8681378
			Varianza		34,435
			Suma		9,2640
43	Talayuela	1		135	12,7617
		Total	N		1
			Media		12,761700
			Mediana		12,761700
			Mínimo		12,7617
			Máximo		12,7617
			Rango		0,0000
			Primero		12,7617
			Último		12,7617
			Desv. típ.		.
			Varianza		.
			Suma		12,7617
44	Trujillo	1		9	0,4661
		2		73	0,0200
		3		89	0,0210
		4		121	0,0320
		5		147	0,0192
		Total	N		5
			Media		0,111660
			Mediana		0,021000
			Mínimo		0,0192
			Máximo		0,4661
			Rango		0,4469

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Primero		0,4661
			Último		0,0192
			Desv. típ.		0,1982064
			Varianza		0,039
			Suma		0,5583
45	Valencia de Alcántara	1		124	0,0192
		2		155	0,0358
		Total	N		2
			Media		0,027500
			Mediana		0,027500
			Mínimo		0,0192
			Máximo		0,0358
			Rango		0,0166
			Primero		0,0192
			Último		0,0358
			Desv. típ.		0,0117380
			Varianza		0,000
			Suma		0,0550
46	Villafranca de los Barros	1		51	4,2669
		2		70	0,0886
		3		163	1,2748
		Total	N		3
			Media		1,876767
			Mediana		1,274800
			Mínimo		0,0886
			Máximo		4,2669
			Rango		4,1783
			Primero		4,2669
			Último		1,2748
			Desv. típ.		2,1532117
			Varianza		4,636
			Suma		5,6303
47	Villanueva de la Serena	1		79	0,0052
		2		166	7,6206
		3		168	0,8312
		Total	N		3
			Media		2,819000
			Mediana		0,831200
			Mínimo		0,0052
			Máximo		7,6206
			Rango		7,6154
			Primero		0,0052
			Último		0,8312

OCA				Número de caso	Superficie Media
			Desv. típ.		4,1787667
			Varianza		17,462
			Suma		8,4570
48	Villanueva de la Sierra	1		23	0,0960
		2		64	0,3312
		3		141	0,0112
		Total	N		3
			Media		0,146133
			Mediana		0,096000
			Mínimo		0,0112
			Máximo		0,3312
			Rango		0,3200
			Primero		0,0960
			Último		0,0112
			Desv. típ.		0,1657860
			Varianza		0,027
			Suma		0,4384
49	Villanueva de la Vera	1		86	2,5832
		2		87	0,0948
		3		134	0,0400
		4		158	1,4163
		5		167	0,5062
		Total	N		5
			Media		0,928100
			Mediana		0,506200
			Mínimo		0,0400
			Máximo		2,5832
			Rango		2,5432
			Primero		2,5832
			Último		0,5062
			Desv. típ.		1,0768943
			Varianza		1,160
			Suma		4,6405
50	Zafra	1		8	0,5216
		2		85	0,9318
		3		96	0,1421
		4		117	0,0344
		5		169	1,2232
		Total	N		5
			Media		0,570620
			Mediana		0,521600
			Mínimo		0,0344
			Máximo		1,2232

OCA			Número de caso	Superficie Media
		Rango		1,1888
		Primero		0,5216
		Último		1,2232
		Desv. típ.		0,5074140
		Varianza		0,257
		Suma		2,8531
	Total	N		171
		Media		1,303527
		Mediana		0,180000
		Mínimo		0,0032
		Máximo		28,5292
		Rango		28,5260
		Primero		0,0120
		Último		0,0066
		Desv. típ.		3,1922704
		Varianza		10,191
		Suma		222,9032

(Fuente: elaboración propia).

La distribución de la superficie invernada en función de las comarcas y mancomunidades administrativas presenta un valor medio de 7,69 ha. Se caracteriza, una vez más, por la heterogeneidad de sus cifras. Así, con resultados testimoniales se encuentran zonas de sierra, municipios alejados de llanuras fluviales y áreas sin tierras en regadío, como Las Hurdes (sin invernaderos), Trasierra-Tierras de Granadilla (0,01 ha), Sierra de Montánchez (0,02 ha), Sierra de San Pedro (0,04 ha), etc. Por el contrario, otras comarcas y mancomunidades presentan superficies elevadas, como Vegas Altas de Badajoz (60,6 ha), La Vera (44,1 ha), Tierra de Badajoz (23,7 ha), Campo Arañuelo (22,0 ha) y Tierra de Mérida-Vegas Bajas (17,3 ha) (Tabla 236).

Tabla 236. Distribución de la superficie invernada de Extremadura en función de las comarcas-mancomunidades.

Nº orden Comarca/Mancomunidad	Comarca/Mancomunidad	Superficie invernada por comarca-mancomunidad (ha)
1	Campaña Sur	6,17
2	Campo Arañuelo	22,00
3	Comarca de Trujillo	0,09
4	La Serena	0,93
5	La Siberia	0,23
6	La Vera	44,10
7	Las Hurdes	0,00
8	Llanos de Olivenza	0,52
9	Riberos del Tajo	0,69

Nº orden Comarca/Mancomunidad	Comarca/Mancomunidad	Superficie invernada por comarca- mancomunidad (ha)
10	Rivera de Fresnedosa	7,04
11	Sierra de Gata	2,73
12	Sierra de Montánchez	0,02
13	Sierra de Montánchez/Vegas Altas (CC)	0,12
14	Sierra de San Pedro	0,04
15	Sierra Suroeste	0,62
16	Tajo-Salor	1,05
17	Tentudía	0,34
18	Tierra de Badajoz	23,70
19	Tierra de Barros	2,55
20	Tierra de Mérida-Vegas Bajas	17,30
21	Tierra de Plasencia	0,50
22	Trasierra-Tierras de Granadilla	0,01
23	Valle del Alagón	14,30
24	Valle del Ambroz	0,14
25	Valle del Jerte	0,20
26	Vegas Altas (BA)	60,60
27	Vegas Altas (CC)	8,46
28	Villuercas-Ibores-Jara	0,61
29	Zafra-Río Bodión	7,87
		$\bar{x} = 7,69$

(Fuente: elaboración propia).

La principal información estadística correspondiente a la distribución de la superficie destinada al cultivo en invernadero, en función de la comarcalización, se recoge en el resumen de casos (Tabla 237).

Tabla 237. Resumen estadístico de la superficie invernada regional en función de las comarcas y mancomunidades administrativas de Extremadura.

Comarca/Mancomunidad			Número de caso	SuperficieMedia
1	Campaña Sur	1	1	0,0120
		2	15	1,2595
		3	21	1,1209
		4	50	0,0216
		5	57	0,8428

Comarca/Mancomunidad		Número de caso	SuperficieMedia	
		6	67	0,6094
		7	82	0,0516
		8	90	0,5040
		9	146	0,0252
		10	148	1,2242
		11	156	0,0498
		12	160	0,0270
		13	164	0,4186
		Total	N	13
			Media	0,474354
			Mediana	0,418600
			Mínimo	0,0120
			Máximo	1,2595
			Rango	1,2475
			Desv. típ.	0,4944957
			Varianza	0,245
			Suma	6,1666
2	Campo Arañuelo	1	19	0,1728
		2	34	2,9753
		3	91	0,8982
		4	107	0,6776
		5	112	0,0640
		6	122	4,0994
		7	127	0,1736
		8	129	0,0760
		9	135	12,7617
		10	138	0,1016
		Total	N	10
			Media	2,200020
			Mediana	0,425600
			Mínimo	0,0640
			Máximo	12,7617
			Rango	12,6977
			Desv. típ.	3,9646170
			Varianza	15,718
			Suma	22,0002
3	Comarca de Trujillo	1	73	0,0200
		2	89	0,0210
		3	121	0,0320
		4	147	0,0192
		Total	N	4
			Media	0,023050
			Mediana	0,020500
			Mínimo	0,0192

Comarca/Mancomunidad			Número de caso	SuperficieMedia
		Máximo		0,0320
		Rango		0,0128
		Desv. típ.		0,0060119
		Varianza		0,000
		Suma		0,0922
4	La Serena	1	20	0,0952
		2	25	0,3600
		3	28	0,0280
		4	36	0,0532
		5	102	0,0140
		6	111	0,3732
		7	171	0,0066
		Total	N	7
			Media	0,132886
			Mediana	0,053200
			Mínimo	0,0066
			Máximo	0,3732
			Rango	0,3666
			Desv. típ.	0,1623704
			Varianza	0,026
			Suma	0,9302
5	La Siberia	1	53	0,0140
		2	55	0,0055
		3	65	0,0120
		4	115	0,0950
		5	131	0,0452
		6	150	0,0560
		Total	N	6
			Media	0,037950
			Mediana	0,029600
			Mínimo	0,0055
			Máximo	0,0950
			Rango	0,0895
			Desv. típ.	0,0344473
			Varianza	0,001
			Suma	0,2277
6	La Vera	1	10	0,8474
		2	38	2,5880
		3	42	13,2416
		4	54	6,1514
		5	63	0,0072
		6	74	12,1577
		7	75	1,4022
		8	86	2,5832

Comarca/Mancomunidad		Número de caso		SuperficieMedia
		9	87	0,0948
		10	110	0,8916
		11	134	0,0400
		12	137	1,2008
		13	145	0,9570
		14	158	1,4163
		15	167	0,5062
		Total	N	15
			Media	2,939027
			Mediana	1,200800
			Mínimo	0,0072
			Máximo	13,2416
			Rango	13,2344
			Desv. típ.	4,2502237
			Varianza	18,064
			Suma	44,0854
7	Llanos de Olivenza	1	7	0,0430
		2	17	0,3888
		3	109	0,0680
		4	136	0,0032
		5	159	0,0160
		Total	N	5
			Media	0,103800
			Mediana	0,043000
			Mínimo	0,0032
			Máximo	0,3888
			Rango	0,3856
			Desv. típ.	0,1612703
			Varianza	0,026
			Suma	0,5190
8	Riberos del Tajo	1	32	0,0080
		2	93	0,4736
		3	128	0,2100
		Total	N	3
			Media	0,230533
			Mediana	0,210000
			Mínimo	0,0080
			Máximo	0,4736
			Rango	0,4656
			Desv. típ.	0,2334782
			Varianza	0,055
			Suma	0,6916
9	Rivera de Fresnedosa	1	31	0,0124
		2	35	0,7020

Comarca/Mancomunidad				Número de caso	SuperficieMedia
			3	37	0,0192
			4	69	0,2898
			5	120	5,5536
			6	142	0,4620
		Total	N		6
			Media		1,173167
			Mediana		0,375900
			Mínimo		0,0124
			Máximo		5,5536
			Rango		5,5412
			Desv. típ.		2,1621890
			Varianza		4,675
			Suma		7,0390
10	Sierra de Gata		1	23	0,0960
			2	45	0,0120
			3	56	0,8744
			4	64	0,3312
			5	71	0,0112
			6	104	1,1484
			7	139	0,0380
			8	141	0,0112
			9	161	0,1800
			10	162	0,0266
		Total	N		10
			Media		0,272900
			Mediana		0,067000
			Mínimo		0,0112
			Máximo		1,1484
			Rango		1,1372
			Desv. típ.		0,4072277
			Varianza		0,166
			Suma		2,7290
11	Sierra de Montánchez		1	123	0,0136
			2	140	0,0088
		Total	N		2
			Media		0,011200
			Mediana		0,011200
			Mínimo		0,0088
			Máximo		0,0136
			Rango		0,0048
			Desv. típ.		0,0033941
			Varianza		0,000
			Suma		0,0224
12	Sierra de Montánchez/Vegas Altas CC		1	14	0,1150

