



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Biología Vegetal,

Ecología y Ciencias de la Tierra

TESIS DOCTORAL

**“Estudio comparativo en altura y distancia en el muestreo
aerobiológico”**

Santiago Fernández Rodríguez

Badajoz, 2012



Memoria de Tesis Doctoral titulada “*Estudio comparativo en altura y distancia en el muestreo aerobiológico*” presentada por el Licenciado con Grado en Ciencias Ambientales, D. Santiago Fernández Rodríguez para optar al Grado de Doctor con mención de “Doctor Europeus” por la Universidad de Extremadura.

Fdo.: Santiago Fernández Rodríguez

D. Rafael Tormo Molina, profesor Titular de Universidad del Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra de la Universidad de Extremadura en calidad de director,

Informa

Que la citada Tesis Doctoral se ha realizado bajo mi dirección en la Facultad de Ciencias, utilizando la metodología adecuada y reuniendo los requisitos necesarios para ser presentada a la comisión de esta Universidad para su exposición y defensa.

Y para que así conste, y en cumplimiento de la legislación vigente, firmo la presente en Badajoz, a 1 de octubre de 2012.

Fdo.: Dr. Rafael Tormo Molina

AGRADECIMIENTOS

En este apartado quiero expresar mi gratitud a todas y cada una de las personas que han sido partícipes de forma directa o indirecta en el desarrollo de este trabajo.

En primer lugar, agradezco muy especialmente al director de Tesis, Dr. D. Rafael Tormo Molina, por darme la oportunidad de iniciarme en el camino de la investigación y por supervisar, bajo su experta dirección, este trabajo con paciencia, ayuda, apoyo y consejos (siempre sin palabras vacías y llenos de realismo) durante todo el periodo de investigación y escritura. Agradecer la oportunidad de realizar estancias en centros de investigación europeos de Portugal y Reino Unido.

A la consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura por la concesión de una beca de formación de personal investigador, asociada al proyecto “Sistemas de información de pronóstico de concentración polínica a través de dispositivos móviles” (referencia PRI06A190) financiado por la Consejería de Infraestructuras de la Junta de Extremadura. Gracias a la beca y al proyecto ha sido posible la realización esta Tesis Doctoral.

Me gustaría agradecer enormemente a todos los miembros del Área de Botánica del Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra de la Universidad de Extremadura el apoyo prestado durante este tiempo. Gracias a la Dra. Josefa López Martínez, la Dra. Ana Ortega Olivencia, el Dr. Tomás Rodríguez Riaño, el Dr. Francisco Valtueña Sánchez, la Dra. Trinidad Ruiz Téllez, el Dr. Francisco M^a Vázquez Pardo, M^a Cruz Lozano, Eva Albano Pérez, Marisa Navarro Pérez, Carlos Maya Merino y Marta Espinosa Sánchez. En particular, mostrar mi gratitud al grupo de investigación de Aerobiología en Extremadura dirigido por el Dr. Rafael Tormo Molina y formado por la Dra. Inmaculada Silva Palacios, la Dra. M. Ángeles Gozalo Garijo y, en especial, a José María Maya Manzano por ser un ejemplo como compañero y por el mérito de desarrollar su trabajo doctoral. Muchas gracias por vuestra colaboración profesional y personal a lo largo de estos cuatro años.

Al Dr. Rui Brandão, la Dra. Celia Antunes, la Dra. Elsa Caeiro (Universidade de Évora, Portugal), al Professor Roy Kennedy y al Dr. Matt Smith (University of Worcester, Reino Unido) por la acogida recibida en sus respectivos centros de investigación, por toda la ayuda prestada y por ofrecer todas las facilidades posibles para continuar aprendiendo en otros países.

Al Dr. Manuel Mota Medina, profesor Titular de Estadística de la Universidad de Extremadura, por la aclaración de las dudas a lo largo de esta Tesis.

A los medios de comunicación por difundir la información aerobiológica a la sociedad.

Finalmente agradezco a mi familia, en especial a mis padres y hermanos por el cariño, el apoyo y el interés aportado en este periodo. A mis amigos de la infancia, esos que siempre están ahí aportando apoyo y momentos de ocio. Por último, a mis amigos y compañeros de investigación de Extremadura y de diferentes puntos geográficos (Madrid, Galicia, Castilla y León, Andalucía, Castilla la Mancha, Islas Baleares, Portugal, Italia, Polonia, Turquía, Austria, Reino Unido, Dinamarca, etc) por ser un estímulo para seguir aprendiendo y compartiendo los resultados de esta ciencia.

A todos y cada uno, gracias.

“Mientras el río corra, los montes hagan sombra y en el cielo haya estrellas, debe durar la memoria del beneficio recibido en la mente del hombre agradecido”.

(Publio Virgilio Marón, 70-19 a.c.)

A mis padres y hermanos,

"El éxito no es definitivo, el fracaso no es fatídico. Lo que cuenta es el valor para continuar"

(Winston Churchill, 1874- 1965)

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	5
ÍNDICE.....	9
RESUMEN.....	14
SUMMARY.....	16
LISTA DE ABREVIATURAS	18
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1. CONCEPTO DE AEROBIOLOGÍA.....	21
1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	22
1.1.2. CONCEPTO DE GRANO DE POLEN	22
1.1.3. CONCEPTO DE ESPORA DE HONGO.....	23
1.1.4. DINÁMICA DE LOS PROCESOS AEROBIOLÓGICOS: PRODUCCIÓN, LIBERACIÓN, DISPERSIÓN, DIFUSIÓN, TRANSPORTE Y DEPOSICIÓN	25
1.2. APLICACIONES DE LA AEROBIOLOGÍA.....	27
1.2.1. AGRICULTURA.....	28
1.2.1.1. GRANOS DE POLEN	28
1.2.1.2. ESPORAS DE HONGOS	29
1.2.2. MEDICINA	30
1.2.2.1. ALERGENICIDAD	32
1.2.2.2. CAUSAS Y CONSECUENCIAS.....	37
1.3. ESTUDIOS PREVIOS	38
1.3.1. RESEÑA HISTÓRICA EN ESPAÑA Y EXTREMADURA.....	38
1.3.1.1. GRANOS DE POLEN	40
1.3.1.2. ESPORAS DE HONGOS	43
1.4. JUSTIFICACIÓN	51
1.5. OBJETIVOS.....	52
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	53
2.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	53
2.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	53
2.1.2. SITUACIÓN GEOBOTÁNICA.....	53
2.1.3. USO DEL SUELO	54
2.1.4. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA	55
2.2. RECOGIDA Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	57
2.2.1. MÉTODOS DE CAPTACIÓN	57
2.2.2. PERIODO DE ESTUDIO	57
2.2.3. TOMA DE MUESTRAS.....	58
2.2.4. PREPARACIÓN DE MUESTRAS.....	59
2.2.4.1. PARA EL ESTUDIO DE LOS GRANOS DE POLEN Y LAS ESPORAS DE HONGOS.....	59
2.2.4.2. PARA EL ESTUDIO DE LAS COLONIAS FÚNGICAS	60
2.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO	60
2.3.1. PARA EL ESTUDIO DE LOS GRANOS DE POLEN Y LAS ESPORAS DE HONGOS.....	60
2.3.2. PARA EL ESTUDIO DE LAS COLONIAS FÚNGICAS	61
2.4. ANÁLISIS CUALITATIVO	62
2.4.1. PARA EL ESTUDIO DE LOS GRANOS DE POLEN	62
2.4.2. PARA EL ESTUDIO DE LOS HONGOS.....	63
2.4.2.1. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	65
3. RESULTADOS	67
3.1. METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA	67
3.1.1. TEMPERATURA	69
3.1.2. HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN.....	69

3.1.3. VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO	70
3.1.4. HORAS DE SOL Y RADIACIÓN SOLAR	70
3.1.5. ESTUDIO COMPARATIVO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LOS LUGARES MUESTREADOS	71
3.2. INVENTARIO	72
3.3. POLEN.....	80
3.3.1. GRANOS REGISTRADOS. ESPECTRO POLÍNICO	80
3.3.2. CONCENTRACIÓN POLÍNICA TOTAL	80
3.3.3. TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES	82
3.3.4. TIPOS POLÍNICOS MINORITARIOS	84
3.3.5. RATIO ALTURA Y DISTANCIA DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA.....	84
3.3.6. TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES	86
3.3.7. CONCENTRACIÓN POLÍNICA MENSUAL	87
3.3.8. CONCENTRACIÓN POLÍNICA ESPACIAL.....	89
3.3.8.1. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA DIARIA TOTAL EN DISTANCIA Y ALTURA.....	90
3.3.8.2. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA DE TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES EN ALTURA Y DISTANCIA.....	91
3.3.8.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE MEDIAS DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA TOTAL EN ALTURA Y DISTANCIA.....	94
3.3.8.4. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA DIARIA DE TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES EN ALTURA Y DISTANCIA	95
3.3.9. RELACIÓN CONCENTRACIÓN POLÍNICA Y METEOROLOGÍA.....	103
3.3.9.1. RELACIÓN CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA DIARIA Y METEOROLOGÍA	103
3.3.9.2. RELACIÓN CONCENTRACIÓN POLÍNICA TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES Y METEOROLOGÍA.....	108
3.3.10. CONCENTRACIÓN POLÍNICA HORARIA	114
3.3.11. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA MÁXIMA HORARIA EN ALTURA Y DISTANCIA DE QUERCUS, POACEAE, OLEA Y PLANTAGO.....	118
3.3.12. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA MÁXIMA HORARIA EN DISTANCIA DE CUPRESSACEAE.....	125
3.4. HONGOS	128
3.4.1. EN MÉTODOS NO VIABLES	128
3.4.1.1. CONCENTRACIÓN FÚNGICA TOTAL	128
3.4.1.2. CONCENTRACIÓN FÚNGICA MENSUAL.....	129
3.4.1.3. VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA ESPACIAL.....	129
3.4.1.4. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA TOTAL Y DE LOS TIPOS MAYORITARIOS CON LA METEOROLOGÍA.....	132
3.4.1.5. COMPARACIONES CONCENTRACIÓN FÚNGICA HORARIA.....	133
3.4.2. EN MÉTODOS VIABLES	134
3.4.2.1. CONCENTRACIÓN FÚNGICA TOTAL.....	134
3.4.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TAXONES IDENTIFICADOS.....	135
3.4.2.3. TIPOS FÚNGICOS PREDOMINANTES	150
3.4.2.4. VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA MENSUAL.....	150
3.4.2.5. VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA TEMPORAL.....	151
3.4.2.5.1. PERIODO 2009-2010	153
3.4.2.5.2. PERIODO 2010-2011.....	156
3.5. COMPARACIÓN POLEN-ESPORAS.....	161
3.6. COMPARACIÓN ESPORAS-COLONIAS DE HONGOS	162
4. DISCUSIÓN.....	167
4.1. GRANOS DE POLEN.....	167
4.1.1. GRANOS REGISTRADOS. ESPECTRO POLÍNICO.	167
4.1.2. CONCENTRACIÓN POLÍNICA ANUAL.....	169
4.1.3. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA DIARIA CON LA ALTURA	170
4.1.4. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA DIARIA CON LA DISTANCIA.....	171

4.1.5.	COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA HORARIA EN ALTURA Y DISTANCIA.....	174
4.1.6.	METEOROLOGÍA	176
4.2.	ESPORAS DE HONGOS.....	178
4.2.1.	ESPORAS DE HONGOS REGISTRADAS.....	178
4.2.2.	COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA MEDIA HORARIA.....	180
4.2.4.	COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA CON METEOROLOGÍA.....	181
4.3.	COLONIAS DE HONGOS.....	184
4.4.	COMPARACIÓN POLEN ESPORAS	186
4.5.	COMPARACIÓN ESPORAS-COLONIAS DE HONGOS	186
5.	CONCLUSIONES.....	191
5.1.	GRANOS DE POLEN	191
5.2.	ESPORAS Y COLONIAS DE HONGOS.....	192
6.	CONCLUSIONS.....	195
6.1	POLLEN GRAINS	195
6.2	SPORES AND FUNGAL COLONIES.....	196
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	199
8.	ANEXOS.....	231
8.1.	ÍNDICE DE TABLAS	231
8.2.	ÍNDICE DE FIGURAS.....	237
9.	LÁMINAS DE FOTOGRAFÍAS.....	243
9.1.	GRANOS DE POLEN	243
9.2.	ESPORAS DE HONGOS.....	244

**“Estudio comparativo en altura y distancia en el
muestro aerobiológico”**

RESUMEN

Se ha estudiado la concentración de granos de polen en tres lugares diferentes de la ciudad de Badajoz en la Universidad de Extermadura, entre 2009 y 2012, con captadores aerobiológicos volumétricos tipo Hirst. Dos en la Facultad de Ciencias, uno en el jardín experimental y otro a 16 m de altura en una terraza. El tercero en la Escuela de Ingenierías Agrarias a 2.9 km de los anteriores y 6 m de altura en una terraza. Los datos de concentración polínica se han comparado en altura y distancia teniendo en cuenta parámetros meteorológicos. Además, se ha estudiado la concentración de hongos aerovagantes con una periodicidad semanal durante dos años, mediante métodos viables y no viables, usando el captador fijo y varios captadores portátiles, en el lugar del captador, a 16 m de altura de la Facultad de Ciencias.