Comarca/Mancomunidad				Número de caso	SuperficieMedia
		Total	N		1
			Media		0,115000
			Mediana		0,115000
			Mínimo		0,1150
			Máximo		0,1150
			Rango		0,0000
			Desv. típ.		.
			Varianza		.
			Suma		0,1150
13	Sierra de San Pedro	1		155	0,0358
		Total	N		1
			Media		0,035800
			Mediana		0,035800
			Mínimo		0,0358
			Máximo		0,0358
			Rango		0,0000
			Desv. típ.		.
			Varianza		.
			Suma		0,0358
14	Sierra Suroeste	1		48	0,3982
		2		68	0,0110
		3		76	0,1180
		4		170	0,0879
		Total	N		4
			Media		0,153775
			Mediana		0,102950
			Mínimo		0,0110
			Máximo		0,3982
			Rango		0,3872
			Desv. típ.		0,1690637
			Varianza		0,029
			Suma		0,6151
15	Tajo-Salor	1		5	0,1865
		2		22	0,3626
		3		30	0,4696
		4		92	0,0077
		5		132	0,0264
		Total	N		5
			Media		0,210560
			Mediana		0,186500
			Mínimo		0,0077
			Máximo		0,4696
			Rango		0,4619
			Desv. típ.		0,2036319

Comarca/Mancomunidad			Número de caso	SuperficieMedia
			Varianza	0,041
			Suma	1,0528
16	Tentudía	1	49	0,2775
		2	101	0,0660
		Total	N	2
			Media	0,171750
			Mediana	0,171750
			Mínimo	0,0660
			Máximo	0,2775
			Rango	0,2115
			Desv. típ.	0,1495531
			Varianza	0,022
			Suma	0,3435
17	Tierra de Badajoz	1	4	0,3826
		2	16	5,5081
		3	59	1,9752
		4	118	5,5116
		5	124	0,0192
		6	133	8,7814
		7	151	1,4875
		Total	N	7
			Media	3,380800
			Mediana	1,975200
			Mínimo	0,0192
			Máximo	8,7814
			Rango	8,7622
			Desv. típ.	3,2680792
			Varianza	10,680
			Suma	23,6656
18	Tierra de Barros	1	40	0,0144
		2	70	0,0886
		3	130	0,0036
		4	144	1,1668
		5	163	1,2748
		Total	N	5
			Media	0,509640
			Mediana	0,088600
			Mínimo	0,0036
			Máximo	1,2748
			Rango	1,2712
			Desv. típ.	0,6511419
			Varianza	0,424
			Suma	2,5482
19	Tierra de Mérida-Vegas Bajas BA	1	3	1,2240

Comarca/Mancomunidad		Número de caso		SuperficieMedia
		2	13	0,0090
		3	29	0,2130
		4	47	0,0084
		5	78	0,0736
		6	81	1,2123
		7	83	0,4826
		8	98	1,0286
		9	103	8,5703
		10	116	1,2625
		11	143	2,6323
		12	165	0,5476
		Total	N	12
			Media	1,438683
			Mediana	0,788100
			Mínimo	0,0084
			Máximo	8,5703
			Rango	8,5619
			Desv. típ.	2,3692117
			Varianza	5,613
			Suma	17,2642
20	Tierra de Plasencia	1	113	0,5043
		Total	N	1
			Media	0,504300
			Mediana	0,504300
			Mínimo	0,5043
			Máximo	0,5043
			Rango	0,0000
			Desv. típ.	.
			Varianza	.
			Suma	0,5043
21	Trasierra-Tierras de Granadilla	1	126	0,0144
		Total	N	1
			Media	0,014400
			Mediana	0,014400
			Mínimo	0,0144
			Máximo	0,0144
			Rango	0,0000
			Desv. típ.	.
			Varianza	.
			Suma	0,0144
22	Valle del Alagón	1	2	0,3464
		2	11	0,0256
		3	24	5,0633
		4	39	3,6066

Comarca/Mancomunidad				Número de caso	SuperficieMedia
		5		52	1,4024
		6		61	0,2792
		7		62	1,1252
		8		72	1,7118
		9		100	0,2376
		10		105	0,1984
		11		114	0,1600
		12		153	0,1688
		Total	N		12
			Media		1,193775
			Mediana		0,312800
			Mínimo		0,0256
			Máximo		5,0633
			Rango		5,0377
			Desv. típ.		1,5970130
			Varianza		2,550
			Suma		14,3253
23	Valle del Ambroz	1		33	0,0600
		2		66	0,0806
		Total	N		2
			Media		0,070300
			Mediana		0,070300
			Mínimo		0,0600
			Máximo		0,0806
			Rango		0,0206
			Desv. típ.		0,0145664
			Varianza		0,000
			Suma		0,1406
24	Valle del Jerte	1		18	0,0168
		2		44	0,0462
		3		77	0,0864
		4		106	0,0120
		5		149	0,0400
		Total	N		5
			Media		0,040280
			Mediana		0,040000
			Mínimo		0,0120
			Máximo		0,0864
			Rango		0,0744
			Desv. típ.		0,0296363
			Varianza		0,001
			Suma		0,2014
25	Vegas Altas (BA)	1		41	0,0162
		2		43	28,5292

Comarca/Mancomunidad		Número de caso		SuperficieMedia
		3	60	1,5498
		4	79	0,0052
		5	94	0,0672
		6	95	1,6494
		7	97	1,0472
		8	108	12,1634
		9	119	0,1298
		10	125	6,6581
		11	154	0,3628
		12	166	7,6206
		13	168	0,8312
		Total	N	13
			Media	4,663854
			Mediana	1,047200
			Mínimo	0,0052
			Máximo	28,5292
			Rango	28,5240
			Desv. típ.	8,1063795
			Varianza	65,713
			Suma	60,6301
26	Vegas Altas (CC)	1	6	0,0700
		2	26	2,6013
		3	46	0,0820
		4	88	0,1606
		5	99	5,5476
		Total	N	5
			Media	1,692300
			Mediana	0,160600
			Mínimo	0,0700
			Máximo	5,5476
			Rango	5,4776
			Desv. típ.	2,4114647
			Varianza	5,815
			Suma	8,4615
27	Villuercas-Ibores-Jara	1	9	0,4661
		2	12	0,0208
		3	27	0,0224
		4	58	0,0120
		5	84	0,0848
		6	152	0,0072
		Total	N	6
			Media	0,102217
			Mediana	0,021600
			Mínimo	0,0072

Comarca/Mancomunidad			Número de caso	SuperficieMedia
		Máximo		0,4661
		Rango		0,4589
		Desv. típ.		0,1804888
		Varianza		0,033
		Suma		0,6133
28	Zafra-Río Bodión	1	8	0,5216
		2	51	4,2669
		3	80	0,1230
		4	85	0,9318
		5	96	0,1421
		6	117	0,0344
		7	157	0,6258
		8	169	1,2232
		Total	N	8
			Media	0,983600
			Mediana	0,573700
			Mínimo	0,0344
			Máximo	4,2669
			Rango	4,2325
			Desv. típ.	1,3903417
			Varianza	1,933
			Suma	7,8688
	Total		N	171
			Media	1,303527
			Mediana	0,180000
			Mínimo	0,0032
			Máximo	28,5292
			Rango	28,5260
			Desv. típ.	3,1922704
			Varianza	10,191
			Suma	222,9032

(Fuente: elaboración propia).

Finalmente, se analiza el reparto de la superficie invernada por provincias. La de Badajoz posee 121 ha dedicadas al cultivo en invernadero, frente a las 102 ha de Cáceres. Por consiguiente, a pesar de que la provincia cacereña posee mayor número de instalaciones invernadas, su superficie es menor. La superficie media por municipios es de 1,47 ha en Badajoz, por 1,15 ha en Cáceres (Tabla 238). Así pues, las poblaciones de la provincia pacense poseen una media de 0,33 ha más que las de Cáceres.

Tabla 238. Resumen estadístico de la superficie invernada de Extremadura por provincias.

Provincia			Número de caso	SuperficieMedia
1	Badajoz	1	1	0,01
		2	3	1,22
		3	4	0,38

Provincia			Número de caso	SuperficieMedia
		4	7	0,04
		5	8	0,52
		6	13	0,01
		7	15	1,26
		8	16	5,51
		9	17	0,39
		10	20	0,10
		11	21	1,12
		12	25	0,36
		13	28	0,03
		14	29	0,21
		15	36	0,05
		16	40	0,01
		17	41	0,02
		18	43	28,50
		19	47	0,01
		20	48	0,40
		21	49	0,28
		22	50	0,02
		23	51	4,27
		24	53	0,01
		25	55	0,01
		26	57	0,84
		27	59	1,98
		28	60	1,55
		29	65	0,01
		30	67	0,61
		31	68	0,01
		32	70	0,09
		33	76	0,12
		34	78	0,07
		35	79	0,01
		36	80	0,12
		37	81	1,21
		38	82	0,05
		39	83	0,48
		40	85	0,93
		41	90	0,50
		42	94	0,07
		43	95	1,65
		44	96	0,14
		45	97	1,05
		46	98	1,03
		47	101	0,07

Provincia		Número de caso	SuperficieMedia	
		48	102	0,01
		49	103	8,57
		50	108	12,20
		51	109	0,07
		52	111	0,37
		53	115	0,10
		54	116	1,26
		55	117	0,03
		56	118	5,51
		57	119	0,13
		58	124	0,02
		59	125	6,66
		60	130	< 0,01
		61	131	0,05
		62	133	8,78
		63	136	< 0,01
		64	143	2,63
		65	144	1,17
		66	146	0,03
		67	148	1,22
		68	150	0,06
		69	151	1,49
		70	154	0,36
		71	156	0,05
		72	157	0,63
		73	159	0,02
		74	160	0,03
		75	163	1,27
		76	164	0,42
		77	165	0,55
		78	166	7,62
		79	168	0,83
		80	169	1,22
		81	170	0,09
		82	171	0,01
	Total	N		82
		Media		1,472915
		Mediana		0,318750
		Mínimo		0,0032
		Máximo		28,5292
		Rango		28,5260
		Desv. típ.		3,7760581
		Varianza		14,259
		Suma		120,7790

Provincia			Número de caso	SuperficieMedia
2	Cáceres	1	2	0,35
		2	5	0,19
		3	6	0,07
		4	9	0,47
		5	10	0,85
		6	11	0,03
		7	12	0,02
		8	14	0,12
		9	18	0,02
		10	19	0,17
		11	22	0,36
		12	23	0,10
		13	24	5,06
		14	26	2,60
		15	27	0,02
		16	30	0,47
		17	31	0,01
		18	32	0,01
		19	33	0,06
		20	34	2,98
		21	35	0,70
		22	37	0,02
		23	38	2,59
		24	39	3,61
		25	42	13,20
		26	44	0,05
		27	45	0,01
		28	46	0,08
		29	52	1,40
		30	54	6,15
		31	56	0,87
		32	58	0,01
		33	61	0,28
		34	62	1,13
		35	63	0,01
		36	64	0,33
		37	66	0,08
		38	69	0,29
		39	71	0,01
		40	72	1,71
		41	73	0,02
		42	74	12,20
		43	75	1,40
		44	77	0,09