46 tipos polínicos fueron contabilizados con una concentración total media invernal de 43 granos/m³ y de 349 granos/m³ en primavera. En invierno, la Escuela de Ingenierías Agrarias ha registrado una mayor concentración total media y en primavera ha sido la terraza de la Facultad de Ciencias. Mayo ha sido el mes que ha registrado una mayor concentración mensual y enero el que menos. En primavera, el 89% del total de los granos están representados por los tipos polínicos *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago*, en orden decreciente. *Cupressaceae* ha sido el tipo invernal más frecuente. La ratio distancia ha sido de 0.57 en invierno y 1.31 en primavera, mientras que la ratio altura de 1.02. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas de la concentración polínica total con respecto a la altura, aunque apareció en algunos tipos polínicos. Además, se ha encontrado correlación estadísticamente significativa de la concentración polínica total a diferente altura y distancia. Las máximas concentraciones horarias aparecieron primero en el jardín y, más tarde, en las terrazas estudiadas. Se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas entre los parámetros meteorológicos y la concentración polínica total y de los principales tipos polínicos. De forma general, un captador puede registrar los granos de polen de una ciudad como Badajoz, de forma representativa, sin menospreciar la distribución heterogénea de la flora local.

Los hongos (esporas y colonias) registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias han sido estudiados desde el 25 de marzo de 2009 hasta el 1 de julio de 2011, utilizando para el muestreo no viable un captador Burkard fijo y en el muestreo viable tres metodologías diferentes; un captador Burkard portátil con dos tipos de orificio de entrada y un captador Sampl'air AES. El Agar Sabouroud Dextrosa y el Agar Extracto de Malta han sido utilizados como medios de cultivos. Se han identificado 68 tipos de esporas y 80 taxones de colonias

fúngicas. Para los métodos no viables y viables se registraron unas concentraciones totales medias de 1942 esporas/m³ y de 340 CFU/m³, respectivamente. El muestreo en el captador Burkard con tamiz fue más eficaz que en el captador con estructura cónica. La velocidad del viento afectó negativamente a la concentración total media de los captadores Burkard. Sin embargo, el muestreo con los captadores Burkard con tamiz y con el Sampl'air AES presentó resultados similares. En conclusión, ambos tipos de muestreos son equivalentes ya que superan las limitaciones de cada uno por separado registrando un resultado más completo para el conocimiento de la microbiota del aire.

SUMMARY

Atmospheric concentrations of pollen grains were studied in three different places at the University of Extremadura, in the city of Badajoz (SW Spain) between 2009 and 2012. Three volumetric spore traps of the Hirst design (Burkard) were used. Two of them in the same place (Faculty of Science); one at ground level and another at 16 m above ground level situated on a terrace. A third sampler was located 2.9 km away (Agrarian Engineering School) on a terrace 6 m above ground level. Daily average and diurnal (hourly) pollen counts were compared in relation to height and distance, taking into account meteorological parameters. Furthermore, airborne fungi were sampled on a weekly basis for two years using viable and non-viable sampling techniques, this was done with the Burkard spore traps and several portable samplers at 16 m height above ground level at the Faculty of Science. Fortysix pollen types were recorded with mean daily average pollen concentrations of 43 grains/m³ in winter and 349 grains/m³ in spring. In winter, the Agrarian Engineering School registered highest concentrations, whereas in spring higher concentrations were recorded on the terrace of the Faculty of Science. May was the month with the highest concentrations and January the lowest. In spring, 89% of the grains were represented by the pollen types *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Plantago* and *Pinaceae* and in decreasing order. In winter, *Cupressaceae* was the most common type. The distance ratio was 0.57 and 1.31 in winter and spring, respectively, while the height ratio of 1.02. No statistically significant differences were found in the daily average pollen total concentration with respect to height, but it appeared in some pollen types. Furthermore, statistically significant correlations in daily average pollen total concentrations at different height and distance were found. The highest concentrations first appeared at the garden and later at the terraces. Statistically significant correlations were found between meteorological parameters and pollen concentration. In conclusion, a sampler can register pollen grains present in the air of a city like Badajoz, representatively, without underestimating the heterogeneous distribution of local flora.

The fungi (spores and colonies) recorded on the terrace of the Faculty of Science were studied from the 25th March 2009 until 1st July 2011, using non-viable sampling with one Burkard spore trap and three different viable methodologies, two Burkard portable samplers with two types of inlet and one Sampl'air AES. Sabouraud Dextrose Agar and Malt extract agar were used as culture media. Sixtyeight types of propagules and 80 taxa of fungal colonies were analysed. For non-viable and viable methods average total concentrations of 1942 spores/m³ and 340 CFU/m³ were registered. Sampling using a Burkard with sieve was more effective than in the sampler with conical structure. The wind speed negatively affected the

mean daily average concentrations in Burkard samples. However, sampling with the Burkard sampler with sieve and the Sampl'air AES sampler showed similar efficacy. In conclusion, both types of sampler produced equivalent results and used together gave a more complete knowledge of the mycobiota in the air.

LISTA DE ABREVIATURAS

AEA:	Asociación Española de Aerobiología
AES _t :	<i>Sampl'air</i> AES Chemunex con tamiz (captador)
And:	Andersen (captador)
Aerouex:	Acrónimo del Grupo de Investigación en Aerobiología de la Universidad de Extremadura
BST _f :	<i>Burkard Spore Trap fixed</i> (captador Burkard fijo)
BST _p :	<i>Burkard Spore Trap portable</i> (captador Burkard portátil)
BST _{pc} :	<i>Burkard Spore Trap portable with funnel</i> (captador Burkard portátil con estructura cónica)
BST _{pt} :	<i>Burkard Spore Trap portable with sieve</i> (captador Burkard portátil con tamiz)
BOE:	Boletín Oficial del Estado
C:	Colonias de hongos
CE:	Comunidad Europea
CFU:	<i>Colony Forming Unit</i> (Unidades formadoras de colonias)
CFU/m ³ :	Unidades formadoras de colonias por metro cúbico
DDD:	Dosis diarias definidas
DG-18:	Agar de Dicloran glicerol
Dv:	Dirección del viento
E:	Esporas de hongos
EAACI:	<i>European Academy of Allergy and Clinical Immunology</i> (Academia Europea de Alergología e Inmunología Clínica)
EAN:	<i>European Aeroallergen Network</i>
EAN-EPI:	<i>European Aeroallergen Network-European Pollen Information</i>
EIA _t :	Terraza del edificio de Tierra de Barros de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA)
Esporas/m ³ :	Esporas por metro cúbico
FC _j :	Jardín experimental de Botánica de la Facultad de Ciencias (FC)
FC _t :	Terraza del edificio de Biología de la Facultad de Ciencias (FC)
FC _t /EIA _t :	Ratio distancia, entre los valores obtenidos del muestreo en las terrazas de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias
FC _t /FC _j :	Ratio altura, entre los valores obtenidos del muestreo de la terraza y el jardín de la Facultad de Ciencias
Fig	Figura
Granos/m ³ :	Granos de polen por metro cúbico
H:	Hora
h ₀ :	Hipótesis nula
h ₁ :	Hipótesis alternativa

Hr:	Humedad relativa
Hs:	Horas de sol
IAA:	<i>International Association for Aerobiology</i>
IgE:	Inmunoglobulina tipo E
INE:	Instituto Nacional de Estadística
kDa:	KiloDalton
Km:	Kilómetro
Km ²	Kilómetro cuadrado
LST:	<i>Lanzoni Spore Trap</i> (captador)
L:	Litro
L/min:	Litro por minuto
m/s:	Metro por segundo
MARM	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
MEA:	<i>Malt Extract Agar</i> (Agar Extracto de Malta)
Min:	Minuto
M:	Metro
mm/hora:	Milímetros por hora
mm:	Milímetro o litro por m ²
MM:	Medio de Mehrlich
N, S, NE,...:	Puntos cardinales norte, sur, noreste,...
OMS:	Organización Mundial de la salud
p:	Probabilidad de significación
P:	Granos de polen
Par:	Partrap FA 52 (captador)
Pb:	Población
Pp:	Precipitación
pp:	Pro Parte
PO:	Portaobjetos
PDA:	<i>Potato Dextrose Agar</i> (Agar Dextrosa de patata)
PDAR:	Agar Dextrosa de patata y rosa de bengala
r:	Coefficiente de correlación de Spearman
Rd:	Radiación difusa
RD:	Real Decreto
Rot:	Rotorod (captador)
REA:	Red Española de Aerobiología
REDEX:	Red Extremeña de Aerobiología
Rfa:	Radiación fotosintética activa
RIA:	Red Ibérica de Aerobiología
RPA:	Red Portuguesa de Aerobiología

Rs:	Radiación solar
s:	Segundo
SDA:	<i>Sabouraud Dextrose Agar</i> (Agar Dextrosa Sabouraud)
SEAIC:	Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica
Sp:	Especies vegetales de una familia
SPSS:	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> (Paquete estadístico para las Ciencias Sociales)
T max:	Temperatura máxima
T min:	Temperatura mínima
T med:	Temperatura media
Ts:	Temperatura del suelo
UEx:	Universidad de Extremadura
V-8:	Agar V8
Vv:	Velocidad del viento
W/m ² :	Wattios por metro cuadrado
χ^2	Estadístico Chi cuadrado
Z:	Estadístico de Wilcoxon
$\mu\text{MOL}/\text{m}^2/\text{s}$:	Micromol por metro cuadrado y segundo
μm :	Micras
°:	Grado sexagesimal
°C:	Grados Celsius
%:	Porcentaje
*	Correlación significativa al nivel $p \leq 0,05$ con coeficiente de Spearman
**:	Correlación significativa al nivel $p \leq 0,01$ con coeficiente de Spearman

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONCEPTO DE AEROBIOLOGÍA

El término Aerobiología fue acuñado por Fred Campbell Meier en los años 1930 como una disciplina multidisciplinar que estudia las partículas de origen biológico presentes en la atmósfera, como las esporas de hongos, fragmentos de líquenes y bacterias (Agashe & Caulton, 2009). Gregory (1973) indicó que la Aerobiología “incluía el estudio de todas las partículas, tanto viables como no viables, transportadas pasivamente por el viento bajo la acción de las propiedades atmosféricas”. Pathirane (1975) definió la Aerobiología como “la ciencia que se encarga del estudio de la liberación, deposición e incidencia atmosférica de esporas, pólenes y otros microorganismos aerovagantes”.

De acuerdo con Hirst (1991) la Aerobiología es la disciplina que se ocupa del transporte de organismos y material biológicamente significativo a través de la atmósfera. Frenguelli (1998) apunta que “la Aerobiología debe ser considerada un campo científico multidisciplinar que cubre amplios campos de ciencias básicas y aplicadas”.

Recientemente los investigadores han propuesto diversas definiciones para precisar el término Aerobiología. En el año 1999, Emberlin afirma que es “la disciplina científica enfocada en el transporte pasivo de organismos y materiales biológicos a través de la atmósfera”, una definición ampliamente aceptada por la comunidad científica en la actualidad.

La Aerobiología integra la Aeromicología y la Aeropalinología. La Aeromicología como disciplina encargada de estudiar las esporas (propágulos) y la Aeropalinología, como ciencia que estudia los diferentes tipos polínicos, ambos tipos de partículas presentes en la atmósfera. Pese a que las concentraciones de las esporas fúngicas son mayores que las polínicas tradicionalmente no se le ha prestado el mismo interés a la Aeromicología como a la Aeropalinología, explicable en parte por la diferente importancia de los efectos en los humanos de dichas partículas aerobiológicas.

Se pueden encontrar un mayor número de estudios sobre los granos de polen aerovagantes, aunque cada vez más a menudo, debido a la preocupación de las sociedades modernas por los ambientes laborales, esta diferencia parece estar reduciéndose, sobre todo, en el campo de investigación de ambientes interiores domésticos, hospitalarios, laborales, etc. (Angulo et al., 1993; Corden & Milligton, 2005; Sharma, 2010, Fernández-Rodríguez et al., 2011 b).

1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

El presente trabajo se incluye en el contexto de la Aeropalinología y la Aeromicología, ya que desarrolla el estudio de los diferentes tipos polínicos mediante la comparación aerobiológica de captadores a diferente altura y en distancia. En relación a la Aeromicología se han realizado estudios de comparación de concentración de esporas fúngicas registradas en métodos no viables y las colonias fúngicas desarrolladas por métodos viables. Los resultados obtenidos han sido difundidos de forma resumida en la página web del grupo de investigación, en diferentes medios de comunicación, y, en parte, en publicaciones especializadas y reuniones científicas.

1.1.2. CONCEPTO DE GRANO DE POLEN

Las plantas con semillas o espermatófitos son conocidas clásicamente como fanerógamas. El término fanerógama viene a significar “unión sexual visible”. Los espermatófitos son heterósperos, es decir, su generación esporofítica produce dos categorías de esporas: megásporas y micrósporas. La megáspora (saco embrionario uninucleado) está situada en el megasporangio (primordio seminal), que presenta una o dos capas de tejidos (tegumentos) que dejan una abertura apical (micrópilo). A partir de la megáspora se origina el gametófito femenino (saco embrional) con la ovocélula (gameto femenino) que permanece sobre la planta madre. Las micrósporas (granos de polen uninucleados) se forman en microesporangios (sacos polínicos) y desarrollan una estructura tubulosa (tubo polínico) que conduce los gametos masculinos (espermatozoides o núcleos espermáticos) hasta el gameto femenino (ovocélula). En la reproducción sexual (sifonogamia) después de la fecundación se origina un cigoto que se desarrolla formando el embrión (esporófito joven). Éste, rodeado de la cubierta originada por transformación del tegumento o tegumentos (cubierta seminal, episperma o testa) y acompañando frecuentemente de un tejido nutritivo (endosperma) da lugar a la semilla, el órgano de dispersión y multiplicación típico de los espermatófitos (Díaz et al., 2004).

Las plantas con semillas se han diversificado al ir colonizando la superficie de la tierra. A su vez se contemplan dos grandes grupos; las Gimnospermas, plantas con semillas desnudas, es decir, con primordios seminales y semillas expuestas en la superficie de los megasporofilos, y las Angiospermas, plantas con semillas protegidas, es decir, rodeadas completamente por el megasporofilo que recibe el nombre de carpelo o pistilo y que originará el fruto. En el caso de las Gimnospermas, los granos de polen llegan directamente a los primordios seminales, que están dispuestos en estróbilos (no reunidos en auténticas flores) y en las Angiospermas, los granos de polen llegan al estigma de los carpelos o pistilos, que a su vez están rodeados

generalmente de un perianto de piezas protectoras o atrayentes (cáliz y corola) (Díaz et al., 2004).

1.1.3. CONCEPTO DE ESPORA DE HONGO

Los hongos verdaderos son definidos como organismos eucariotas, portadores de esporas, aclorofílicos (heterótrofos, sin clorofila), con reproducción sexual (casi siempre) y asexual. Generalmente, con estructuras somáticas filamentosas (hifas que forman un micelio, pero hay excepciones, como las levaduras) y con pared celular, en su mayoría, de quitina y/o celulosa. Igualmente considerados dentro de la micología se incluyen otros organismos que tienen ciertas semejanzas con los hongos verdaderos como los oomicetos y los mixomicetos. También destacar que son cosmopolitas, es decir, aparecen en todo tipo de ambientes y crecen sobre todo tipo de sustratos como saprótrofos o parásitos, incluyendo el suelo, alimentos, plantas, o sobre los animales o personas (Maya, 2010).

Los hongos pueden ser unicelulares o pluricelulares. Las levaduras son hongos unicelulares con forma generalmente oval (5-30 μm), inmóviles y se multiplican por mecanismos diversos, especialmente por gemación. Deben considerarse como hongos que han perdido su forma filamentosas y se han convertido en organismos unicelulares, excepcionalmente llegan a formar micelio. La mayoría de los hongos verdaderos, sin embargo, son pluricelulares y se caracterizan por estar constituidos por filamentos ramificados o hifas que se desarrollan y entrelazan formando el micelio. Muy a menudo existe un micelio vegetativo adosado a la superficie del sustrato y un micelio aéreo o reproductor donde se forman las esporas. Los hongos filamentosos y levaduras son, en su mayoría, saprótrofos encontrándose libres en la naturaleza, especialmente en la materia orgánica en descomposición. Algunas especies forman parte de la micoflora del hombre, como por ejemplo *Candida albicans*, una levadura que puede comportarse como oportunista y resultar patógena cuando se produce una disminución en los mecanismos de resistencia del individuo. Otras especies de hongos pueden producir durante su desarrollo sustancias tóxicas o micotoxinas como, por ejemplo, las aflatoxinas producidas por *Aspergillus flavus*.

Por otra parte, algunos hongos son difásicos, es decir, unas veces se comportan como hongos filamentosos y otras pueden comportarse como levaduras. Las condiciones necesarias para que un hongo crezca en una superficie incluyen la existencia de esporas, una base de nutrientes, humedad y temperatura comprendida entre 4 y 38 °C. De este modo se puede desarrollar las esporas fúngicas en estado de dormancia o latencia en periodos poco favorables. Los basidiomicetos producen basidiósporas en el exterior de una estructura

denominada basidio. En las royas y carbones se originan teliósporas, esporas de resistencia producidas en los telios donde se produce la cariogamia. Las teliósporas al germinar desarrollan cuerpos fructíferos en estos basidiomicetos. Los ascomicetos producen ascósporas en el interior de una estructura en forma de saco denominada asco y los zigomicetos producen zigósporas a partir de la fusión de gametangios. Las esporas asexuales generalmente se producen en hifas especializadas y se denominan de diferente forma según su morfología. Los zigomicetos producen esporangiósporas en el interior de una estructura en forma de saco denominada esporangio. Los ascomicetos y, en menor grado, los basidiomicetos producen esporas asexuales denominadas conidios que se desarrollan generalmente a partir de una estructura denominada conidióforo. En algunos casos se pueden formar dos tipos de conidios que pueden diferenciarse por su tamaño en macroconidios y microconidios. Con frecuencia los hongos ascomicetos y algunos basidiomicetos presentan dos maneras de reproducción, la forma sexual o fase perfecta (estado teleomorfo, que produce meiósporas; ascósporas o basidiósporas) y la forma asexual o imperfecta (anamorfo, que produce mitósporas). Con frecuencia estas dos formas se han denominado de manera diferente, y para una misma especie pueden coexistir dos nombres, siendo el correcto, según el código de nomenclatura botánica, el correspondiente a su fase teleomorfa (Alexopoulos & Mins, 1985).

Una espora es una unidad unicelular o pluricelular, de tamaño reducido, generalmente con una capa o pared de resistencia que frecuentemente almacena materiales de reserva y sirve para la propagación o multiplicación de organismos, siendo su origen sexual (meiosis) o asexual (mitosis). Con frecuencia es dispersada de forma aerovagante y pasiva, aunque a veces pueden estar involucrados mecanismos de propagación mecánicos o balísticos, como ocurre en algunas ascósporas (Maya, 2010). Ingold (1971) definió la espora como una unidad reproductiva microscópica que contiene materiales nutritivos de reserva. El rango de variación de las esporas de hongos se encuentra desde un tamaño inferior a 5 μm hasta 250 x 115 μm (ascóspora de *Varicellaria microsticta*), aunque la mayoría están comprendidas entre 5 y 50 μm . La forma es muy variable, y su color va desde el hialino (muy frecuente), hasta una coloración diversa pasando por el color negro.

Su importancia aerobiológica puede ser explicada, además de los efectos que originan, por sus elevadas cantidades, ya que las esporas superan en número a los granos de polen, con valores que pueden oscilar en torno a 10 veces más por la misma unidad de medida. Esta elevada producción de esporas es debida a que gran parte de las esporas producidas se perderán y no fructificarán, por lo que se debe asegurar la supervivencia con un aumento en el número de producción de esporas que llegan a ser millones (Lacey & West, 2006).

1.1.4. DINÁMICA DE LOS PROCESOS AEROBIOLÓGICOS: PRODUCCIÓN, LIBERACIÓN, DISPERSIÓN, DIFUSIÓN, TRANSPORTE Y DEPOSICIÓN

Las partículas aerobiológicas son reconocidas como bioaerosoles, suspensión de partículas sólidas de origen biológico de tamaño reducido en un gas. El rango de partículas en los aerosoles oscila desde los 0.002 μm hasta las 100 μm (figura 1). Los aerosoles biológicos primarios compuestos por virus, bacterias, granos de polen y esporas de hongos tienen importancia en la dispersión o absorción de la radiación y en el inicio de la formación de nubes como núcleos de condensación (Jones & Harrison, 2004).

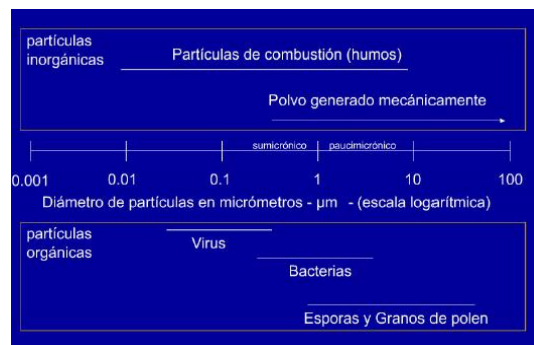


Figura 1. Tamaño de las partículas aerovagantes inorgánicas y orgánicas (Lacey & West, 2006).

Las partículas biológicas aerovagantes están afectadas por numerosos procesos aerobiológicos que incluyen la liberación, dispersión y/o transporte, y deposición. Una vez liberadas al aire las partículas son expuestas a movimientos horizontales y/o verticales de las masas de aire en la atmósfera, lo que puede fomentar su transporte, confinamiento o dispersión (Hernández-Ceballos et al., 2011).

En el estudio de esta ciencia es importante tanto el conocimiento del contenido de las partículas biológicas de la atmósfera como el de las características de la producción, liberación, transporte y deposición de dichas partículas (figura 2).

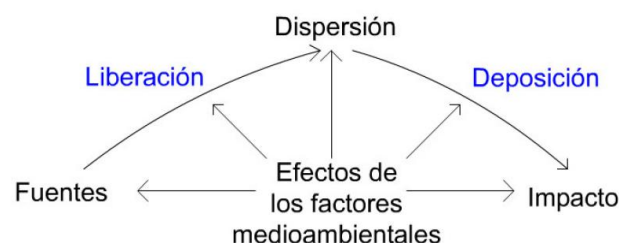


Figura 2. Esquema de los procesos que influyen en las partículas aerobiológicas (Lacey & West, 2006).

Producción

Los patrones de distribución están influidos por el tamaño, la densidad y la cantidad de polen disponible durante la dehiscencia. Las especies anemófilas producen más polen que las especies entomófilas (Stanley & Linskens, 1974). Es ampliamente conocido que las plantas producen una cantidad de polen variable determinado por una serie de factores; la edad de la planta, el estado fisiológico, el número de inflorescencias por planta, el número de flores por inflorescencia, la cantidad de anteras por flor y el número de granos existentes por antera. El rendimiento de producción varía con la especie, en el caso de los estróbilos de los pinos la cantidad producida depende indirectamente de la nutrición y directamente de la exposición a la luz (Stanley & Linskens, 1974).

Existen trabajos de especies anemófilas que han estimado la producción de la cantidad de polen analizando las diferencias entre especies y que muestran una importante variabilidad entre las especies (Subba-Redi & Reddi, 1986; Tormo et al. 1996 b, Prieto et al., 2003).

Actualmente, los sistemas de información geográfica han permitido desarrollar programas que definen, para una zona concreta, datos de cobertura vegetal (CE, 2005) identificando fuentes potenciales de determinados tipos polínicos (Skjøth et al., 2008; 2009).

Liberación

Proceso que transcurre desde la producción de polen hasta que llega a la atmósfera. Las plantas, tras la dormancia, una fase de escasa o nula actividad vegetativa, relacionada con el fotoperiodo, acumulan diariamente la temperatura recibida por encima de un determinado umbral. Para la dehiscencia, cada especie tiene unas condiciones específicas de la finalización del periodo de dormancia y la temperatura umbral. Además, está relacionado con las condiciones meteorológicas de precipitaciones y humedad que influyen en la liberación de forma activa, mediante cambios de temperatura, y/o pasiva, mediante movimientos de las masas de aire (Gregory, 1973).

Transporte

Una fracción del polen liberado por las especies anemófilas es transportado por el aire. El resto se va a depositar por acción de la gravedad en las proximidades de la planta productora (González et al., 1996) de forma directamente proporcional al radio y al peso del grano, según la ley de Stokes.

Respecto al transporte de granos de polen en la atmósfera, se han distinguido tradicionalmente dos tipos; el transporte vertical, producido por corrientes de convección,

vientos y turbulencias atmosféricas (Gregory, 1973), y el transporte horizontal, que permite la distribución del polen tanto a corta como a larga distancia. La extensión de este transporte puede variar desde unos pocos metros a miles de kilómetros. Para delimitar la escala de dispersión, Prentice (1985) propuso una clasificación espacial de un rango local que comprende un área de 20 metros de radio a uno regional para distancias superiores a 200 kilómetros.

Deposición

Las partículas aerovagantes, en ausencia de movimiento de masas de aire, precipitarán por acción de la gravedad estando relacionadas la velocidad de deposición de forma proporcional con el tamaño. Nilsson (1992) distingue dos tipos de deposición; seca y húmeda, provocada por el lavado de la atmósfera mediante precipitaciones. Spiekma (1992) distingue en los procesos de deposición tres categorías relativas al tamaño de las partículas; sedimentación (partículas $>50 \mu\text{m}$), impacto (partículas $10\text{-}50 \mu\text{m}$) y difusión browniana (partículas $<1 \mu\text{m}$).