Provincia			Número de caso	SuperficieMedia
		45	84	0,09
		46	86	2,58
		47	87	0,10
		48	88	0,16
		49	89	0,02
		50	91	0,90
		51	92	0,01
		52	93	0,47
		53	99	5,55
		54	100	0,24
		55	104	1,15
		56	105	0,20
		57	106	0,01
		58	107	0,68
		59	110	0,89
		60	112	0,06
		61	113	0,50
		62	114	0,16
		63	120	5,55
		64	121	0,03
		65	122	4,10
		66	123	0,01
		67	126	0,01
		68	127	0,17
		69	128	0,21
		70	129	0,08
		71	132	0,03
		72	134	0,04
		73	135	12,80
		74	137	1,20
		75	138	0,10
		76	139	0,04
		77	140	0,01
		78	141	0,01
		79	142	0,46
		80	145	0,96
		81	147	0,02
		82	149	0,04
		83	152	0,01
		84	153	0,17
		85	155	0,04
		86	158	1,42
		87	161	0,18
		88	162	0,03

Provincia			Número de caso	SuperficieMedia
		89	167	0,51
	Total	N		89
		Media		1,147463
		Mediana		0,172800
		Mínimo		0,0072
		Máximo		13,2416
		Rango		13,2344
		Desv. típ.		2,5515862
		Varianza		6,511
		Suma		102,1242
1 + 2	Total	N		171
		Media		1,303527
		Mediana		0,180000
		Mínimo		0,0032
		Máximo		28,5292
		Rango		28,5260
		Desviación típica		3,1922704
		Varianza		10,191
		Suma		222,9032

(Fuente: elaboración propia)

Anexo 4. Legislación aplicable a los trabajos en invernaderos

- [1]. Convenio O.I.T. n.º 103, relativo a la protección de la maternidad. Adoptado el 28 de junio de 1952 y ratificado por España el 17 de agosto de 1965.
- [2]. Convenio O.I.T. n.º 100, relativo a la igualdad de remuneración entre la mano de obra masculina y la mano de obra femenina por un trabajo de igual valor. Adoptado el 29 de junio de 1951 y ratificado por España el 6 de noviembre de 1967.
- [3]. Convenio O.I.T. n.º 111, relativo a la discriminación en materia de empleo y ocupación. Adoptado el 25 de junio de 1958 y ratificado por España el 6 de noviembre de 1967.
- [4]. Convenio O.I.T. n.º 127, relativo al peso máximo de la carga que puede transportar un trabajador. Adoptado el 28 de junio de 1967 y ratificado por España el 7 de junio de 1969.
- [5]. Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo. B.O.E. n.º 64, de 16 de marzo de 1971.
- [6]. Convenio O.I.T. n.º 129, relativo a la inspección del trabajo en la agricultura. Adoptado el 25 de junio de 1969 y ratificado por España el 5 de mayo de 1971.
- [7]. Convenio O.I.T. n.º 119, relativo a la protección de la maquinaria. Adoptado el 25 de junio de 1963 y ratificado por España el 30 de noviembre de 1971.
- [8]. Convenio O.I.T. n.º 139, sobre la prevención y el control de los riesgos profesionales causados por las sustancias o agentes cancerígenos. Adoptado el 24 de junio de 1974.
- [9]. Constitución Española de 1978. Cortes Generales. B.O.E. n.º 311, de 29 de diciembre de 1978.
- [10]. Directiva del Consejo, de 27 de noviembre de 1980, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo (80/1107/CEE). D.O.C.E. n.º L 327/8, de 3 de diciembre de 1980.
- [11]. Convenio O.I.T. n.º 148, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo. Adoptado el 29 de junio de 1977 y ratificado por España el 17 de diciembre de 1980.
- [12]. R.D. 3349/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas. Presidencia del Gobierno. B.O.E. n.º 20, de 24 de enero de 1984.
- [13]. Orden de 11 de junio de 1984 por la que se aprueban las especificaciones técnicas sobre homologación de tractores agrícolas de ruedas en lo que se refiere al frenado. Presidencia del Gobierno. B.O.E. n.º 144, de 16 de junio de 1984.
- [14]. Resolución de 11 de julio de 1984, de la Dirección General de la Producción Agraria, por la que se determinan los tipos de las estructuras de protección que pueden montarse sobre los tractores de cadenas y el espacio mínimo de supervivencia que deben habilitar para el tractorista. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. n.º 172, de 19 de julio de 1984.
- [15]. Convenio O.I.T. n.º 155, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Adoptado el 22 de junio de 1981 y ratificado por España el 11 de septiembre de 1985.
- [16]. Convenio O.I.T. n.º 156, sobre la igualdad de oportunidades y de trato entre trabajadores y trabajadoras: trabajadores con responsabilidades familiares. Adoptado el 23 de junio de 1981 y ratificado por España el 11 de septiembre de 1985.
- [17]. Convenio O.I.T. n.º 161, sobre los servicios de salud en el trabajo. Adoptado el 25 de junio de 1985.
- [18]. Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. Jefatura del Estado. B.O.E. n.º 102, de 29 de abril de 1986.
- [19]. R.D. 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos. Presidencia del Gobierno. B.O.E. n.º 236, de 2 de octubre de 1986.
- [20]. Orden de 16 de diciembre de 1987 por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. B.O.E. n.º 311, de 29 de diciembre de 1987.
- [21]. Directiva del Consejo, de 16 de diciembre de 1988, por la que se modifica la Directiva 80/1107/CEE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo. D.O.C.E. n.º L 356/74, de 24 de diciembre de 1988.
- [22]. Convenio O.I.T. n.º 167, sobre seguridad y salud en la construcción. Adoptado el 20 de junio de 1988.
- [23]. Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. D.O. n.º L 183, de 29 de junio de 1989.
- [24]. Directiva del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo (primera directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O. n.º L 393, de 30 de diciembre de 1989.
- [25]. Comunicación de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 89/686/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1989, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a los equipos de protección individual (1), modificada por las Directivas 93/68/CEE (2), 93/95/CEE (3) y 96/58/CE (4) (2001/C 21/02) (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.C.E. n.º C 21/2, de 24 de enero de 2001.
- [26]. Directiva 90/269/CEE del Consejo, de 29 de mayo de 1990, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (cuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O. n.º L 156, de 21 de junio de 1990.
- [27]. Directiva del Consejo, de 29 de mayo de 1990, referente a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (quinta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE (90/270/CEE). D.O. n.º L 156, de 21 de junio de 1990.

- [28]. Convenio O.I.T. n° 170, sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. Adoptado el 25 de junio de 1990.
- [29]. Convenio O.I.T. n° 171, sobre trabajo nocturno. Adoptado el 26 de junio de 1990.
- [30]. R.D. 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. n° 262, de 1 de noviembre de 1990.
- [31]. Directiva 91/156/CEE, del Consejo, de 18 de marzo de 1991, por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE, del Consejo, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos. D.O.C.E n° L 78/32, de 26 de marzo de 1991.
- [32]. Instrumento de Ratificación del Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 2 de diciembre de 1961, revisado en Ginebra el 10 de noviembre de 1972, el 23 de octubre de 1978 y el 19 de marzo de 1991, hecho en Ginebra el 19 de marzo de 1991. Jefatura del Estado. B.O.E. n° 173, de 20 de julio de 2007.
- [33]. Directiva de la Comisión, de 29 de mayo de 1991, relativa al establecimiento de valores límite de carácter indicativo, mediante la aplicación de la Directiva 80/1107/CEE del Consejo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo. D.O.C.E n° L 177/22, de 5 de julio de 1991.
- [34]. Directiva 91/414/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.C.E n° L 230, de 19 de agosto de 1991.
- [35]. Directiva 92/34/CEE del Consejo, de 28 de abril de 1992, relativa a la comercialización de materiales de multiplicación de frutales y de plantones de frutal destinados a la producción frutícola. D.O. n° L 157, de 10 de junio de 1992.
- [36]. Directiva 92/58/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo (novena Directiva particular con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O. n° L 245, de 26 de agosto de 1992.
- [37]. Directiva 93/48/CEE de la Comisión, de 23 de junio de 1993, por la que se establece la ficha referente a las condiciones que deben cumplir los materiales de multiplicación de frutales y los plantones de frutal destinados a la producción frutícola de conformidad con la Directiva 92/34/CEE del Consejo. D.O.C.E. n° L 250/1, de 7 de octubre de 1993.
- [38]. Directiva 93/64/CEE de la Comisión, de 5 de julio de 1993, por la que se establecen las disposiciones de aplicación para la vigilancia y el control de los proveedores y establecimientos en el marco de la Directiva 92/34/CEE del Consejo relativa a la comercialización de materiales de multiplicación de frutales y de plantones de frutal destinados a la producción frutícola. D.O.C.E. n° L 250/33, de 7 de octubre de 1993.
- [39]. Directiva 93/95/CEE del Consejo, de 29 de octubre de 1993, por la que se modifica la Directiva 89/686/CEE sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativos a los equipos de protección individual (EPI). D.O.C.E. n° L 276, de 9 de noviembre de 1993.
- [40]. Directiva 94/62/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases de productos fitosanitarios. D.O.U.E n° L 365/10, de 31 de diciembre de 1994.
- [41]. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. B.O.E. n° 269, de 10 de noviembre de 1995.
- [42]. R.D. 1993/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre colaboración de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. B.O.E. n° 296, de 12 de diciembre de 1995.
- [43]. R.D. 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la red nacional de vigilancia epidemiológica. Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E. n° 21, de 24 de enero de 1996.
- [44]. R.D. 401/1996, de 1 de marzo, por el que se establecen las condiciones para la introducción en el territorio nacional de determinados organismos nocivos, vegetales, productos vegetales y otros objetos, con fines de ensayo, científicos y para la actividad de selección de variedades. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. n° 68, de 19 de marzo de 1996.
- [45]. Directiva 96/82/CE del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. D.O. n° L 10, de 14 de enero de 1997.
- [46]. Directiva 96/71/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1996, sobre el desplazamiento de trabajadores efectuado en el marco de una prestación de servicios. D.O.C.E. n° L 18/1, de 21 de enero de 1997.
- [47]. R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 27, de 31 de enero de 1997.
- [48]. R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 97, de 23 de abril de 1997.
- [49]. R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 97, de 23 de abril de 1997.
- [50]. R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 97, de 23 de abril de 1997.
- [51]. R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. n° 97, de 23 de abril de 1997.
- [52]. Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Jefatura del Estado. B.O.E. n° 99, de 25 de abril de 1997.
- [53]. R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 124, de 24 de mayo de 1997.
- [54]. R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 124, de 24 de mayo de 1997.
- [55]. R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 140, de 12 de junio de 1997.
- [56]. R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 188, de 7 de agosto de 1997.