1.2. APLICACIONES DE LA AEROBIOLOGÍA

Actualmente la Aerobiología centra el interés en el estudio del aire como medio de transporte de granos de polen y esporas de hongos, realizando análisis aerobiológicos que permiten conocer la presencia y variaciones en la concentración. Además, son relevantes los estudios de las partículas aerobiológicas con las variables meteorológicas (temperatura, humedad, precipitación, etc.), que permiten establecer modelos de prevención con el objetivo de evitar exposiciones a dichos agentes biológicos.

Por otra parte, son de interés algunas aplicaciones ecológicas de la presencia de polen o esporas de hongos, como el transporte a larga distancia y su dispersión, con la consiguiente producción de efectos o enfermedades. El estudio de la dispersión de genes por el polen tiene importantes implicaciones para la biogeografía y la biología de la conservación de la planta. Por lo tanto, una comprensión adecuada de la dispersión del polen es importante para el manejo y la conservación de las especies de plantas en paisajes cada vez más fragmentados. En concreto, la dispersión del polen es un proceso crucial en el ciclo de vida de polinización de las plantas (Belmonte et al., 2008).

Ante el interés de la comunidad internacional en el cambio climático, las partículas aerobiológicas se presentan como bioindicadores, constituyendo una herramienta para intentar comprender el fenómeno, de modo que se puede estudiar la duración e intensidad de los

periodos de polinización y dispersión (Newnham, 1999; Ziska & Beggs, 2012). Además, la Aerobiología también permite la reconstrucción de paleoambientes.

Con el paso del tiempo, la Aerobiología ha encontrado más aplicaciones interdisciplinarias en diferentes áreas científicas. Al mismo tiempo se complementa y se enriquece de otras disciplinas como son la Botánica, Medicina, Agronomía, Ecología, Meteorología, Genética, etc. Según Lacey & McCartney (1994), a día de hoy, las principales aplicaciones aparecen en los campos de la Agricultura y de la Medicina (figura 3).

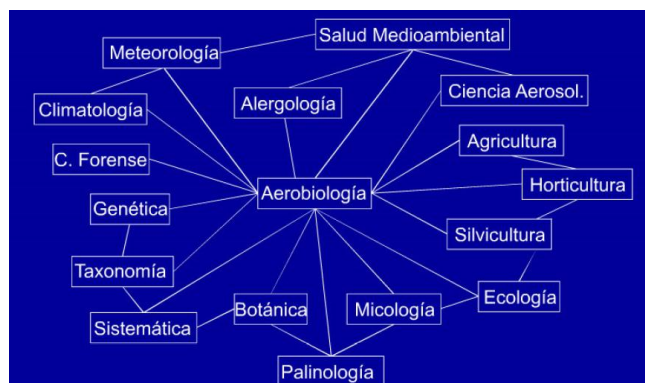


Figura 3. Esquema de las disciplinas que están relacionadas con la Aerobiología (Lacey & West, 2006).

1.2.1. AGRICULTURA

1.2.1.1. GRANOS DE POLEN

La Aeropalinología constituye en una herramienta valiosa en trabajos relacionados con especies de interés agrónomico. De todos los elementos necesarios en el ciclo vital de las plantas, la polinización tiene especial importancia en la producción y cuajado de frutos y semillas. Los factores endógenos y exógenos influyen en el éxito de la polinización, pero es la producción de una cantidad suficiente de polen uno de los factores críticos (Frenguelli, 1998). Algunos trabajos indican que la producción de un grano de polen por óvulo sería suficiente para la fertilización, pero, en la práctica, el número medio de granos de polen presentes en el estigma varía de 5 a 20, y la relación polen/primordio seminal debe ser muy alta para que se produzca una buena cosecha (Stefani, 1992).

La Aerobiología presenta una doble relación con la Agricultura, a través del conocimiento del contenido de polen en la atmósfera, mediante el registro de granos, y el análisis de su viabilidad. Ambas fuentes permiten establecer previsiones de productividad de las cosechas en cultivos anémofilos (Fornaciari et al., 1998). Es bien conocida la relación entre la cantidad y calidad del polen emitido y la producción de fruto, por lo que dicho dato puede suministrar información valiosa sobre la cosecha final con varios meses de adelanto (Frenguelli, 1998). El método de previsión de productividad agrícola se basa en la elevada correlación existente entre

la concentración del polen en el aire, por un determinado cultivo, durante el periodo de polinización y la producción de biomasa de los frutos (Fornaciari et al., 2000; 2002; Orlandi et al., 2005).

La aplicación de la Aerobiología para la previsión de cosechas puede mejorar sustancialmente dichas estimaciones como se puede comprobar en muchos de los trabajos anteriormente citados y en el hecho de que las administraciones confíen cada vez más en este método (García-Mozo, 2002 a).

1.2.1.2. ESPORAS DE HONGOS

También la Aeromicología está siendo en una herramienta útil en estudios aplicados en especies con interés agrícola. El estudio del ritmo estacional y diurno de la presencia de esporas en el aire supone una base para nuevos análisis, teniendo gran importancia práctica. Este conocimiento puede ser una herramienta útil en la Agrobiología, en particular en relación a los hongos patógenos. Las enfermedades más frecuentes originadas por hongos en los cultivos son; los oidios o cenizos (*Uncinula*, *Erisiphe*), mildius (*Peronosporales*), royas (*Puccinia*), carbones (*Ustilago*), clorosis, tizones y manchas (*Alternaria*), sarna y roña en frutales (*Venturia*), además de muchas otras. Otros hongos pueden ocasionar graves problemas sanitarios afectando a las plantas y pasar a los animales por la cadena alimentaria. *Fusarium*, en tabaco y cereales, tiene la capacidad de producir micotoxinas pudiendo provocar efectos cancerígenos, principalmente nefro-gastro-neuro y hepatotóxicos (Marasas et al., 2001).

El control de los mecanismos en la dispersión y la deposición, la epidemiología de las enfermedades de las plantas por los hongos y la aplicación de medidas adecuadas de protección fitosanitaria, entre los más utilizados los fungicidas, permiten una gran comprensión en el estudio de las esporas de hongos (Hirst, 1991; Frenguelli, 1998).

Según Kasprzyk (2008) si se tiene en cuenta la variabilidad de la concentración de esporas en el tiempo (mediante ciclos anuales, estacionales, semanales y diarios) y el uso de fungicidas (no neutrales para el hombre y no siempre de uso justificado), la aplicación de estos conocimientos permite, por ejemplo, reducir la utilización de fungicidas o aplicarlos en los momentos más adecuados. En este campo de aplicación son de destacar los trabajos sobre la dispersión de esporas fitopatógenas de Fitt et al. (1989); Hirst, (1991); Vloutoglou et al. (1995); Díaz et al. (1998); Caulton et al. (1998) y West et al. (2006). Tales acciones pueden limitar el uso excesivo de preparaciones químicas de protección fitosanitaria y también dar lugar a beneficios económicos (Díaz et al., 1997).

Los estudios acobiológicos de esporas se han aplicado tanto a especies cultivadas (Fitt & McCartney, 1986) y a especies forestales, como es el caso del género *Quercus* (Bustos et al., 2000). Otros trabajos aeromicológicos estudian la importancia de *Alternaria* en la lucha contra los problemas fitopatológicos, como la enfermedad del tizón de las plantas de algodón (Bashan et al., 1991) o el tizón de la patata (Iglesias et al., 2007, Escuredo et al., 2011).

En la actualidad se están desarrollando estudios de interior (Fernández-Rodríguez et al., 2011b) debido al “síndrome del edificio enfermo” (Comtois & Marcoux, 1999), consistente en el análisis de las partículas aerobiológicas, mayoritariamente esporas de hongos, que pueden causar problemas alérgicos y respiratorios.

Un campo de aplicación de la Aerobiología que está teniendo un mayor seguimiento es el biodeterioro, originado por la acción de seres vivos de tamaño reducido (bacterias, algas procariotas y eucariotas, hongos, líquenes, briófitos) sobre soportes potencialmente degradables orgánicos (papel, cartón, tejidos, madera, cuero, pergamino, etc.) e inorgánicos (piedra, vidrio, metales, plásticos, etc.). Especialmente en este campo son de especial interés los estudios en la conservación del patrimonio artístico. Los hongos pueden colonizar casi todos los lugares, desde plazas de abastos, lugares donde se comercializan vegetales entre otros productos (Aira et al., 2003), hasta otros donde se pueden encontrar condiciones particularmente favorables de crecimiento y desarrollo como son los museos y edificios artísticos (Aira et al., 2006). Sus esporas pueden permanecer viables durante años. Un preciso análisis cuantitativo y cualitativo del contenido de esporas en este tipo de espacios y su descripción de materiales afectados permiten estimar el grado de biodegradación, con el consiguiente establecimiento de las medidas adecuadas de protección (Nugari et al., 2001; Mandrioli et al., 2003).

1.2.2. MEDICINA

Las primeras evidencias de molestias producidas por el polen pueden encontrarse en la época clásica, pero no es hasta la primera mitad del siglo XIX en la que el médico y químico inglés Bostock indicó que padecía molestias respiratorias en la época de floración de las praderas. A partir de este momento comienza a desarrollarse una de las aplicaciones más importantes de la Aerobiología, el estudio de la polinosis, es decir, la alergia al polen también conocida como “fiebre del heno”, término acuñado por Bostock en 1819, al ser una enfermedad estacional que aparece al mismo tiempo que la floración de los campos cereales (Pla Dalmau, 1960; Sáenz, 1978).

Los granos de polen, debido a algunas proteínas capaces de alterar el sistema inmunológico de una parte de la población, han sido los primeros elementos conocidos causantes de alergia respiratoria, hoy en día su interés clínico es primordial (Matthiesen et al., 1991). Es un hecho evidente y referido por numerosos estudios epidemiológicos que las enfermedades alérgicas están aumentando. Según el Tratado de Alergología (Armentia et al., 2007), la alergia afecta a más del 20% de la población mundial, en el caso de la rinitis a 400 millones de personas, con alta prevalencia en los países industrializados (Greiner et al., 2012). Según la OMS, las enfermedades alérgicas están entre las 6 patologías más frecuentes que afectan a la población mundial. En Europa afectan al 20-25% de la población, y en España es uno de los principales motivos de consulta en atención primaria (3-5%). Las principales enfermedades debido a partículas aerobiológicas son la rinitis, o rinoconjuntivitis, y el asma bronquial. El último estudio realizado por la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (SEIAC) afirma que la rinitis presenta una prevalencia de un 55,5% y el asma bronquial un 38,9% de los casos de los pacientes. La mayoría de los afectados aquejan síntomas nasales (88%), oculares (60,3%), tos y disnea (31,7%), ruidos torácicos (21,6%) y faríngeos (12,9%) (Navarro, 2005).

En España, los pólenes de gramíneas y olivos son la principal causa de las enfermedades alérgicas (rinitis y asma) producidas por la polinosis. Otros pólenes, como los de plátanos de sombra (*Platanus hispanica*), llantenes (*Plantago lanceolata*), cenizos (*Chenopodium album*) y artemisias (*Artemisia*) presentan menor incidencia (Alergológica, 2005). Según el estudio anteriormente citado, la asociación de varias sensibilizaciones es muy común en la zona mediterránea (gramíneas y parietarias), en la costa norte (gramíneas y abedul) y en el sur (gramíneas y olivo).

Los umbrales para determinar los efectos de la exposición a alérgenos en la sensibilización y el desarrollo posterior de enfermedades alérgicas no son fáciles de cuantificar. Un determinado nivel de alérgeno se puede considerar como una dosis alta para algunas personas mientras que puede ser bajo para otras (Traidl-Hoffmann et al., 2009). Los recuentos de polen son tenidos en cuenta como una medida de la exposición, ya que las personas generalmente están expuestos al alérgeno en compañía del grano de polen, en lugar de alérgenos aislados (Traidl-Hoffmann et al., 2009; Buters et al., 2010).

El conocimiento del espectro polínico de la atmósfera en núcleos de población ha contribuido a una mejor determinación de los alérgenos potenciales en cada zona. Por otro lado, la realización de calendarios polínicos y los recientes modelos de pronóstico en las previsiones de polen en el aire, está siendo una herramienta muy útil en la planificación de

tratamientos preventivos y paliativos de los pacientes con problemas de alergia (D'Amato et al., 1998, 2007; Gioulekas, et al., 2004; Abreu & Ribeiro, 2005; Docampo et al., 2007).

1.2.2.1. ALERGENICIDAD

El término alergia fue propuesto en 1906 por el Dr. Clemens Von Pirquet, que lo define como un tipo especial de respuesta inmunológica o defensiva frente a sustancias que normalmente no inducen reacciones en la mayoría de las personas (Zeiss, 2011).

El término atopía (del griego "atopos", significa "sin lugar" o "desubicado") fue acuñado por el Dr. Fernández Coca en 1923 como la propensión de ciertos sujetos a producir anticuerpos IgE frente a diversas sustancias y a sufrir reacciones de hipersensibilidad que se pueden manifestar como asma, rinitis, conjuntivitis, dermatitis, etc., siendo una componente dependiente de una predisposición individual que, frecuentemente, es hereditaria.

La alergia clínica es el resultado de la interacción entre la exposición de un individuo genéticamente susceptible a un alérgeno y los factores ambientales. Hay determinadas regiones cromosómicas y genes de susceptibilidad asociados a distintos fenotipos alérgicos. A día de hoy, no se han conseguido identificar los factores principales de riesgo ya que no se dispone de métodos efectivos que, con certeza, puedan discriminar a los individuos que desarrollarán alergia. Aunque tiene una base genética, no sigue un modelo mendeliano, presentando enfermedades poligénicas complejas según un modelo tridimensional en el que los genes, el ambiente y el momento de la exposición podrían ser los tres ejes clave del estudio (Zeiss, 2011).

La Academia Europea de Alergología e Inmunología Clínica (EAACI) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) definen la alergia como la reacción de hipersensibilidad iniciada por mecanismos inmunológicos (Johansson et al., 2001; 2004). La hipersensibilidad es el conjunto de reacciones del sistema inmunitario en las que la respuesta al inmunógeno ocasiona daños a los tejidos propios. Como principales causas se citan; el fallo en el establecimiento de la autotolerancia, las respuestas incontroladas o excesivas frente a antígenos extraños, como microbios, y los antígenos ambientales no infecciosos (Atencia et al., 2007).

El grano de polen es un gametófito masculino muy reducido y es generalmente liberado en condiciones secas. Antes de la dehiscencia de las anteras se produce una rápida deshidratación reduciendo el volumen de polen lo que facilita su dispersión (Shivanna & Johri, 1985).

Dos áreas de la biología del polen que han recibido una considerable atención han sido la biología de la polinización; siendo el destino del polen el estigma de la misma especie

(germinación) o de especie distinta, y la alergenicidad del polen, en este caso se centra en la función alérgica en las mucosas de las personas susceptibles (Shivanna & Johri, 1985).

Los granos de polen presentan una cubierta protectora frente a la desecación, la abrasión y frente al efecto mutagénico que los peligrosos rayos ultravioletas podrían desencadenar sobre las delicadas células que albergan en su interior. Para ello, presentan una pared altamente resistente y un citoplasma activo. El polen presenta la siguiente composición química; minerales, agua (20-50%). K, Na, P, Ca, Mg, S (4%). Al, Mn, Cu, Ti, Si, Bo (microcantidades). Carbohidratos (50%); azúcares asociados a proteínas, almidón, calosa, peptinas, celusosa, carotenos y lignina. Ácidos orgánicos (fórmico, acético, oleico, linoleico, palmítico y ascórbico). Lípidos y terpenos (farnesol, geraniol, linalool). Esteroles (cholesterol, stigmasterol, B estradiol). Enzimas y proteínas. Ácidos nucleicos y vitaminas (Rodríguez-Rajo, 2011).

En las plantas con flores el desarrollo reproductivo masculino requiere la formación de los estambres, incluyendo la diferenciación de los tejidos de las anteras. Dentro de la antera, la meiosis produce micrósporas, que se desarrollarán en granos de polen basándose en las funciones de genes tanto esporofíticos como gametofíticos (Heslop-Harrison, 1970). La antera de los granos de polen está formada por la epidermis (capa externa), endotecio (capa fibrosa), capa media (con un número variable de células degradadas rápidamente), células del tapete (capa más interna con actividad secretora directamente implicada en la formación de la microspora) y arqueosporio (con las células madres de los granos de polen) (Rodríguez-Rajo et al., 2010).

El polen al madurar es liberado a través de la dehiscencia permitiendo la polinización. Los estudios moleculares han identificado un gran número de genes que se expresan durante el desarrollo del polen. Los análisis genéticos han demostrado la función de algunos de estos genes en la especificación de la identidad de los estambres, la regulación de las anteras en la división y diferenciación celular, el control de la meiosis masculina apoyando el desarrollo del polen y la promoción de las anteras. Estos genes se expresan durante el desarrollo del polen codificando una importante variedad de proteínas (Goldberg et al., 1993; McCormick, 2004, Jia et al., 2008).

En el desarrollo de la micróspora intervienen la exina, constituida por esporopoleninas, la intina, formada por exantinas y enditinas, y el citoplasma de las células vegetativa y generativa. Hay dos fases, la microesporogénesis y la microgametogénesis. La primera, en gimnospermas, el esporófito presenta microsporofilos, cada uno de los cuales lleva dos sacos polínicos (microsporangios) en el envés. En el interior están las células madres del polen que mediante meiosis forman cada una cuatro micrósporas o granos de polen uninucleados. En

angiospermas, al comienzo de la meiosis los microsporocitos se conectan entre sí por los plasmodesmos, convirtiendo toda la masa de microsporocitos de un microsporangio en un cenocito con rápido transporte y distribución de nutrientes. La formación de la pared durante las divisiones meióticas puede ser sucesiva (pared desarrollada después cada división nuclear) o simultánea (pared desarrollada sólo después de la segunda división nuclear) (Shivanna & Johri, 1985).

Los puentes citoplasmáticos desaparecen al promediar la división y cada microsporocito queda aislado de los otros y rodeado por una gruesa capa de calosa. La tétrada resultante también queda rodeada de calosa. Al terminar la meiosis, cada micróspora se rodea de una pared de calosa, sin plasmodesmos que las conecten con las vecinas. Las cisternas del retículo endoplasmático se aplican a las regiones donde eventualmente se formarán las aperturas. Debajo del plasmalema, lugar donde no hay retículo endoplasmático, se deposita una pared de celulosa llamada primexina. El aumento de tamaño y el depósito de la pared celular ocurren mientras las micrósporas están aún incluidas en calosa, continuando con la disolución de ésta (Shivanna & Johri, 1985).

La citocinesis es la división del citoplasma que sucede al terminar la meiosis. Las cuatro células de la tétrada, según el momento en que se formen las paredes y como se orienten los husos acromáticos, pueden disponerse de distinta forma. En la citocinesis sucesiva cada división es seguida por una división de citoplasma. Ocurre en las monocotiledóneas y las micrósporas quedan dispuestas en un mismo plano. Las tétradas pueden ser tetragonales, romboidales, lineares o en forma de T. En la citocinesis simultánea las paredes se forman recién al terminar la meiosis. Es típica de dicotiledóneas, y las micrósporas quedan dispuestas en varios planos. Las tétradas pueden ser tetraédricas o decusadas. En los granos de polen resultantes se establece un eje polar, con el polo proximal hacia el centro de la tétrada, y el polo distal hacia el lado opuesto.

El tapete es el tejido encargado de la nutrición de las micrósporas, la formación de parte de la exina, la síntesis y liberación de sustancias que formarán el cemento polínico o pollenkit y la trifina (Pacini & Hesse, 2005). El cemento polínico interviene en los sistemas de incompatibilidad esporofítica entre el polen y el estigma. Sus células tienen un citoplasma muy denso siendo típicamente multinucleadas o poliploides. (Echlin, 1970).

Gregory (1973) indicó que los requerimientos necesarios para considerar los granos de polen como alergógenos eran los siguientes; procedencia principal de plantas anemófilas, de plantas formadoras de masas vegetales abundantes, de plantas cercanas a núcleos habitados,

fácil flotabilidad en el aire y presencia de algún alérgeno capaz de desarrollar procesos anafilácticos.

El grano de polen es el vehículo de aeroalérgenos más importante. Éste, al igual que las semillas, está sometido a un proceso de deshidratación una vez liberado. Este proceso podría ser perjudicial para otras partes de la planta, pero mediante ciertos mecanismos moleculares se protege al citoplasma y a las membranas de las células permitiendo la rehidratación una vez alcanzado el estigma de la flor a la que polinizan o a las mucosas del individuo que lo inhala. Con la rehidratación del polen se desencadenan una serie de procesos celulares que conducen a la profusión del tubo polínico en el estigma o a la liberación de alérgenos en el interior del individuo (Chapman, 1998).

Los alérgenos son proteínas o glicoproteínas capaces de inducir la producción de anticuerpos IgE específicos en individuos capaces de desarrollar enfermedades alérgicas. Este proceso llamado sensibilización tiene lugar tras la exposición por inhalación, ingestión o inyección. Los aeroalérgenos son, en general, proteínas pequeñas (10-60 kDa), cuya solubilidad en medios acuosos facilita su liberación desde las partículas inhaladas al sistema respiratorio (Pomés & Villalba, 2007).

La mayoría de los alérgenos están localizados en la exina. Los niveles de expresión de los alérgenos en el grano de polen pueden verse influidos por factores ambientales como el grado de maduración, el clima y las características intrínsecas de ciertas especies a la sequía. Otras partículas, como las de Ubisch en el caso del polen de abedul o los cipreses, procedentes de los restos de anteras de la planta o del interior de los granos de polen fragmentados por la hidratación, son más pequeñas ($10 < kDa$) que los granos de polen pudiendo trasponer alérgenos (Fountain, 2002).

El empaquetamiento de los alérgenos con gránulos de almidón en amiloplastos presentes en el citosol celular y la asociación de los pólenes o moléculas alérgicas con materiales externos no proteícos, como las partículas derivadas de la combustión de motores diesel, pueden facilitar el acceso de las moléculas alérgicas a las vías respiratorias y su permanencia en el aire (Suphioglu et al., 1992). Dichos complejos tendrán una función adicional a la de mero transportador de alérgenos, pudiendo actuar como adyuvantes que se unirán a los macrófagos alveolares a través de receptores de lectinas, permitiendo la fagocitosis (Currie et al., 2000).

Se pueden producir un amplio abanico de enfermedades ya que el proceso que subyace es la inflamación, con distintas manifestaciones en función del órgano o sistema afectado; en la piel (dermatitis, urticaria), en las vías respiratorias (rinitis, asma), en los ojos (conjuntivitis), en

el aparato digestivo (vómitos, diarrea, dolor abdominal) y/o la afectación simultánea de 2 ó más órganos (anafilaxia) (Atencia et al., 2007).

Los alérgenos de las esporas de los hongos también aparecen en la superficie de la pared o bien son liberados en su germinación o su ruptura (Elliott et al., 1993; Burget, 2002; Green et al., 2003).

El término hipersensibilidad hace referencia a aquellas reacciones del sistema inmunitario en las que la respuesta al inmúgeno ocasiona, además, daños a los tejidos propios. En el proceso de hipersensibilidad intervienen distintos tipos celulares y sustancias solubles segregadas por estas células apareciendo dos fases, la de sensibilización y la efectora. La fase de sensibilización comienza con la entrada del antígeno en el organismo (por vía cutánea, inhalación o ingestión) y con el procesamiento por células presentadoras del antígeno. A continuación se produce la exposición, junto con las moléculas HLA I y HLA II, del antígeno a las células T, activando éstas con la consecuente producción de citocinas Th2 e inmunoglobulinas tipo E (IgE) por las células B. Más tarde se produce la unión de IgE a receptores específicos expresados en la superficie de determinadas células (principalmente mastocitos y basófilos). La nueva entrada del antígeno supone el comienzo de la fase efectora, el antígeno se une a la IgE fijada a los receptores celulares produciendo la activación celular y la liberación de mediadores de la reacción alérgica. Los mediadores se unen a receptores específicos y dan lugar a los síntomas. A continuación se produce la atracción de otras células hacia el foco de la reacción mediante eosinófilos, linfocitos T y basófilos haciendo posible los siguientes procesos; la liberación de citocinas y sustancias inflamatorias, la vasodilatación con aumento de la permeabilidad vascular, la contracción del músculo liso, la agregación de plaquetas, el infiltrado inflamatorio de eosinófilos, el aumento de la secreción de moco, el estímulo de los nervios sensitivos y los cambios estructurales (figura 4) (Atencia et al., 2007).

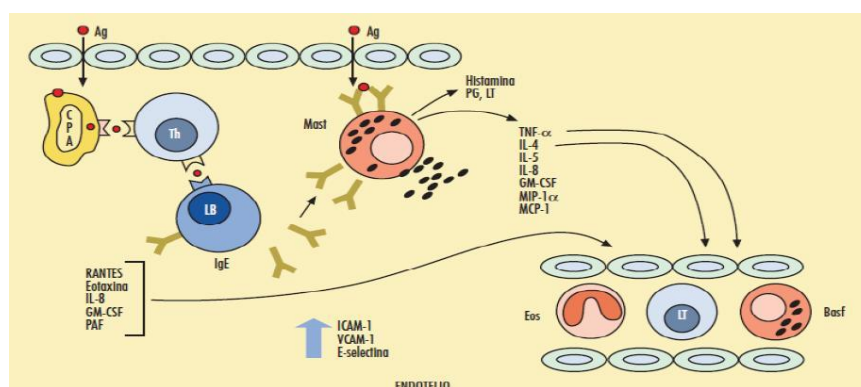


Figura 4. Base biológica de la polinosis. (Corominas, 2005).