- [57]. R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 256, de 25 de octubre de 1997.
- [58]. Orden de 25 de marzo de 1998, por la que se adapta en función del progreso técnico el R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 76, de 30 de marzo de 1998.
- [59]. Directiva 98/24/CE del Consejo, de 7 de abril de 1998, relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O. nº L 131, de 5 de mayo de 1998.
- [60]. Directiva 98/56/CE del Consejo, de 20 de julio de 1998, relativa a la comercialización de los materiales de reproducción de las plantas ornamentales. D.O. nº L 226, de 13 de agosto de 1998.
- [61]. Directiva 1999/38/CE del Consejo, de 29 de abril de 1999, por la que se modifica por segunda vez la Directiva 90/394/CEE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos durante el trabajo y por la que se amplía su ámbito de aplicación a los mutágenos. D.O.C.E. nº L 138/66, de 1 de junio de 1999.
- [62]. Decreto 218/1999, de 26 de octubre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. B.O.J.A. nº 134/1999, de 18 de noviembre de 1999.
- [63]. Orden de 7 de febrero de 2000, por la que se establecen sistemas de gestión para los envases usados y residuos de envases de productos fitosanitarios. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. B.O.J.A. nº 34, de 21 de marzo de 2000.
- [64]. R.D. 200/2000, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control de la producción y comercialización de los materiales de reproducción de las plantas ornamentales. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 39, de 15 de febrero de 2000.
- [65]. Decisión de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos. D.O.C.E. nº L 226/3, de 6 de septiembre de 2000.
- [66]. Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre. D.O.C.E. nº L 162/1, de 3 de julio de 2000.
- [67]. Directiva 2000/39/CE de la Comisión, de 8 de junio de 2000, por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. D.O.C.E. nº L 142/47, de 16 de junio de 2000.
- [68]. Convenio O.I.T. nº 183, sobre protección de la maternidad. Adoptado el 15 de junio de 2000.
- [69]. R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 145, de 17 de junio de 2000.
- [70]. R.D.L. 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 189, de 8 de agosto de 2000.
- [71]. Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O.U.E. nº L 262/21, de 17 de octubre de 2000.
- [72]. R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 104, de 1 de mayo de 2001.
- [73]. R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 148, de 21 de junio de 2001.
- [74]. Convenio O.I.T. nº 184, sobre seguridad y salud en la agricultura. Adoptado el 21 de junio de 2001.
- [75]. Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos. D.O.C.E. nº L 203/18, de 28 de julio de 2001.
- [76]. COM(2001)593, Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social Europeo, de 24 de octubre de 2001, relativa a la aplicación de la estrategia comunitaria sobre las dioxinas, los furanos y los policlorobifenilos. 2001.
- [77]. R.D. 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 311, de 28 de diciembre de 2001.
- [78]. Directiva 2002/53/CE del Consejo, de 13 de junio de 2002, referente al catálogo común de las variedades de las especies de plantas agrícolas. D.O. nº L 193, de 20 de julio de 2002.
- [79]. Directiva 2002/55/CE del Consejo, de 13 de junio de 2002, referente a la comercialización de semillas de plantas hortícolas. D.O. nº L 193, de 20 de julio de 2002.
- [80]. Protocolo de 2002 relativo al Convenio O.I.T. sobre seguridad y salud de los trabajadores. Adoptado el 20 de junio de 2002.
- [81]. R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E. nº 224, de 18 de septiembre de 2002.
- [82]. R.D. 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 247, de 15 de octubre de 2002.

- [83]. Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 279, de 21 de noviembre de 2002.
- [84]. R.D. 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 287, de 20 de noviembre de 2002.
- [85]. Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal. Jefatura del Estado. B.O.E. nº 279, de 21 de noviembre de 2002.
- [86]. Resolución de 26 de noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (DeltU) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E nº 303, de 19 de diciembre de 2002.
- [87]. Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). D.O. nº L 42, de 15 de febrero de 2003.
- [88]. R.D. 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 54, de 4 de marzo de 2003.
- [89]. R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 82, de 5 de abril de 2003.
- [90]. Recomendación de la Comisión, de 19 de septiembre de 2003, relativa a la lista europea de enfermedades profesionales [notificada con el número C(2003) 3297] (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. nº L 238/28, de 25 de septiembre de 2003.
- [91]. Reglamento (CE) nº 1782/2003 del Consejo, de 29 de septiembre de 2003, por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) nº 2019/93, (CE) nº 1452/2001, (CE) nº 1453/2001, (CE) nº 1454/2001, (CE) nº 1868/94, (CE) nº 1251/1999, (CE) nº 1254/1999, (CE) nº 1673/2000, (CEE) nº 2358/71 y (CE) nº 2529/2001. D.O.U.E. nº 270, de 21 de octubre de 2003.
- [92]. Orden CTE/2780/2003, de 8 de octubre, por la que se actualizan los anexos I y II del R.D. 2028/1986, de 6 junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos. Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E. nº 244, de 11 de octubre de 2003.
- [93]. R.D. 1273/2003, de 10 de octubre, por el que se regula la cobertura de las contingencias profesionales de los trabajadores incluidos en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos, y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal para los trabajadores por cuenta propia. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 253, de 22 de octubre de 2003.
- [94]. Reglamento CE nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos. D.O.U.E. nº L 304/1, de 21 de noviembre de 2003.
- [95]. Orden APA/1/2004, de 9 de enero, por la que se establece el logotipo de la identificación de garantía nacional de producción integrada. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 9, de 10 de enero de 2004.
- [96]. Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. D.O.U.E. nº L 47/26, de 18 de febrero de 2004.
- [97]. Orden APA/370/2004, de 13 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cultivos hortícolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 43, de 19 de febrero de 2004.
- [98]. R.D. 290/2004, de 20 de febrero, por el que se regulan los enclaves laborales como medida de fomento del empleo de las personas con discapacidad. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 45, de 21 de febrero de 2004.
- [99]. Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (Sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo). D.O.U.E. nº L 158/50, de 30 de abril de 2004.
- [100]. Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo) (Versión codificada) (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. nº L 229/23, de 29 de junio de 2004.
- [101]. Reglamento (CE) nº 2076/2004 de la Comisión, de 3 de diciembre de 2004, por el que se adapta por primera vez el anexo I del Reglamento CE nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos (EDDHSA y superfosfato triple). D.O.U.E. nº L 359/25, de 4 de diciembre de 2004.
- [102]. R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E. nº 303, de 17 de diciembre de 2004.
- [103]. R.D. 58/2005, de 21 de enero, por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 19, de 22 de enero de 2005.
- [104]. Orden de 26 de enero de 2005 por la que se establecen normas para la implantación y desarrollo del sistema de información geográfica de parcelas agrícolas (SIGPAC) en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura. D.O.E. nº 11, de 29 de enero de 2005.

- [105]. Reglamento (CE) nº 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de febrero de 2005, relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la Directiva 91/414/CEE del Consejo, de 16 de marzo de 2005. D.O.U.E. nº L 70/1, de 16 de marzo de 2005.
- [106]. Directiva 2005/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2005, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. D.O.U.E. nº L 70/17, de 16 de marzo de 2005.
- [107]. R.D. 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 139, de 11 de junio de 2005.
- [108]. R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 265, de 5 de noviembre de 2005.
- [109]. Directiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de diciembre de 2005, por la que se modifica la Directiva 2000/14/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre. D.O.U.E. nº L 344/44, de 27 de diciembre de 2005.
- [110]. Directiva 2006/15/CE de la Comisión, de 7 de febrero de 2006, por la que se establece una segunda lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifican las Directivas 91/322/CEE y 2000/39/CE. D.O.U.E. nº L 38/36, de 9 de febrero de 2006.
- [111]. R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 60, de 11 de marzo de 2006.
- [112]. R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda. B.O.E. nº 74, de 28 de marzo de 2006.
- [113]. Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición). D.O.U.E. nº L 157/24, de 9 de junio de 2006.
- [114]. Orden APA/1593/2006, de 19 de mayo, por la que se crea y regula el Comité de Expertos en Fertilización. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 125, de 26 de mayo de 2006.
- [115]. Ley 30/2006, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos. Jefatura del Estado. B.O.E. nº 178, de 27 de julio de 2006.
- [116]. R.D. 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 302, de 19 de diciembre de 2006.
- [117]. Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión. D.O.U.E. nº L 396/1, de 30 de diciembre de 2006.
- [118]. Orden APA/326/2007, de 9 de febrero, por la que se establecen las obligaciones de los titulares de explotaciones agrícolas y forestales en materia de registro de la información sobre el uso de productos fitosanitarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 43, de 19 de febrero de 2007.
- [119]. Reglamento (CE) nº 162/2007 de la Comisión, de 19 de febrero de 2007, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los abonos, para adaptar al progreso técnico sus anexos I y IV. D.O.U.E. nº L 51/7, de 20 de febrero de 2007.
- [120]. Ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental. Comunidad Autónoma de Andalucía. B.O.E. nº 190, de 9 de agosto de 2007.
- [121]. Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo. Jefatura del Estado. B.O.E. nº 166, de 12 de julio de 2007.
- [122]. Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E. nº 244, de 11 de octubre de 2007.
- [123]. Anuncio de 15 de enero de 2008 por el que se da publicidad al cuaderno para el registro de datos de explotaciones agrícolas y forestales sobre el uso de productos fitosanitarios. Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. D.O.E. nº 23, de 4 de febrero de 2008.
- [124]. R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E. nº 68, de 19 de marzo de 2008.
- [125]. Reglamento (CE) nº 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 339/93 (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. nº L 218/30, de 13 de agosto de 2008.
- [126]. Decisión nº 768/2008/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, sobre un marco común para la comercialización de los productos y por la que se deroga la Decisión 93/465/CEE del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. nº L 218/82, de 13 de agosto de 2008.
- [127]. Directiva 2008/72/CE del Consejo, de 15 de julio de 2008, relativa a la comercialización de plantones de hortalizas y de materiales de multiplicación de hortalizas, distintos de las semillas (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. nº L 205/28, de 1 de agosto de 2008.
- [128]. Resolución de 4 de agosto de 2008, de la Dirección General de Estructuras Agrarias, por la que se habilitan los carnés de aplicador manipulador de productos fitosanitarios, expedidos al amparo de la Orden del Ministerio de la Presidencia, de 8 de