Por tanto, se pueden considerar a los granos de polen y a las esporas de los hongos como agentes biológicos que pueden suponer un riesgo biológico para la población humana. El término riesgo biológico está muy ligado al campo de la prevención de riesgos laborales, con referencia a la normativa que legisla este ámbito, en Europa, en la década de los años 90, se ha producido un desarrollo legislativo. Desde la primera norma, la Directiva 90/679/CEE, pasando por sucesivas leyes (Directiva 93/88/CEE, Directiva 95/30/CE, Directiva 97/59/CE y la Directiva 97/65/CEE) tiene vigor la Directiva 2000/54/CE, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. El objetivo principal de esta legislación es establecer las prescripciones mínimas con el fin de garantizar un mayor nivel de seguridad y de salud a los trabajadores expuestos a agentes biológicos durante el trabajo. En España, la legislación referente la recoge el RD 664/1997 de 12 de mayo, BOE, nº 124, 24/05/1997, con sucesivas actualizaciones, la última modificación en enero de 2005, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

1.2.2.2. CAUSAS Y CONSECUENCIAS

Las principales causas que a día de hoy explican el aumento de las enfermedades alérgicas son la “teoría de la higiene” (debido a la exposición a animales, las infecciones y exposición a microbios, consumo de antibióticos, flora intestinal, inmunización y vacunas), los cambios en el estilo de vida (dieta durante el embarazo, lactancia materna, nutrición en la infancia, obesidad, actividad física, vitamina D y estrés), la contaminación ambiental (domicilio o residencia, ambiente y alimentos), el factor genético, la fisiología reproductiva y los fármacos entre otros (Cárdaba, 2007; Armentia et al., 2007).

Cakmak et al. (2011) observaron un mayor riesgo de hospitalización por asma asociado con alérgenos ambientales los días con mayor contaminación del aire. Apuntaron que una disminución de los niveles de contaminación del aire podrían reducir los casos de asma alérgica en la población.

Mediante un cuestionario, en el estudio de Alergológica 2005, una serie de pacientes con rinitis y asma valoraron su calidad de vida. En el primer caso, el componente físico obtuvo una puntuación media de 46,4% y el componente mental de 43,9%, con una calidad de vida percibida por los pacientes inferior al 75% de la población española. En el caso del asma, los valores de puntuación de los componentes físicos y mentales fueron 44% y 45%, respectivamente. Ambos valores inferiores a las estimaciones 80% y 75%, respectivamente, de

la sociedad española según Navarro (2005) y Quirce (2005). Esto indica, como ya se apreciaba en el estudio de Alergológica 1992, una repercusión importante en la calidad de vida relacionada con la salud de los pacientes.

Greiner et al. (2012) indicaron que aunque la rinitis alérgica no es una enfermedad grave, es clínicamente relevante, ya que subyace a muchas complicaciones siendo un factor de riesgo importante para el control deficiente del asma, la calidad de vida y la productividad en el trabajo.

Otro factor a tener en cuenta es el consumo medio diario de medicamentos medido por la dosis diaria definida (DDD). Según la Gestión Farmacéutica del Servicio Extremeño de Salud (2012), la DDD fue 9366194, 10028472 y 10183984 en 2009, 2010 y 2011, respectivamente.

1.3. ESTUDIOS PREVIOS

1.3.1. RESEÑA HISTÓRICA EN ESPAÑA Y EXTREMADURA

En España los trabajos aerobiológicos comenzaron en 1945 con el estudio sobre la atmósfera de Santiago de Compostela (Vieitez, 1945) que dio lugar a uno de los primeros calendarios polínicos para una ciudad española. Desde 1945 hasta la actualidad muchos estudios aerobiológicos han sido efectuados en distintas estaciones de monitorización aerobiológicas en España. La Red Española de Aerobiología (REA) (<http://www.uco.es/rea/>), fundada en marzo de 1992 en Zuheros (Córdoba), en la actualidad está integrada por 58 estaciones de muestreo (figura 5) con el objetivo de registrar y difundir la información aerobiológica que es utilizada por los especialistas en alergia en su actividad profesional y los pacientes afectados para mitigar los efectos de la polinosis.

La Asociación Española de Aerobiología (AEA) fue fundada en 1995, en el Departamento de Botánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla, con el propósito de crear un foro científico que integrase expertos relacionados con la Aerobiología y con otras disciplinas relacionadas como la Agricultura, Meteorología, Aeromicrología, etc. (Jato, 1998), siendo la REA una rama técnica de la misma. La AEA está integrada en la International Association of Aerobiology (IAA), dicha red fundada en el año 1974 está formada por asociaciones a nivel mundial que tienen como principal objetivo la promoción del desarrollo de la Aerobiología y facilitar la cooperación internacional (Chanda, 1991).

La EAS (European Aerobiology Society) fue fundada en 2008 durante el 4º Congreso Europeo de Aerobiología organizado en Finlandia. Esta asociación europea promueve la difusión de la información de polen, la formación de los investigadores, la organización de congresos, la gestión de proyectos, la creación de grupos de trabajos, etc.

La REA, además, forma parte de la European Aeroallegen Network (EAN) y de la European Aeroallergen-European Pollen Information (EAN-EPI), (<http://www.univie.ac.at/ean/>), cuyo objetivo es la creación de un banco de datos a nivel europeo que facilite la circulación de la información por los distintos grupos de investigación y suministre pronósticos polínicos en Europa.

Además, la REA está incluida dentro de la red de ámbito mediterráneo, la Med-Aeronet (<http://www.rnsa.asso.fr/>), integrada por los países que disponen de estaciones de muestreo en el mediterráneo como España, Italia, Francia, Grecia, Israel o Albania, teniendo como principal objetivo el suministro a través de internet de concentraciones polínicas registradas en cada lugar.



Figura 5. Mapa de localización de las estaciones de muestreo de la Red Española de Aerobiología (Fuente: <http://www.reauco.es/es/>).

En el año 2001 se creó la Red Ibérica de Aerobiología (RIA) en base a la colaboración de la Red Portuguesa de Aerobiología (RPA) y la REA, y en el año 2002 entró a formar parte de la EAN proporcionando información más completa de la Península Ibérica.

Extremadura, al igual que otras comunidades autónomas (Andalucía, Madrid, Cataluña, Castilla y León, Castilla la Mancha, etc), dispone de una red autonómica de muestreo. En 1995 se creó la Red Extremeña de Aerobiología con las estaciones en Badajoz, Cáceres y Mérida, la primera en funcionamiento desde 1993. Desde el año 2011, además de contar con Badajoz, hay estaciones de muestreo en Plasencia, Zafra y Don Benito con el objetivo de realizar un estudio aerobiológico con mayor detalle y poder suministrar la información y las previsiones polínicas a la población extremeña (figura 6).



Figura 6. Mapa de localización de las estaciones de muestreo de la Red Extremeña de Aerobiología (Fuente: <http://www.aerouex.es/>).

Los primeros estudios aerobiológicos en Extremadura se remontan a la publicación de Subiza & Jerez (1988), en la que se incluyen datos de las concentraciones de polen de gramíneas de la ciudad de Badajoz en dos periodos de los años 1982 y 1983. En Cáceres con un captador Cour se estudiaron las concentraciones en los años 1988 y 1989 por Belmonte & Roure (1991), en Mérida, con otro Cour, en 1992, y en 1994 por González et al. (1997).

El aire de Badajoz, desde el año 1993, se está muestreando de forma continuada por un captador Burkard situado en la Escuela de Ingenierías Agrarias y desde el año 2008, de forma simultánea, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura. En el Hospital de Mérida un captador Burkard muestreó desde junio de 1995 hasta diciembre de 1998 y en la Estación Meteorológica de Cáceres otro captador Burkard muestreó desde 1995 hasta 2001. Desde el año 2011 a la actualidad, se cuenta con tres captadores Burkard en el Hospital Virgen del Puerto de Plasencia, en el I.E.S. Donoso Cortés de Don Benito y en el Hospital de Zafra. Estas tres estaciones de muestreo junto con las existentes en Badajoz constituyen la Red Extremeña de Aerobiología (Tormo et al., 2012 a).

1.3.1.1. GRANOS DE POLEN

Las partículas aerobiológicas próximas al suelo son el resultado directo de las fluctuaciones de las fuentes locales. En las capas más elevadas, los efectos de éstas se mitigan y predominan los fenómenos de larga distancia, aunque las partículas más pesadas tienden a caer más rápidamente bajo la influencia de la gravedad. La fuerza de la convección tiende a ejercer su efecto en sentido contrario (Gregory, 1973). Este fenómeno y la turbulencia mecánica pueden disminuir esta sedimentación y elevar el polen y otras partículas a capas más elevadas (Bryant et al., 1989). Dos procesos hacen posible este transporte de partículas; el transporte turbulento por las corrientes de aire que regulan la mezcla vertical de partículas a través de la atmósfera inferior y las turbulencias de convección intensa que pueden transportar partículas hacia niveles más elevados (Mandrioli et al., 1984).

Generalmente, la concentración de las partículas aerobiológicas disminuye con la altitud desde el nivel del suelo hasta la base de la estratosfera (Rantio-Lehtimäki et al., 1991 a; Galán et al., 1995 a; Bergamini et al., 2004). No obstante, se han observado diferencias en este patrón en función de la hora del día. La evidencia de que la concentración disminuye al aumentar la altura se puede explicar a partir de dos fuentes distintas de información que a menudo se han confundido; las observaciones a alturas estándares locales en una serie de las estaciones que difieren ampliamente en altura sobre el nivel del mar y las observaciones a alturas muy diferentes sobre el nivel del suelo en una estación. Las fuentes de variación han sido explicadas

por la distinta distribución de las fuentes de polen (Alcázar & Comtois, 2000), la proximidad de los edificios (Bryant et al., 1989) y el tamaño de partícula, con las esporas más pequeñas dominantes a mayores alturas, y las esporas más grandes y conidios más prevalentes en posiciones cercanas al suelo (Chakraborty et al., 2001).

Las partículas que entran en el aire cerca del nivel del suelo se mezclan a través de la capa de turbulencia de fricción. La convección proporciona un mecanismo local intermitente que distribuye las partículas por toda la troposfera. Los gradientes verticales de concentración pueden trazar líneas teóricas definidas, pero a menudo no se ajustan a los modelos establecidos, especialmente en los primeros metros sobre el suelo, resultando complicado estimar la concentración. La situación teórica rara vez ocurre porque las condiciones cambian con demasiada rapidez desde un estado estable. La velocidad del viento se incrementa con la altura y las capas de aire se mezclan a diferentes alturas en una columna vertical. El espesor de la capa de turbulencia siempre está cambiando. Los factores biológicos en un ciclo diurno sitúan un gran número de los organismos en el aire en diferentes momentos y la concentración vertical está continuamente en movimiento (Gregory, 1973). Las inversiones de temperatura afectan a la difusión vertical según Jacobs (1951). La presencia de una capa estable en superficie puede retrasar la introducción de organismos en la superficie superior de la atmósfera pero al mismo tiempo puede mantener concentraciones más altas de organismos en las capas superficiales. En resumen, el conocimiento de la atmósfera en niveles superiores se basa en muestras puntuales y se ve afectado por el lugar, la estación, el clima y las masas de aire. (Gregory, 1973).

El periodo de floración y la importancia de los tipos polínicos difieren debido a factores que afectan a la dispersión y a la abundancia del polen. Estos factores incluyen el tipo de vegetación local, el uso del suelo, la latitud y el clima (Emberlin et al., 1994; 1997; 1999; 2000; Galán et al., 1995a). Sin embargo, la importancia relativa de esos factores en diferentes regiones es menos conocida. Con el fin de construir modelos de predicción regional o local más precisos es importante entender las relaciones entre las variables dependientes (la concentración de polen en el aire a lo largo del tiempo) y las variables independientes (los parámetros meteorológicos) en diferentes lugares (Sánchez-Mesa et al., 2003).

En relación con los criterios planteados en los objetivos, en las tablas 1 y 2 aparecen los trabajos consultados relacionados con la evaluación de las diferencias en distancia y altura en el muestreo aerobiológico. Hirst (1967) estudió el transporte de las esporas a gran distancia comparando la concentración fúngica entre diferentes lugares. En la década de los setenta, Raynor et al. (1973) y Brown & Jackson (1978), compararon la concentración polínica a

diferente altura, Bagni et al. (1976) estudiaron la influencia de la distancia en la concentración polínica. Años más tarde, proliferaron los estudios aerobiológicos centrados en las diferencias en altura (Lyon et al., 1984; Bryant et al., 1989; Malik et al., 1990; Rantio-Lehtimäki et al., 1990 a, b; Galán et al., 1995 a; Alcázar et al., 1998; Alcázar et al., 1999 a, b; Chakraborty et al., 2001; Thibaudon & Sulmont 2002; Asensio et al., 2003; Kattab et al., 2008; Fernández et al., 2010 b) y en distancia (Leuschner et al., 1981; Mandrioli et al., 1984; Kramer et al., 1984; Spieksma et al., 1989; El-Ghazaly et al., 1993; Fornaciari et al., 1996; Gottardini et al., 1997; Frenz et al., 1997; Arroba et al., 2000; Trigo et al., 2000; García-Mozo et al., 2002 b; Díaz et al., 2003; Sánchez-Mesa et al., 2005; Jato et al., 2006; Gonzalo et al., 2006; Caerio et al., 2007; Recio et al., 2009; Alcázar et al., 2009; Velasco-Jiménez, et al., 2012). Sin embargo, la gran mayoría utilizan criterios o grado de separación entre los captadores diferentes a los empleados en este trabajo. Además en gran parte de los trabajos no se presenta un mapa de vegetación con las principales fuentes.