- marzo de 1994, para adaptarlos a la capacitación establecida en la Orden PRE/2922/2005. Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. D.O.E. nº 160, de 19 de agosto de 2008.
- [129]. Corrección de errores a la Resolución de 4 de agosto de 2008, de la Dirección General de Estructuras Agrarias, por la que se habilitan los carnés de aplicador-manipulador de productos fitosanitarios, expedidos al amparo de la Orden del Ministerio de la Presidencia, de 8 de marzo de 1994, para adaptarlos a la capacitación establecida en la Orden PRE/2922/2005. Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. D.O.E. nº 170, de 2 de septiembre de 2008.
- [130]. Resolución de 26 de agosto de 2008, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el I Convenio colectivo nacional de los Servicios de Prevención Ajenos. Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E. nº 220, de 11 de septiembre de 2008.
- [131]. Directiva 2008/90/CE del Consejo, de 29 de septiembre de 2008, relativa a la comercialización de materiales de multiplicación de frutales y de plántones de frutal destinados a la producción frutícola (Refundición). D.O. nº L 267, de 8 de octubre de 2008.
- [132]. Reglamento (CE) nº 987/2008 de la Comisión, de 8 de octubre de 2008, por el que se adapta el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) en cuanto a sus anexos IV y V. D.O.U.E. nº L 268/14, de 9 de octubre de 2008.
- [133]. R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 246, de 11 de octubre de 2008.
- [134]. Reglamento (CE) nº 1107/2008 de la Comisión, de 7 de noviembre de 2008, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, para adaptar al progreso técnico sus anexos I y IV. D.O.U.E. nº L 299/13, de 8 de noviembre de 2008.
- [135]. R.D. 1891/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento para la autorización y registro de los productores de semillas y plantas de vivero y su inclusión en el Registro nacional de productores. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. nº 294, de 6 de diciembre de 2008.
- [136]. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. D.O.U.E. nº L 312/3, de 23 de noviembre de 2008.
- [137]. Decisión de la Comisión, de 2 de diciembre de 2008, por la que se establece, conforme a lo dispuesto en la Directiva 96/82/CE del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, el formulario de declaración de accidente grave [notificada con el número C(2008) 7530]. D.O.U.E. nº L 6/64, de 10 de enero de 2009.
- [138]. Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. D.O.U.E. nº L 353/1, de 31 de diciembre de 2008.
- [139]. Corrección de errores del Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. D.O.U.E. nº L 16/1, de 20 de enero de 2011.
- [140]. Corrección de errores del Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. D.O.U.E. nº L 117/8, de 3 de mayo de 2019.
- [141]. Reglamento (CE) nº 1336/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, que modifica el Reglamento (CE) nº 648/2004 para adaptarlo al Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 354/60, de 31 de diciembre de 2008.
- [142]. Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR). 2007-2015. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. nº 49, de 26 de febrero de 2009.
- [143]. Reglamento (CE) nº 134/2009 de la Comisión, de 16 de febrero de 2009, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) en cuanto a su anexo XI. D.O.U.E. nº L 46/3, de 17 de febrero de 2009.
- [144]. R.D. 197/2009, de 23 de febrero, por el que se desarrolla el Estatuto del Trabajo Autónomo en materia de contrato del trabajador autónomo económicamente dependiente y su registro y se crea el Registro Estatal de asociaciones profesionales de trabajadores autónomos. Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E. nº 54, de 4 de marzo de 2009.
- [145]. R.D. 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 57, de 7 de marzo de 2009.
- [146]. R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 73, de 26 de marzo de 2009.
- [147]. Convenio O.I.T. nº 187, sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo. Adoptado el 15 de junio de 2006 y ratificado por España el 5 de mayo de 2009.
- [148]. Reglamento (CE) nº 552/2009 de la Comisión, de 22 de junio de 2009, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) en lo que respecta a su anexo XVII. D.O.U.E. nº L 164/7, de 26 de junio de 2009.

- [149]. Reglamento (CE) n° 637/2009 de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se establecen disposiciones de aplicación referentes a la adecuación de las denominaciones de las variedades de las especies de plantas agrícolas y especies hortícolas (versión codificada) (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 191/10, de 23 de julio de 2009.
- [150]. Reglamento (CE) n° 790/2009 de la Comisión, de 10 de agosto de 2009, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 235/1, de 5 de septiembre de 2009.
- [151]. Resolución de 4 de septiembre de 2009, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el Acuerdo para la promoción de la seguridad y la salud en el trabajo en el sector agrario. Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E. n° 230, de 23 de septiembre de 2009.
- [152]. Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE) (versión codificada) (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 260/5, de 3 de octubre de 2009.
- [153]. Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. D.O.U.E. n° L 309/71, de 24 de noviembre de 2009.
- [154]. Reglamento (CE) 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo. D.O.U.E. n° L 309/1, de 24 de noviembre de 2009.
- [155]. Reglamento (CE) n° 1020/2009 de la Comisión, de 28 de octubre de 2009, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, para adaptar al progreso técnico sus anexos I, III, IV y V. D.O.U.E. n° L 282/7, de 29 de octubre de 2009.
- [156]. Directiva 2009/145/CE de la Comisión, de 26 de noviembre de 2009, por la que se establecen determinadas excepciones para la aceptación de razas y variedades autóctonas de plantas hortícolas que hayan sido tradicionalmente cultivadas en localidades y regiones concretas y se vean amenazadas por la erosión genética, y de variedades vegetales sin valor intrínseco para la producción de cultivos comerciales, pero desarrolladas para el cultivo en condiciones determinadas, así como para la comercialización de semillas de dichas razas y variedades autóctonas (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 312/44, de 27 de noviembre de 2009.
- [157]. Directiva 2009/161/UE de la Comisión, de 17 de diciembre de 2009, por la que se establece una tercera lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifica la Directiva 2000/39/CE de la Comisión. D.O.U.E. n° L 338/87, de 19 de diciembre de 2009.
- [158]. Orden ARM/502/2010, de 1 de marzo, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, por la que se definen las producciones y los rendimientos asegurables, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, el ámbito de aplicación, los períodos de garantía, las fechas de suscripción y los precios unitarios en relación con la póliza multicultivo de hortalizas comprendido en el Plan 2010 de Seguros Agrarios Combinados. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. n° 56, de 5 de marzo de 2010.
- [159]. Decisión de la Comisión, de 19 de marzo de 2010, por la que se elimina la referencia a la norma EN 353-1:2002 «Equipos de protección individual contra caídas de altura — Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida» de conformidad con la Directiva 89/686/CEE del Consejo [notificada con el número C (2010) 1619] (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 75/27, de 23 de marzo de 2010.
- [160]. Reglamento (UE) n° 298/2010 de la Comisión, de 9 de abril de 2010, que modifica el Reglamento (CE) n° 1451/2007 en lo relativo a la ampliación de la duración de las excepciones por las que se autoriza la comercialización de biocidas (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 90/4, de 10 de abril de 2010.
- [161]. R.D. 456/2010, de 16 de abril, por el que se establecen las bases reguladoras de las ayudas para la promoción de nuevas tecnologías en maquinaria y equipos agrarios. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. n° 111, de 7 de mayo de 2010.
- [162]. Reglamento (UE) n° 453/2010 de la Comisión, de 20 de mayo de 2010, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). D.O.U.E. n° L 133/1, de 31 de mayo de 2010.
- [163]. R.D. 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E. n° 153, de 24 de junio de 2010.
- [164]. R.D. 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 170, de 14 de julio de 2010.
- [165]. R.D. 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 170, de 14 de julio de 2010.
- [166]. Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas. Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E. n° 235, de 28 de septiembre de 2010.
- [167]. Reglamento (UE) n° 137/2011 de la Comisión, de 16 de febrero de 2011, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, para adaptar al progreso técnico sus anexos I y IV. D.O.U.E. n° L 43/1, de 17 de febrero de 2011.
- [168]. Reglamento (UE) n° 143/2011 de la Comisión, de 17 de febrero de 2011, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). D.O.U.E. n° L 44/2, de 18 de febrero de 2011.

- [169]. Reglamento (UE) n° 286/2011 de la Comisión, de 10 de marzo de 2011, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 83/1, de 30 de marzo de 2011.
- [170]. Reglamento (UE) n° 252/2011 de la Comisión, de 15 de marzo de 2011, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo I. D.O.U.E. n° L 69/3, de 16 de marzo de 2011.
- [171]. Reglamento (UE) n° 253/2011 de la Comisión, de 15 de marzo de 2011, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo XIII. D.O.U.E. n° L 69/7, de 16 de marzo de 2011.
- [172]. Reglamento (UE) n° 494/2011 de la Comisión, de 20 de mayo de 2011, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo XVII (cadmio). D.O.U.E. n° L 134/2, de 21 de mayo de 2011.
- [173]. Corrección de errores del Reglamento (UE) n° 494/2011 de la Comisión, de 20 de mayo de 2011, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo XVII (cadmio). D.O.U.E. n° L 87/7, de 23 de marzo de 2020.
- [174]. Decreto 81/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Autorizaciones y Comunicación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura. D.O.E. n° 100, de 26 de mayo de 2011.
- [175]. Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión, de 25 de mayo de 2011, por el que se aplica el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la lista de sustancias activas autorizadas (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 153/1, de 11 de junio de 2011.
- [176]. Reglamento (UE) n° 547/2011 de la Comisión, de 8 de junio de 2011, por el que se aplica el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los requisitos de etiquetado de los productos fitosanitarios (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 155/176, de 11 de junio de 2011.
- [177]. Reglamento (UE) n° 546/2011 de la Comisión, de 10 de junio de 2011, por el que se aplica el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los principios uniformes para la evaluación y autorización de los productos fitosanitarios (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 155/127, de 11 de junio de 2011.
- [178]. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Jefatura del Estado. B.O.E. n° 181, de 29 de julio de 2011.
- [179]. R.D. 1237/2011, de 8 de septiembre, por el que se establece la aplicación de exenciones por razones de defensa, en materia de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y mezclas químicas, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, y en materia de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, de acuerdo con el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008. Ministerio de Defensa. B.O.E. n° 234, de 28 de septiembre de 2011.
- [180]. Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública. Jefatura del Estado. B.O.E. n° 240, de 5 de octubre de 2011.
- [181]. Resolución de 14 de noviembre de 2011, de la Secretaría de Estado de Empleo, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 28 de octubre de 2011, por el que se aprueba la Estrategia Global para el Empleo de los Trabajadores y las Trabajadoras de Más Edad 2012-2014 (Estrategia 55 y más). Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E. n° 283, de 24 de noviembre de 2011.
- [182]. R.D. 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. B.O.E. n° 296, de 9 de diciembre de 2011.
- [183]. Reglamento (UE) n° 125/2012 de la Comisión, de 14 de febrero de 2012, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). D.O.U.E. n° L 41/1, de 15 de febrero de 2012.
- [184]. Reglamento (UE) n° 223/2012 de la Comisión, de 14 de marzo de 2012, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, para adaptar al progreso técnico sus anexos I y IV. D.O.U.E. n° L 75/12, de 15 de marzo de 2012.
- [185]. Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. B.O.J.A. n° 81, de 26 de abril de 2012.
- [186]. Reglamento (UE) n° 412/2012 de la Comisión, de 15 de mayo de 2012, por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). D.O.U.E. n° L 128/1, de 16 de mayo de 2012.
- [187]. Reglamento (UE) n° 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 167/1, de 27 de junio de 2012.
- [188]. R.D. 1039/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el R.D. 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. n° 180, de 28 de julio de 2012.
- [189]. Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE. D.O.U.E. n° L 197/1, de 24 de julio de 2012.
- [190]. Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). D.O.U.E. n° L 197/18, de 24 de julio de 2012.
- [191]. Reglamento (UE) n° 618/2012 de la Comisión, de 10 de julio de 2012, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso científico y técnico, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 179/1, de 11 de julio de 2012.

- [192]. R.D. 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 223, de 15 de septiembre de 2012.
- [193]. Reglamento (UE) nº 835/2012 de la Comisión, de 18 de septiembre de 2012, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH), en lo que respecta a su anexo XVII (cadmio). D.O.U.E. nº L 252/1, de 19 de septiembre de 2012.
- [194]. Reglamento (UE) nº 836/2012 de la Comisión, de 18 de septiembre de 2012, por el que se modifica, con relación al plomo, el anexo XVII del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 252/4, de 19 de septiembre de 2012.
- [195]. Reglamento de Ejecución (UE) nº 844/2012 de la Comisión, de 18 de septiembre de 2012, por el que se establecen las disposiciones necesarias para la aplicación del procedimiento de renovación de las sustancias activas de conformidad con el Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 252/26, de 19 de septiembre de 2012.
- [196]. Corrección de errores del Reglamento de Ejecución (UE) nº 844/2012 de la Comisión, de 18 de septiembre de 2012, por el que se establecen las disposiciones necesarias para la aplicación del procedimiento de renovación de las sustancias activas de conformidad con el Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 48/44, de 21 de febrero de 2018.
- [197]. Reglamento (UE) nº 847/2012 de la Comisión, de 19 de septiembre de 2012, por el que se modifica, en lo que respecta al mercurio, el anexo XVII del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 253/1, de 19 de septiembre de 2012.
- [198]. Reglamento (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de febrero de 2013, relativo a la homologación de los vehículos agrícolas o forestales, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos. D.O.U.E. nº L 60/1, de 2 de marzo de 2013.
- [199]. Directiva 2013/2/UE de la Comisión, de 7 de febrero de 2013, que modifica el anexo I de la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los envases y residuos de envases. D.O.U.E. nº L 37/10, de 8 de febrero de 2013.
- [200]. Reglamento (UE) nº 126/2013 de la Comisión, de 13 de febrero de 2013, por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). D.O.U.E. nº L 43/24, de 14 de febrero de 2013.
- [201]. Reglamento (UE) nº 283/2013 de la Comisión, de 1 de marzo de 2013, que establece los requisitos sobre datos aplicables a las sustancias activas, de conformidad con el Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 93/1, de 3 de abril de 2013.
- [202]. Reglamento (UE) nº 284/2013 de la Comisión, de 1 de marzo de 2013, que establece los requisitos sobre datos aplicables a los productos fitosanitarios, de conformidad con el Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 93/85, de 3 de abril de 2013.
- [203]. Reglamento (UE) nº 348/2013 de la Comisión, de 17 de abril de 2013, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 108/1, de 18 de abril de 2013.
- [204]. Reglamento de Ejecución (UE) nº 414/2013 de la Comisión, de 6 de mayo de 2013, por el que se especifica un procedimiento para la autorización de unos mismos biocidas con arreglo al Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. nº L 125/4, de 7 de mayo de 2013.
- [205]. Reglamento (UE) nº 487/2013 de la Comisión, de 8 de mayo de 2013, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso científico y técnico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 149/1, de 1 de junio de 2013.
- [206]. Reglamento (UE) nº 463/2013 de la Comisión, de 17 de mayo de 2013, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, para adaptar al progreso técnico sus anexos I, II y IV. D.O.U.E. nº L 134/1, de 18 de mayo de 2013.
- [207]. Reglamento Delegado (UE) nº 736/2013 de la Comisión, de 17 de mayo de 2013, por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo respecto a la duración del programa de trabajo para el examen de sustancias activas existentes en biocidas. D.O.U.E. nº L 204/25, de 31 de julio de 2013.
- [208]. Reglamento Delegado (UE) nº 837/2013 de la Comisión, de 25 de junio de 2013, por el que se modifica el anexo III del Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a la información requerida para la autorización de biocidas. D.O.U.E. nº L 234/1, de 3 de septiembre de 2013.
- [209]. R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 164, de 10 de julio de 2013.
- [210]. Corrección de errores del R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 7, de 8 de enero de 2014.
- [211]. Reglamento (UE) nº 758/2013 de la Comisión, de 7 de agosto de 2013, que corrige el anexo VI del Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 216/1, de 10 de agosto de 2013.
- [212]. Reglamento (UE) nº 944/2013 de la Comisión, de 2 de octubre de 2013, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso científico y técnico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 261/5, de 3 de octubre de 2013.

- [213]. R.D. 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. B.O.E. nº 251, de 19 de octubre de 2013.
- [214]. Orden ESS/2518/2013, de 26 de diciembre, por la que se regulan los aspectos formativos del contrato para la formación y el aprendizaje, en desarrollo del R.D. 1529/2012, de 8 de noviembre, por el que se desarrolla el contrato para la formación y el aprendizaje y se establecen las bases de la formación profesional dual. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. nº 10, de 11 de enero de 2014.
- [215]. Reglamento de Ejecución (UE) nº 88/2014 de la Comisión, de 31 de enero de 2014, por el que se especifica un procedimiento para la modificación del anexo I del Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas. D.O.U.E. nº L 32/3, de 1 de febrero de 2014.
- [216]. Directiva 2014/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, por la que se modifican las Directivas 92/58/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CE, 98/24/CE del Consejo y la Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, a fin de adaptarlas al Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 65/1, de 5 de marzo de 2014.
- [217]. Reglamento Delegado (UE) nº 492/2014 de la Comisión, de 7 de marzo de 2014, que completa el Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a las normas de renovación de las autorizaciones de biocidas objeto de reconocimiento mutuo. D.O.U.E. nº L 139/1, de 14 de mayo de 2014.
- [218]. Reglamento (UE) nº 334/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2014, por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 528/2012, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas, en relación con determinadas condiciones de acceso al mercado. D.O.U.E. nº L 103/22, de 5 de mayo de 2014.
- [219]. Reglamento (UE) nº 301/2014 de la Comisión, de 25 de marzo de 2014, por el que se modifica, en lo que respecta a los compuestos de cromo VI, el anexo XVII del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 90/1, de 26 de marzo de 2014.
- [220]. Orden AAA/770/2014, de 28 de abril, por la que se aprueba el modelo normalizado de solicitud al Registro de Productos Fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. B.O.E. nº 116, de 13 de mayo de 2014.
- [221]. Reglamento (UE) nº 652/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, por el que se establecen disposiciones para la gestión de los gastos relativos a la cadena alimentaria, la salud animal y el bienestar de los animales, y relativos a la fitosanidad y a los materiales de reproducción vegetal, y por el que se modifican las Directivas 98/56/CE, 2000/29/CE y 2008/90/CE del Consejo, los Reglamentos (CE) nº 178/2002, (CE) nº 882/2004, (CE) nº 396/2005 y (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan las Decisiones 66/399/CEE, 76/894/CEE y 2009/470/CE del Consejo. D.O.U.E. nº L 189/1, de 27 de junio de 2014.
- [222]. Reglamento Delegado (UE) nº 1062/2014 de la Comisión, de 4 de agosto de 2014, relativo al programa de trabajo para el examen sistemático de todas las sustancias activas existentes contenidas en los biocidas que se mencionan en el Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo. D.O.U.E. nº L 294/1, de 10 de octubre de 2014.
- [223]. Reglamento (UE) nº 895/2014 de la Comisión, de 14 de agosto de 2014, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 244/6, de 19 de agosto de 2014.
- [224]. Reglamento Delegado (UE) 2015/68 de la Comisión, de 15 de octubre de 2014, que complementa el Reglamento (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de frenado de vehículos para la homologación de vehículos agrícolas y forestales. D.O.U.E. nº L 17/1, de 23 de enero de 2015.
- [225]. Reglamento (UE) nº 1136/2014 de la Comisión, de 24 de octubre de 2014, por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 283/2013 en lo relativo a las medidas transitorias que se aplican a los procedimientos relativos a los productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 307/26, de 28 de octubre de 2014.
- [226]. R.D. 971/2014, de 21 de noviembre, por el que se regula el procedimiento de evaluación de productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. nº 292, de 3 de diciembre de 2014.
- [227]. Reglamento (UE) nº 1257/2014 de la Comisión, de 24 de noviembre de 2014, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, a efectos de la adaptación de sus anexos I y IV. D.O.U.E. nº L 337/53, de 25 de noviembre de 2014.
- [228]. Reglamento (UE) nº 1297/2014 de la Comisión, de 5 de diciembre de 2014, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 350/1, de 6 de diciembre de 2014.
- [229]. Reglamento Delegado (UE) 2015/208 de la Comisión, de 8 de diciembre de 2014, que complementa el Reglamento (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que respecta a los requisitos de seguridad funcional de los vehículos para la homologación de vehículos agrícolas y forestales. D.O.U.E. nº L 42/1, de 17 de febrero de 2015.
- [230]. Decisión de Ejecución de la Comisión, de 10 de diciembre de 2014, por la que se establece el formato para la comunicación de la información contemplada en el artículo 21, apartado 3, de la Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas [notificada con el número C(2014) 9334]. D.O.U.E. nº L 355/51, de 12 de diciembre de 2014.
- [231]. Decisión de Ejecución de la Comisión, de 10 de diciembre de 2014, por la que se establece el formato para la comunicación de la información de los Estados miembros sobre la aplicación de la Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas [notificada con el número C(2014) 9335]. D.O.U.E. nº L 355/55, de 12 de diciembre de 2014.

- [232]. Reglamento (UE) n° 1357/2014 de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. D.O.U.E. n° L 365/89, de 19 de diciembre de 2014.
- [233]. Reglamento (UE) 2015/628 de la Comisión, de 22 de abril de 2015, por el que se modifica, en lo que respecta al plomo y sus compuestos, el anexo XVII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. n° L 104/2, de 23 de abril de 2015.
- [234]. Reglamento (UE) 2015/830 de la Comisión, de 28 de mayo de 2015, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. n° L 132/8, de 29 de mayo de 2015.
- [235]. Directiva (UE) 2015/1127 de la Comisión, de 10 de julio de 2015, por la que se modifica el anexo II de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. D.O.U.E. n° L 184/13, de 11 de julio de 2015.
- [236]. Reglamento (UE) 2015/1221 de la Comisión, de 24 de julio de 2015, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico. D.O.U.E. n° L 197/10, de 25 de julio de 2015.
- [237]. R.D. 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. B.O.E. n° 210, de 2 de septiembre de 2015.
- [238]. Reglamento (UE) 2015/1475 de la Comisión, de 27 de agosto de 2015, que modifica el Reglamento (UE) n° 284/2013 por lo que respecta a las medidas transitorias que se aplican a los procedimientos relativos a los productos fitosanitarios. D.O.U.E. n° L 225/10, de 28 de agosto de 2015.
- [239]. R.D.L. 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. n° 255, de 24 de octubre de 2015.
- [240]. R.D.L. 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. n° 261, de 31 de octubre de 2015.
- [241]. Orden AAA/2564/2015, de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. B.O.E. n° 289, de 3 de diciembre de 2015.
- [242]. Corrección de errores de la Orden AAA/2564/2015, de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. B.O.E. n° 305, de 22 de diciembre de 2015.
- [243]. Reglamento (UE) 2016/26 de la Comisión, de 13 de enero de 2016, que modifica, por lo que respecta a los etoxilatos de nonilfenol, el anexo XVII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. n° L 9/1, de 14 de enero de 2016.
- [244]. Reglamento (UE) 2016/217 de la Comisión, de 16 de febrero de 2016, que modifica, por lo que respecta al cadmio, el anexo XVII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. n° L 40/5, de 17 de febrero de 2016.
- [245]. Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo. D.O.U.E. n° L 81/51, de 31 de marzo de 2016.
- [246]. R.D. 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. B.O.E. n° 113, de 10 de mayo de 2016.
- [247]. Reglamento (UE) 2016/918 de la Comisión, de 19 de mayo de 2016, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 156/1, de 14 de junio de 2016.
- [248]. Reglamento (UE) 2016/863 de la Comisión, de 31 de mayo de 2016, por el que se modifican los anexos VII y VIII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) por lo que se refiere a la corrosión o la irritación cutáneas, las lesiones o irritaciones oculares graves y la toxicidad aguda (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 144/27, de 1 de junio de 2016.
- [249]. Reglamento (UE) 2016/1179 de la Comisión, de 19 de julio de 2016, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso científico y técnico, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 195/11, de 20 de julio de 2016.
- [250]. Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1789 de la Comisión, de 7 de septiembre de 2016, que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/504 en lo que se refiere a los requisitos administrativos para la homologación y la vigilancia del mercado de los vehículos agrícolas y forestales (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 277/60, de 13 de octubre de 2016.
- [251]. Reglamento (UE) 2016/1618 de la Comisión, de 8 de septiembre de 2016, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, a efectos de la adaptación de sus anexos I y IV. D.O.U.E. n° L 242/24, de 9 de septiembre de 2016.
- [252]. Reglamento (UE) 2016/1688 de la Comisión, de 20 de septiembre de 2016, que modifica el anexo VII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH), por lo que respecta a la sensibilización cutánea (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 255/14, de 21 de septiembre de 2016.