De todos los estudios anteriores, los que más se asemejan al presente trabajo, en cuanto al planteamiento metodológico en altura, son los trabajos de Galán et al. (1995 a) y Alcázar et al. (1998 y 1999 a, b). Estudios comparativos de la concentración polínica a diferente altura, a 1,5 m y a 15 m, en un mismo edificio universitario en Córdoba (España). Estos estudios fueron llevados a cabo durante las dos primaveras de 1991 y 1992 utilizando dos captadores volumétricos Hirst tipo fijo Burkard. También, es similar en cuanto al planteamiento muestral en distancia, 9 km entre dos captadores, el estudio de Velasco-Jiménez et al. (2012).

En el ámbito europeo se han encontrado estudios comparativos de las ciudades españolas con ciudades italianas (Jato et al., 2006), polacas (Alcázar et al., 2009) o británicas (Sánchez-Mesa et al. 2003). En la geografía española destacar los estudios comparativos que analizan las variaciones entre diferentes ciudades (Trigo et al., 2000; García-Mozo et al., 2002 b; Díaz et al., 2003; Recio et al., 2009).

A nivel regional, en la ciudad de Badajoz, Gonzalo et al. (2006) estudiaron las variaciones de las concentraciones de polen en la atmósfera de Badajoz entre las zonas urbanas y la periferia de la ciudad. El estudio llegó a la conclusión de que podría ser útil conocer la distribución, a menudo muy variable, de plantas ornamentales con polen potencialmente alergénico para indicar las zonas de la ciudad de mayor o menor incidencia de polinosis potencial. Silva et al. (2007) estudiaron la importancia de las interacciones de las condiciones meteorológicas sobre las concentraciones polínicas de *Plantago* y *Brassicaceae*. Para ambos tipos polínicos hubo un efecto positivo de la dirección del viento NE y un efecto negativo de los

vientos de componente SW, lo cual podría no explicar la localización de las fuentes ya que estas especies son muy abundantes alrededor de la estación de muestreo.

La mayoría de los trabajos consultados se han realizado en países europeos (Francia, Reino Unido, Finlandia, Polonia, Portugal, Italia, Turquía, Suiza, Holanda, Suecia y España, entre otros), asiáticos (China e India) y norteamericanos (EEUU). Respecto al criterio a evaluar, los trabajos consultados han tenido en cuenta el estudio de las diferencias en altura y distancia por separado. La meteorología ha tenido importancia con parámetros como la temperatura media, mínima y máxima, precipitación, humedad relativa, radiación solar y dirección y velocidad del viento como los más estudiados. La mayoría de los captadores utilizados han sido de tipo Hirst.

El presente trabajo integra la altura y la distancia como criterios a tener en cuenta en trabajos presentes y futuros de la European Aerobiology Society (EAS) sobre los controles de calidad aerobiológicos en la atmósfera (Galán, 2010).

1.3.1.2. ESPORAS DE HONGOS

La aparición de la micobiota en el aire exterior y en los ambientes interiores, así como las variaciones en número y composición están recibiendo cada vez más atención en los riesgos para la salud potencial de los seres humanos (Pyrri & Kapsanaki-Gotsi, 2007). Las esporas de hongos transportadas por las corrientes de aire pueden producir enfermedades en las plantas y un conocimiento de su periodicidad tiene un gran valor predictivo en términos epidémicos. Los hongos en el aire también han sido citados como un factor causal en varias enfermedades humanas como inductores de alergia y/o respuestas tóxicas (Lacey, 1991). Una gran preocupación ha sido expresada por los riesgos potenciales para la salud de los seres humanos, con especial atención, en los hongos alérgicos o tóxicos y su asociación con la calidad del aire. Además los hongos están implicados en el daño de los alimentos en materias primas, en el deterioro de materiales orgánicos y productos derivados del almacenamiento (Madelin & Madelin, 1995; Mandrioli et al., 2003).

En la tabla 3 se muestra la revisión de estudios relacionados sobre los métodos viables y no viables del estudio de hongos aerovagantes. Según Kasprzyk (2008), diversas técnicas de investigación han sido usadas en estudios aeromicológicos. Los métodos de muestreo pueden ser clasificados en gravimétricos y volumétricos consistentes en un análisis de esporas contenidas en una unidad de aire (Ingold, 1971). De forma general, algunos estudios afirman que los diferentes métodos tienen sus ventajas e inconvenientes, no pudiéndose comparar los

resultados directamente, ya que dependiendo del método aplicado se pueden registrar diferentes tipos fúngicos (Hirst, 1991; Nikkels, 1996; Spieksma, 2003).

Sarica et al. (2005) estudiaron la concentración de las esporas de hongos con ambos tipos de muestreos llegando a la conclusión que su estudio reflejaba sólo una parte de los hongos aerovagantes, ya que algunos no se pudieron desarrollar en el medio estudiado y que la concentración sería probablemente mayor.

En relación a los métodos volumétricos, los estudios sobre la presencia y distribución de diferentes esporas de hongos se han desarrollado desde hace tiempo en Europa (Larsen, 1981; Munuera & Carrión, 1995; Nikkels et al., 1996; Tariq et al., 1996; Kurkela, 1997; Grin-Grofon & Strzelczak, 2008), América del Norte (Levetin, 1991; Craig & Levetin, 2000), Australia (Mitakakis et al., 1997; Mitakakis et al., 2001) y oriente medio (Shaheen, 1992).

Una gran variedad de muestreos han sido utilizados para estudiar los hongos y otros bioaerosoles. Tradicionalmente, se distingue entre el muestreo, la recolección y la eficiencia biológica (Nevalainen et al., 1992). El uso del medio de cultivo en el estudio viable presenta ventajas e inconvenientes. Por una parte, si se emplea un medio inerte, se captan todas las esporas, no se desarrollándose todas en los medios de cultivos empleados habitualmente, como suele ocurrir con las basidiósporas y algunas ascósporas (Burge et al., 1977). Por otro lado, utilizar placas de Petri conteniendo medio de cultivo presenta la ventaja de poder determinar a nivel de especie, en muchos casos, las colonias desarrolladas, pero a su vez el medio de cultivo puede favorecer más el desarrollo de unos taxones que otros, e incluso la misma especie puede sufrir procesos de autoinhibición en términos de germinación o autocremiento (Burge et al., 1977), por lo que la concentración de colonias puede ser inferior o no reflejar realmente la existente en la atmósfera (Trujillo et al., 1990).

En el registro de las esporas de los hongos en el aire, los muestreos continuos de captadores fijos emplean sustratos no viables mientras que los captadores portátiles pueden emplear tanto no viables como viables (Fernández-Rodríguez et al. 2011 a).

Los captadores portátiles son utilizados por periodos que van desde unos pocos minutos hasta un día entero (Kenny et al., 1998). Aunque cabe esperar que los captadores fijos y portátiles en el mismo lugar den resultados similares (Tormo et al. 2010 a), a menudo para una misma región geográfica difieren debido a que el espectro de los hongos encontrados en el segundo grupo está más estrechamente asociado al suelo, la vegetación que lo rodea y fragmentos de hifas (Green et al., 2006). El diseño de captadores portátiles de bioaerosoles han tenido que responder a diferentes objetivos, por ejemplo; la captura de pequeñas partículas biológicas como bacterias y virus, que son principalmente de interés para

microbiólogos, la supervivencia de los microorganismos capturados (Tompson et al., 1994), el muestreo para el control fitopatológico (McCartney et al., 1997), o su uso en ambientes extremos (Marshall, 1997). Es aceptado que, con una amplia variedad de captadores, hay una necesidad por estandarizar métodos y procedimientos (Macher & Willeke, 1992; Henningson & Ahlberg, 1994).

Con el fin de diseñar una estrategia de muestreo eficiente es importante adoptar al menos dos métodos diferentes, uno para la evaluación microscópica de los bioaerosoles sobre portaobjetos y otro que permita un aislamiento en un medio de cultivo para identificar los tipos fúngicos viables (Lacey & Vennete, 1995). El uso de cualquiera de estos métodos por sí solos subestima la diversidad y la concentración de ciertas esporas de hongos por ciertas razones. Levetin et al. (1996) cuestionaban si la representatividad de un muestreo viable era suficientemente representativa.

La empresa Burkard (Ltd, 55. Rickmansworth, U.K.) suministra dos captadores basados en el mismo motor, uno para las partículas no viables capturadas sobre una sustancia adhesiva y otro, el captador Burkard de muestras viables, con un diseño que da cabida a una placa de Petri de 9 cm de diámetro. El flujo de aire permitido por estas muestras es de 10 L/min para el primero y 20 L/min para el segundo (Jensen & Schafer, 2004). Este último con un tamiz de 100 agujeros y con una estructura cónica que puede ser colocada sobre el tamiz. La toma de muestras en el captador Burkard viable se ha utilizado ampliamente en diversos países, por ejemplo en India (Sharma et al., 2010), Arabia Saudí (Hasnain et al., 1995, 2004; Al-Suwaine et al., 1999 a, b), Canadá (Comtois & Marcoux, 1999), Cuba (Aira et al., 2002), Chile (Aira et al., 2003) y Polonia (Bucynska et al., 2007; 2008). En estos trabajos no siempre se han proporcionado las especificaciones metodológicas y la información disponible es incompleta. El uso del tamiz o del embudo no siempre se ha indicado (Sharma et al., 2010), en algunos trabajos se aplica un factor de corrección a los datos totales cuando se utiliza el tamiz (Aira et al., 2002; 2003; Sharma et al., 2010). Este factor depende del número y del diámetro de los orificios del tamiz. Los estudios que comparan la toma de muestras con métodos viables y otros captadores estándares muestran que se pueden registrar resultados fiables (Madelin 1994, Mehta et al., 1996; Tormo et al., 2010 a). Sin embargo, está claro que el uso de un captador que incluye un tamiz por encima de la placa de Petri requiere de algunos ajustes que se adapten para que la probabilidad estadística de más de una unidad formadora de colonias (CFU) impacte en cada sitio. Algunos trabajos (Andersen, 1958; Peto & Powell, 1970) incluyen estos factores de corrección dependiendo del número y del diámetro de los agujeros. Existen medios de cultivos como el agar extracto de levadura (CYA), agar con extracto de

patata y glucosa (PDA), agar con sales y nitrógeno/nutrientes (SNA), etc. También el SDA y el MEA han sido utilizados ampliamente ya que permiten el desarrollo de una amplia variedad de organismos hongos (Faure et al., 2002; Bouza et al., 2002; Adhikari et al., 2004; Lugauskas & Krikstaponis, 2004; Augustowska & Dutkiewicz, 2006; Perdelli et al., 2006; Panagopoulou et al., 2007; Sautour et al., 2007 y 2009).

Las esporas fúngicas son distribuidas por el aire, el agua, los animales y las personas, siendo el viento el principal vector pasivo de transporte (Govi et al., 1992). A través de este medio pueden ser transportadas a grandes distancias sólo cuando se mezclan verticalmente de forma turbulenta en la capa límite (Lyon et al., 1984). La influencia de diversos factores meteorológicos sobre la variación estacional y los niveles de concentración aéreos de esporas fúngicas han sido estudiados en diferentes ocasiones (Hjemroos, 1993, Li & Kendrick, 1994; Aira et al., 2006). Grinn-Gofroń (2011) encontró una relación entre la concentración de esporas fúngicas en el aire con la humedad relativa, la temperatura de punto de rocío y la dirección del viento.

Las esporas aparecen en el aire después de un día de lluvia y, sin embargo, están ausentes en un día seco. Por el lado contrario, la lluvia ejerce un efecto limpiador de la atmósfera, por lo que en pocos minutos las concentraciones de algunas esporas pueden disminuir hasta reducirse prácticamente. Para otros tipos, como las ascósporas, la lluvia supone un factor desencadenante para la dispersión (Li & Kendrick, 1995). Muchos tipos fúngicos, como las royas o *Colletotrichum* se dispersan mediante el mecanismo de goteo en las hojas después de una lluvia (Geagea et al., 2000; Rajasab & Chawda, 1994). Quintero et al. (2010) detectaron diferencias significativas en la concentración de esporas fúngicas después de episodios de lluvia.

En Extremadura se han realizado los siguientes trabajos relacionados con la Aeromicrología: Gonzalo et al. (1996), Muñoz et al. (1996), Martínez et al. (1996), Paredes (1997) y Tormo et al. (2002), entre otros. Además, los trabajos de Doctorado, de Grado y de fin de Máster, de Hernández (2005), Fernández-Rodríguez (2010) y Maya (2011), respectivamente.

Los trabajos de Gonzalo et al. (1996), Paredes (1997), Tormo et al. (2002), Hernández (2005) y Fernández-Rodríguez (2010) son estudios del contenido de esporas fúngicas de la atmósfera. Los estudios de Gonzalo et al. (1996), Paredes (1997), Hernández (2005), Maya (2005) fueron realizados en el aire exterior, mientras que los trabajos de Tormo et al. (2002) y Fernández-Rodríguez, (2010) comprendían tanto el aire exterior como el interior.