- [253]. Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1802 de la Comisión, de 11 de octubre de 2016, que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) n° 414/2013 de la Comisión, por el que se especifica un procedimiento para la autorización de unos mismos biocidas con arreglo al Reglamento (UE) n° 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 275/34, de 12 de octubre de 2016.
- [254]. Reglamento (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de octubre de 2016, relativo a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales, por el que se modifican los Reglamentos (UE) n° 228/2013, (UE) n° 652/2014 y (UE) n° 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan las Directivas 69/464/CEE, 74/647/CEE, 93/85/CEE, 98/57/CE, 2000/29/CE, 2006/91/CE y 2007/33/CE del Consejo. D.O.U.E. n° L 317/4, de 23 de noviembre de 2016.
- [255]. Reglamento Delegado (UE) 2017/67 de la Comisión, de 4 de noviembre de 2016, que modifica el anexo II del Reglamento (UE) n° 652/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen disposiciones para la gestión de los gastos relativos a la cadena alimentaria, la salud animal y el bienestar de los animales, y relativos a la fitosanidad y a los materiales de reproducción vegetal, con el fin de ampliar la lista de enfermedades de los animales y zoonosis de dicho anexo. D.O.U.E. n° L 9/2, de 13 de enero de 2017.
- [256]. Orden PRA/1943/2016, de 22 de diciembre, por la que se modifican los anexos I, II, IV y VI del R.D. 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. B.O.E. n° 309, de 23 de diciembre de 2016.
- [257]. Directiva (UE) 2017/164 de la Comisión, de 31 de enero de 2017, por la que se establece una cuarta lista de valores límite de exposición profesional indicativos de conformidad con la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifican las Directivas 91/322/CEE, 2000/39/CE y 2009/161/UE de la Comisión (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 27/115, de 1 de febrero de 2017.
- [258]. Reglamento Delegado (UE) 2017/686 de la Comisión, de 1 de febrero de 2017, por el que se modifica el Reglamento Delegado (UE) 2015/96 en lo que se refiere a los requisitos de eficacia medioambiental y rendimiento de la unidad de propulsión de los vehículos agrícolas y forestales (Texto pertinente a efectos del EEE.). D.O.U.E. n° L 99/16, de 12 de abril de 2017.
- [259]. Directiva (UE) 2017/164 de la Comisión, de 31 de enero de 2017, por la que se establece una cuarta lista de valores límite de exposición profesional indicativos de conformidad con la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifican las Directivas 91/322/CEE, 2000/39/CE y 2009/161/UE de la Comisión (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 99/16, de 12 de abril de 2017.
- [260]. Reglamento Delegado (UE) 2017/698 de la Comisión, de 3 de febrero de 2017, por el que se modifica el Reglamento Delegado (UE) n° 1062/2014, relativo al programa de trabajo para el examen sistemático de todas las sustancias activas existentes contenidas en los biocidas que se mencionan en el Reglamento (UE) n° 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas (Texto pertinente a efectos del EEE). D.O.U.E. n° L 103/1, de 19 de abril de 2017.
- [261]. R.D. 231/2017, de 10 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan disminuido de manera considerable la siniestralidad laboral. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. n° 71, de 24 de marzo de 2017.
- [262]. Reglamento (UE) 2017/625 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2017, relativo a los controles y otras actividades oficiales realizados para garantizar la aplicación de la legislación sobre alimentos y piensos, y de las normas sobre salud y bienestar de los animales, sanidad vegetal y productos fitosanitarios, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n° 999/2001, (CE) n° 396/2005, (CE) n° 1069/2009, (CE) n° 1107/2009, (UE) n° 1151/2012, (UE) n° 652/2014, (UE) 2016/429 y (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo, los Reglamentos (CE) n° 1/2005 y (CE) n° 1099/2009 del Consejo, y las Directivas 98/58/CE, 1999/74/CE, 2007/43/CE, 2008/119/CE y 2008/120/CE del Consejo, y por el que se derogan los Reglamentos (CE) n° 854/2004 y (CE) n° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 89/608/CEE, 89/662/CEE, 90/425/CEE, 91/496/CEE, 96/23/CE, 96/93/CE y 97/78/CE del Consejo y la Decisión 92/438/CEE del Consejo (Reglamento sobre controles oficiales). D.O.U.E. n° L 95/1, de 7 de abril de 2017.
- [263]. Reglamento (UE) 2017/542 de la Comisión, de 22 de marzo de 2017, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, mediante la inclusión de un anexo sobre información armonizada relativa a la respuesta sanitaria en caso de urgencia. D.O.U.E. n° L 78/1, de 23 de marzo de 2017.
- [264]. Reglamento (UE) 2017/706 de la Comisión, de 19 de abril de 2017, que modifica el anexo VII del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH), por lo que respecta a la sensibilización cutánea, y que deroga el Reglamento (UE) 2016/1688 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 104/8, de 20 de abril de 2017.
- [265]. Decreto 57/2017, de 2 de mayo, sobre organización y funcionamiento del Registro de Explotaciones Agrarias. Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio. D.O.E. n° 86, de 8 de mayo de 2017.
- [266]. Corrección de errores del Decreto 57/2017, de 2 de mayo, sobre organización y funcionamiento del Registro de Explotaciones Agrarias. Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio. D.O.E. n° 231, de 1 de diciembre de 2017.
- [267]. Reglamento (UE) 2017/776 de la Comisión, de 4 de mayo de 2017, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 116/1, de 5 de mayo de 2017.
- [268]. R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. B.O.E. n° 139, de 12 de junio de 2017.
- [269]. R.D. 535/2017, de 26 de mayo, por el que se modifica el R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. B.O.E. n° 133, de 5 de junio de 2017.

- [270]. Reglamento (UE) 2017/997 del Consejo, de 8 de junio de 2017, por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a la característica de peligrosidad HP 14 «Ecotóxico». D.O.U.E. nº L 150/1, de 14 de junio de 2017.
- [271]. Reglamento (UE) 2017/999 de la Comisión, de 13 de junio de 2017, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). D.O.U.E. nº L 150/7, de 14 de junio de 2017.
- [272]. R.D. 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. B.O.E. nº 176, de 25 de julio de 2017.
- [273]. R.D. 999/2017, de 24 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Públicas. B.O.E. nº 296, de 6 de diciembre de 2017.
- [274]. Corrección de erratas del R.D. 999/2017, de 24 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Públicas. B.O.E. nº 39, de 13 de febrero de 2018.
- [275]. Directiva (UE) 2017/2398 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2017, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. D.O.U.E. nº L 345/87, de 27 de diciembre de 2017.
- [276]. Reglamento (UE) 2017/2393 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2017, por el que se modifican los Reglamentos (UE) nº 1305/2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader), (UE) nº 1306/2013 sobre la financiación, gestión y seguimiento de la política agrícola común, (UE) nº 1307/2013 por el que se establecen normas aplicables a los pagos directos a los agricultores en virtud de los regímenes de ayuda incluidos en el marco de la política agrícola común, (UE) nº 1308/2013 por el que se crea la organización común de mercados de los productos agrarios y (UE) nº 652/2014 por el que se establecen disposiciones para la gestión de los gastos relativos a la cadena alimentaria, la salud animal y el bienestar de los animales, y relativos a la fitosanidad y a los materiales de reproducción vegetal. D.O.U.E. nº L 350/15, de 29 de diciembre de 2017.
- [277]. Reglamento de Ejecución (UE) 2018/84 de la Comisión, de 19 de enero de 2018, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 540/2011 en lo que respecta a la prórroga de los períodos de aprobación de las sustancias activas clorpirifós, clorpirifós-metilo, clotianidina, compuestos de cobre, dimoxistrobina, mancoceb, mecoprop-p, metiram, oxamil, petoxamida, propiconazol, propineb, propizamida, piraclostrobina y zoxamida. D.O.U.E. nº L 16/8, de 20 de enero de 2018.
- [278]. Reglamento de Ejecución (UE) 2018/185 de la Comisión, de 7 de febrero de 2018, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 540/2011 en lo que se refiere a las condiciones de aprobación de la sustancia activa penflufen. D.O.U.E. nº L 34/13, de 8 de febrero de 2018.
- [279]. Reglamento Delegado (UE) 2018/829 de la Comisión, de 15 de febrero de 2018, por el que se modifica y corrige el Reglamento Delegado (UE) 2015/208, que complementa el Reglamento (UE) nº 167/2013 por lo que respecta a los requisitos de seguridad funcional de los vehículos para la homologación de vehículos agrícolas y forestales. D.O.U.E. nº L 140/8, de 6 de junio de 2018.
- [280]. Reglamento Delegado (UE) 2018/830 de la Comisión, de 9 de marzo de 2018, que modifica el anexo I del Reglamento (UE) nº 167/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento Delegado (UE) nº 1322/2014 de la Comisión por lo que respecta a la adaptación de la fabricación y los requisitos generales de homologación de los vehículos agrícolas y forestales. D.O.U.E. nº L 140/15, de 6 de junio de 2018.
- [281]. Orden ESS/256/2018, de 12 de marzo, por la que se desarrolla el R.D. 231/2017, de 10 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan disminuido de manera considerable la siniestralidad laboral. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. B.O.E. nº 67, de 17 de marzo de 2018. D.O.U.E. nº L 101/33, de 20 de abril de 2018.
- [282]. Reglamento (UE) 2018/669 de la Comisión, de 16 de abril de 2018, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso científico y técnico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 115/1, de 4 de mayo de 2018.
- [283]. Reglamento (UE) 2018/605 de la Comisión, de 19 de abril de 2018, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 1107/2009 al establecer criterios científicos para la determinación de las propiedades de alteración endocrina.
- [284]. Reglamento de Ejecución (UE) 2018/670 de la Comisión, de 30 de abril de 2018, que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 540/2011 en lo que respecta a la ampliación de los períodos de aprobación de las sustancias activas bromuconazol, buprofezina, haloxifop-P y napropamida. D.O.U.E. nº L 113/1, de 3 de mayo de 2018.
- [285]. Reglamento de Ejecución (UE) 2018/679 de la Comisión, de 3 de mayo de 2018, que renueva la aprobación de la sustancia activa forclorfenurón con arreglo al Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) nº 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. nº L 114/18, de 4 de mayo de 2018.
- [286]. Reglamento (UE) 2018/676 de la Comisión, de 3 de mayo de 2018, que corrige el Reglamento (UE) nº 546/2011 de la Comisión, por el que se aplica el Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los principios uniformes para la evaluación y autorización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. nº L 114/8, de mayo de 2018.
- [287]. Reglamento (UE) 2018/858 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre la homologación y la vigilancia del mercado de los vehículos de motor y sus remolques y de los sistemas, los componentes y las unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos, por el que se modifican los Reglamentos (CE) nº 715/2007 y (CE) nº 595/2009 y por el que se deroga la Directiva 2007/46/CE. D.O.U.E. nº L 151, de 14 de junio de 2018.
- [288]. Directiva (UE) 2018/957 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de junio de 2018, que modifica la Directiva 96/71/CE sobre el desplazamiento de trabajadores efectuado en el marco de una prestación de servicios. D.O.U.E. nº L 173/16, de 9 de julio de 2018.

- [289]. Corrección de errores de la Directiva (UE) 2018/957 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de junio de 2018, que modifica la Directiva 96/71/CE sobre el desplazamiento de trabajadores efectuado en el marco de una prestación de servicios. D.O.U.E. nº L 91/77, de 29 de marzo de 2019.
- [290]. R.D. 860/2018, de 13 de julio, por el que se regulan las actividades preventivas de la acción protectora de la Seguridad Social a realizar por las mutuas colaboradoras con la Seguridad Social. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. B.O.E. nº 173, de 18 de julio de 2018.
- [291]. Reglamento (UE) 2018/1480 de la Comisión, de 4 de octubre de 2018, por el que se modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y se corrige el Reglamento (UE) 2017/776 de la Comisión. D.O.U.E. nº L 251/1, de 5 de octubre de 2018.
- [292]. Reglamento Delegado (UE) 2019/157 de la Comisión, de 6 de noviembre de 2018, por el que se modifica el anexo II del Reglamento Delegado (UE) nº 1062/2014, relativo al programa de trabajo para el examen sistemático de todas las sustancias activas existentes contenidas en los biocidas que se mencionan en el Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo. D.O.U.E. nº L 31/1, de 1 de febrero de 2019.
- [293]. Decreto 207/2018, de 28 de diciembre, por el que se establecen las bases reguladoras y normas de aplicación del régimen de ayudas para el fomento de una economía verde y circular en las explotaciones agrarias en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio. D.O.E. nº 7, de 11 de enero de 2019.
- [294]. Reglamento (UE) 2019/127 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por el que se crea la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo (Eurofound) y se deroga el Reglamento (CEE) nº 1365/75 del Consejo. D.O.U.E. nº L 30/74, de 31 de enero de 2019.
- [295]. Directiva (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. D.O.U.E. nº L 30/112, de 31 de enero de 2019.
- [296]. Corrección de errores de la Directiva (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. D.O.U.E. nº L 68/16, de 8 de marzo de 2019.
- [297]. Reglamento Delegado (UE) 2019/829 de la Comisión, de 14 de marzo de 2019, que completa el Reglamento (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales, autorizando a los Estados miembros a establecer excepciones temporales para la realización de análisis oficiales, con fines científicos o educativos, ensayos, selección de variedades o mejora. D.O.U.E. nº L 137/15, de 23 de mayo de 2019.
- [298]. Reglamento (UE) 2019/521 de la Comisión, de 27 de marzo de 2019, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. nº L 86/1, de 28 de marzo de 2019.
- [299]. Directiva (UE) 2019/983 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. D.O.U.E. nº L 164/23, de 20 de junio de 2019.
- [300]. Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE y se modifican los Reglamentos (CE) nº 1069/2009 y (CE) nº 1107/2009 y se deroga el Reglamento (CE) nº 2003/2003. D.O.U.E. nº L 170/1, de 25 de junio de 2019.
- [301]. Reglamento (UE) 2019/1102 de la Comisión, de 27 de junio de 2019, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los abonos, a efectos de la adaptación de sus anexos I y IV. D.O.U.E. nº L 175/25, de 28 de junio de 2019.
- [302]. R.D. 555/2019, de 27 de septiembre, por el que se modifica el R.D. 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad. B.O.E. nº 234, de 28 de septiembre de 2019.
- [303]. Reglamento (UE) 2019/1691 de la Comisión de 9 de octubre de 2019 por el que se modifica el anexo V del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 259/9, de 10 de octubre de 2019.
- [304]. Directiva (UE) 2019/1831 de la Comisión, de 24 de octubre de 2019, por la que se establece una quinta lista de valores límite de exposición profesional indicativos de conformidad con la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifica la Directiva 2000/39/CE de la Comisión. D.O.U.E. nº L 279/31, de 31 de octubre de 2019.
- [305]. Directiva (UE) 2019/1833 de la Comisión, de 24 de octubre de 2019, por la que se modifican los anexos I, III, V y VI de la Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo con adaptaciones de carácter estrictamente técnico. D.O.U.E. nº L 279/54, de 31 de octubre de 2019.
- [306]. Reglamento de Ejecución (UE) 2019/2094 de la Comisión, de 29 de noviembre de 2019, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 540/2011 en lo que respecta a la prórroga de los períodos de aprobación de las sustancias activas benfluralina, dimoxistrobina, fluazinam, flutolanilo, mancoceb, mecoprop-P, mepicuat, metiram, oxamil y piraclostrobina. D.O.U.E. nº L 317/102, de 9 de diciembre de 2019.
- [307]. Corrección de errores del Reglamento (UE) 2020/171 de la Comisión, de 6 de febrero de 2020, por el que se modifica el anexo XIV del Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. nº L 141/37, de 5 de mayo de 2020.
- [308]. Orden APA/161/2020, de 20 de febrero, por la que se modifican los anexos I, III y VI del R.D. 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 48, de 25 de febrero de 2020.
- [309]. R.D. 448/2020, de 10 de marzo, sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. B.O.E. nº 117, de 27 de abril de 2020.

- [310]. Recomendación (UE) 2020/403 de la Comisión de 13 de marzo de 2020 relativa a la evaluación de la conformidad y los procedimientos de vigilancia del mercado en el contexto de la amenaza que representa el COVID-19. D.O.U.E. n° L 79 1/1, de 16 de marzo de 2020.
- [311]. Corrección de errores de la Recomendación (UE) 2020/403 de la Comisión, de 13 de marzo de 2020, relativa a la evaluación de la conformidad y los procedimientos de vigilancia del mercado en el contexto de la amenaza que representa el COVID-19. D.O.U.E. n° L 84/25, de 20 de marzo de 2020.
- [312]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/616 de la Comisión, de 5 de mayo de 2020, por el que se renueva la aprobación de la sustancia activa foramsulfurón con arreglo al Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 143/1, de 6 de mayo de 2020.
- [313]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/617 de la Comisión, de 5 de mayo de 2020, por el que se renueva la aprobación de la sustancia activa metalaxilo-M, se restringe el uso de semillas tratadas con productos fitosanitarios que la contengan, con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 143/6, de 6 de mayo de 2020.
- [314]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/640 de la Comisión, de 12 de mayo de 2020, sobre la no aprobación del extracto de propóleo como sustancia básica de conformidad con el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. n° L 150/32, de 13 de mayo de 2020.
- [315]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/642 de la Comisión, de 12 de mayo de 2020, por el que se aprueba la sustancia básica L-cisteína con arreglo al Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 150/134, de 13 de mayo de 2020.
- [316]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/643 de la Comisión, de 12 de mayo de 2020, sobre la no aprobación de las raíces de *Saponaria officinalis* L. como sustancia básica, de conformidad con el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. D.O.U.E. n° L 150/138, de 13 de mayo de 2020.
- [317]. Decisión de Ejecución (UE) 2020/668 de la Comisión, de 18 de mayo de 2020, relativa a las normas armonizadas para los equipos de protección individual elaboradas en apoyo del Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo. D.O.U.E. n° L 156/13, de 19 de mayo de 2020.
- [318]. Reglamento Delegado (UE) 2020/1182 de la Comisión, de 19 de mayo de 2020, por el que se modifica, a efectos de su adaptación al progreso científico y técnico, la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. D.O.U.E. n° L 261/2, de 11 de agosto de 2020.
- [319]. R.D. 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. B.O.E. n° 172, de 20 de junio de 2020.
- [320]. Directiva (UE) 2020/739 de la Comisión, de 3 de junio de 2020, por la que se modifica el anexo III de la Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la inclusión del SARS-CoV-2 en la lista de agentes biológicos que son patógenos humanos conocidos, así como la Directiva (UE) 2019/1833 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 175/11, de 4 de junio de 2020.
- [321]. Reglamento (UE) 2020/878 de la Comisión, de 18 de junio de 2020, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH). D.O.U.E. n° L 203/28, de 26 de junio de 2020.
- [322]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/869 de la Comisión, de 24 de junio de 2020, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 en lo que respecta a la prórroga de los períodos de aprobación de las sustancias activas beflubutamida, benalaxil, bentiavalicarbo, bifenazato, boscalid, bromoxinil, captan, ciazofamida, dimetomorfo, etefon, etoxazol, famoxadona, fenamifos, flumioxazina, fluoxastrobina, folpet, formetanato, metribuzin, milbemectina, *Paezilomyces lilacinus* cepa 251, fenmedifam, fosmet, pirimifos-metilo, propamocarb, protioconazol y s-metolacoloro. D.O.U.E. n° L 201/7, de 25 de junio de 2020.
- [323]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/892 de la Comisión, de 29 de junio de 2020, por el que no se renueva la aprobación de la sustancia activa beta-ciflutrina con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 206/5, de 30 de junio de 2020.
- [324]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/968 de la Comisión, de 3 de julio de 2020, por el que se renueva la aprobación de la sustancia activa piriproxifeno con arreglo al Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 213/7, de 6 de julio de 2020.
- [325]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1003 de la Comisión, de 9 de julio de 2020, por el que se renueva la aprobación de las cepas VRA 1835, VRA 1984 y FOC PG 410.3 de *Phlebiopsis gigantea* como sustancias activas de bajo riesgo, de conformidad con el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 221/127, de 10 de julio de 2020.
- [326]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1018 de la Comisión, de 13 de julio de 2020, por el que se aprueba la sustancia activa pirofosfato férrico como sustancia activa de bajo riesgo, con arreglo al Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 225/9, de 14 de julio de 2020.

- [327]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1086 de la Comisión, de 23 de julio de 2020, por el que se aprueba el uso de la icaridina como sustancia activa existente para su uso en biocidas del tipo de producto 19. D.O.U.E. n° L 239/9, de 24 de julio de 2020.
- [328]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1246 de la Comisión, de 2 de septiembre de 2020, sobre la no renovación de la aprobación de la sustancia activa fenamifos con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y por el que se modifica el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 288/18, de 3 de septiembre de 2020.
- [329]. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1263 de la Comisión, de 10 de septiembre de 2020, por el que se aprueba la sustancia activa hidrogenocarbonato de sodio como sustancia de bajo riesgo con arreglo al Reglamento (CE) n° 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) n° 540/2011 de la Comisión. D.O.U.E. n° L 297/1, de 11 de septiembre de 2020.
- [330]. R.D. 902/2020, de 13 de octubre, de igualdad retributiva entre mujeres y hombres. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. B.O.E. n° 272, de 14 de octubre de 2020.
- [331]. Orden TES/1180/2020, de 4 de diciembre, por la que se adapta en función del progreso técnico el R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social. B.O.E. n° 322, de 10 de diciembre de 2020.