Martínez et al. (1996) centraron el estudio en tres tipos de ascosporas (*Venturia*, *Pleospora* y *Leptosphaeria*), Gonzalo et al. (1997) en basidiósporas, Paredes et al. (1997, 1998a y 1998b) en *Alternaria*, *Plasmopara* y *Ustilago*, respectivamente, mientras que Hernández et al. (1999) en *Plasmopara*, *Uncinula*, *Botrytis* y *Eutypa*.

Tabla 1: Estudios previos de granos de polen (I).

Referencia	Lugar	Captador	Distancia (km)	Altura (m)
Bagni et al. (1976)	Bolonia (Italia), Bruselas (Bélgica), Londres (Inglaterra), Munich (Alemania), Estrasburgo (Francia)	5 BSTf	1155	20-54
Brown et al. (1978)	Derby, Ashby, Birmingham, Nottinghamshire (Inglaterra)	8 BSTf	60	1, 5, 10
Leuschner et al. (1981)	Basilea, Davos (Suiza)	2 BSTf	189	
Strandhede & Wihl (1981)	Copenhague, Malmoe (Dinamarca)	2 BSTf	31	15, 25
Lejoly-Gabriel & Leuschner (1983)	Lovaina (Bélgica), Basilea (Suiza)	2 BSTf	410	14, 15
Kramer & Eversmeyer (1984)	Manhattan (EEUU)	2 BSTf	10	1.5
Caramiello et al. (1985)	Torino, Perugia (Italia)	2 BSTf	438	20
Eversmeyer & Kramer (1987)	Kansas (EEUU)	15 Rot	0.001	1,2,3
Meiffren (1988)	Toulouse, Burdeos, Montpellier (Francia)	3 BSTf	191-380	
Kupias et al. (1989)	Turku, Kuopio, Oulu (Finlandia), Tartu (Estonia)	4 BSTf	340-741	
Palmas & Cosentino (1990)	Cagliari, Sanluri (Italia)	2 BSTf	43	12, 20
Rantio-Lehtimäki et al. (1991b)	Turku (Finlandia)	BSTf	0,2	1.5, 15
Rizzi et al. (1992)	Trieste, Lozzo di Cadore (Italia)	2 BSTf	141	12, 20
Pedersen & Moseholm (1993)	Copenhague (Dinamarca)	2 BSTf	0.003	15
El-Ghazaly et al. (1993)	Huddinge, Estocolmo (Suecia)	2 BSTf	15	
Hart et al. (1994)	Leicester (España)	3 BSTf	0.001, 0.8	12, 24, 30
Galán et al. (1995a)	Córdoba (España)	2 BSTf	0,001	1.5, 15
Jäger et al. (1996)	Estocolmo (Suecia), Trondheim (Noruega), Turku (Finlandia), Viena (Austria)	4 BSTf	262-1722	4, 15, 20, 20
Fornaciari et al. (1996)	Perugia (Italia)	3 LST	5	10, 20, 30
Ekebom et al. (1997)	Tartu (Estonia), Gotland, Estocolmo (Suecia)	3 BSTf	490-507	7, 15
Frenz et al. (1997)	St. Paul, Minnesota (EEUU)	2 Rot	5,6	

Tabla 2: Estudios previos de granos de polen (II).

Referencia	Lugar	Captador	Distancia (km)	Altura (m)
Gottardini & Cristofolini (1997)	Trento, S. Michele all'Adige (Italia)	2 BSTf	20	10, 15
Leuschner (1999)	Basilea(Suiza)	2 BSTf	0.001	1,2, 30
Fiorina et al. (1999)	Alassio (Italia)	Par	0.001	1.5, 5, 15
Alcazar & Comtois (2000)	Montreal (Canadá)	2 BSTp	0.001	0.5,5, 10, 15
Koch et al. (2000)	Erfurt, Hamburgo (Alemania)	2 BSTf	293	
Arobba et al. (2000)	Génova (Italia)	2 LST	10	15, 20
Trigo et al. (2000)	Málaga, Estepona (España)	2 BSTf	72	15
Chakraborty et al. (2001)	Bengala (India)	6 Rot	0.001	1, 2, 3, 4, 5, 6
Corden et al. (2002)	Derby (Inglaterra), Poznan (Polonia)	2 BSTf	1237	10
Irdi et al. (2002)	Pittsburgh (EEUU)	2 BSTf	0.001	10
Thibaudon et al. (2002)	Amiens (Francia)	2 BSTf	0.001	0.5, 15
Giorato et al. (2003)	Padova (Italia)	2 LST	0.002	20
Diaz et al. (2003)	Córdoba, Jaén, Málaga, Granada (España)	4 BSTf	133	15-25
Bergamini et al. (2004)	Módena(Italia)	BSTp, BSTf	0.001	0.5, 15
Piotrowska (2004)	Lublin (Polonia), Skien (Noruega)	2 BSTf	1204	3,5
Sánchez-Mesa et al. (2005)	Córdoba (España), Évora (Portugal)	2 BSTf	284	15-20
Jato et al. (2006)	Ourense, Córdoba (España), Bolonia (Italia)	3 LST	1568	15
Caeiro et al. (2007)	Oporto, Coimbra, Lisboa, Évora, Portimão (Portugal)	5 BSTf	447	4, 10, 17, 20, 25
Khattab & Levetin (2008)	Tulsa (EEUU)	2 BSTf	0.001	1.5, 12
Alcázar et al. (2009)	Córdoba (España), Poznan (Polonia)	2 BSTf	2334	
Velasco-Jiménez et al. (2012)	Córdoba (España)	2 BSTf	9	15, 22

Tabla 3: Estudios previos de esporas y colonias fúngicas.

Referencia	Lugar	Tiempo (min)	Captador	Medio Cultivo	Altura(cm)	Flujo (L/min)
Burgue et al. (1977)	Michigan (EEUU)		And, BSTp	MM, SAD, V8, MEA, PDAR		
Abdel-Hafez & El-Said (1989)	Wadi Qena (Egipto)	30	Placa abierta	Agar Czapek	25	
Larsen & Gravesen (1991)	Copenhague (Dinamarca)		BIAP Slit-	V8		30
Hasnain et al. (1995)	Riyadh, Jeddah, Al-Khobar (Arabia Saudi)	10	BSTp	SDA/ Agar Czapek	20	10
Metha et al. (1996)	Houston (EEUU)		BSTp, And	DG-18		10, 28, 3
Al-Suwaine et al. (1999 a)	Riyadh (Arabia Saudi)	2	2 BSTp	SDA/ Agar Czapek		
Al-Suwaine et al. (1999 b)	Riyadh (Arabia Saudi)	10	2 BSTp	SDA/ Agar Czapek	20	10
Comtois & Marcoux (1999)	Montreal (Canadá)	3, 4	BSTp	SDA/MEA	Variable	15
Chakraborty et al. (2000)	Burdwan (India)	30	Rot	MEA, PDA	100	
Al-Subai, A.A.T. (2002)	Doha (Qatar)	10	Placa abierta	Agar Czapek		
Aira et al. (2002)	Havana (Cuba)	5	BSTp, And	SDA	N.C.	10, 24
Aira et al. (2003)	Valparaiso (Chile)	2	BSTp	MEA	100	10
Adhikari et al. (2004)	Domjur (India)	5	5 BSTp, And	P.O. y agar Rosa Bengal	90-120	10, 28.3
Hasnain et al. (2004)	Riyadh, Jeddah, Al-Khobar (Arabia Saudi)	10	2 BSTp	SDA/Agar Czapek	20	10
Green et al. (2006)	Nuevo Gales del sur, Australia	Continuo	BSTf	P.O.		10
Pyrri & Gotsi (2007)	Atenas (Grecia)		2 BSTp	PDA	100	10, 20
Buczynska et al. (2008)	Łódź (Polonia)	1-3	BSTp	MEA		20.
Stępańska & Wolek (2009)	Cracovia (Polonia)	Continuo	BSTf	Portaobjetos		10
Sharma et al. (2010)	Assam (India)	10	BSTp	Agar Rosa Bengal	100	10
Pyrri & Gotsi (2012)	Atenas (Grecia)		BSTp	PDA		20
Fernández-Rodríguez et al. (2011 a)	Badajoz (España)	10	2 BSTp	SAD	150	10

1.4. JUSTIFICACIÓN

Los estudios aerobiológicos que implican el conocimiento de la variación de la concentración de partículas de origen biológico dispersadas de forma pasiva, principalmente granos de polen de plantas y esporas de hongos, constituyen una herramienta muy útil en el análisis y diagnóstico de las afecciones alérgicas que originan. Existe una relación directa entre la presencia de dichas partículas y los fenómenos alérgicos más frecuentes (polinosis o fiebre del heno, asma, alergias a hongos, etc.). Se constata una variación espacial y temporal en la concentración de dichas partículas condicionada por la distribución de las fuentes (plantas y hongos), la estacionalidad y la meteorología. El conocimiento de dicha variación permite pronosticar con mayor precisión los problemas que pueden originar dichas partículas (Madani et al., 2010).

El aire exterior ha sido analizado para conocer la presencia, fundamentalmente, de granos de polen. Es conveniente destacar que el aire que respiramos contiene además, esporas de hongos y otros tipos de esporas (hifas y esporangios), y en este caso, su espectro e importancia varía de forma considerable, ya que son los responsables de muchas de las afecciones detectadas en el campo de la alergia. Para el muestreo no viable se utilizan captadores volumétricos que permiten conocer durante todo el año de forma horaria la concentración de polen y esporas. Además, en el caso del muestreo viable se realiza de forma puntual con captadores portátiles, que pueden recoger dichas partículas sobre una placa de Petri con un medio de cultivo adecuado, esta metodología permite una mayor precisión en la identificación. Dado que estos muestreos son puntuales, es necesario tener la referencia de un muestreo continuado (Hardin, 2003).

El grupo de investigación en Aerobiología de la Universidad de Extremadura (www.aerouex.es) lleva realizando estudios aerobiológicos de forma continuada desde el año 1993. Desde entonces, se han realizado estudios de polen y esporas fúngicas que han redundado en trabajos de investigación, comunicaciones en congresos y tesis doctorales. Existe un gran interés en analizar como afecta la variación en altura y en distancia en el muestreo aerobiológico. Así mismo, se pretende estudiar las fuentes y las posibles causas con la intención de ayudar en el diagnóstico y el tratamiento de la alergia.

1.5. OBJETIVOS

De forma general, se pretende analizar y comparar los resultados del muestreo aerobiológico y los parámetros ambientales para establecer posibles relaciones entre su concentración y el ambiente.

El principal propósito de la parte correspondiente al estudio de los granos de polen es conocer la importancia relativa de los diferentes parámetros meteorológicos y determinar la influencia de la altura, la distancia y la vegetación circundante en la concentración polínica que puede ser útil en la elaboración de modelos predictivos para una determinada región. Por otra parte, la principal finalidad de la parte correspondiente al estudio de las esporas de hongos es conocer la importancia relativa de las metodologías y de los métodos de muestreo en la presencia y en la concentración fúngica, así como estudiar la relación con los parámetros meteorológicos. Igualmente, se pretende conocer como responden de forma conjunta ambos tipos de partículas aerobiológicas, granos de polen y esporas de hongos, a los parámetros ambientales analizados.

Los objetivos concretos de la presente memoria son los siguientes:

- 1) Conocer y analizar la variación, espacial y temporal, de la concentración de granos de polen en altura y en distancia.
- 2) Relacionar las variaciones de la concentración de granos de polen con las variables meteorológicas.
- 3) Analizar el origen de las fuentes de polen para una estación de muestreo.
- 4) Analizar los resultados simultáneos de la metodología viable y no viable de hongos.
- 5) Analizar los resultados simultáneos en la metodología viable en dos métodos de muestreo.
- 6) Relacionar las variaciones de la concentración de las esporas de hongos con las variables meteorológicas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El área al que está circunscrito el estudio es el campus de la Universidad de Extremadura en Badajoz (38° 89' N de latitud y 6° 97' O de longitud) en la Avenida de Elvas s/n, y la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura (38° 88' N, de latitud y 7° 01' O de longitud) en la carretera de Cáceres, s/n (figura 7).

Según la clasificación macrobioclimática de la Tierra de Rivas-Martínez, Extremadura está representada en el macrobioclima Mediterráneo (Rivas-Martínez et al., 2002), definido en el intervalo latitudinal 23°-52°, situado en el suroeste de España. Con una superficie total de 41602 km² y una población de 1109367 habitantes (INE, 2012).

La ciudad de Badajoz, situada al oeste de Extremadura, tiene una superficie total de 1470 km². Registra una población de 151565 habitantes (INE, 2012).



Figura 7. Localización del Campus de Ciencias (FC) y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) de la UEx (Fuente: Google Maps, 2012).

2.1.2. SITUACIÓN GEBOTÁNICA

El área de estudio pertenece al Reino Holártico, Región Mediterránea, Subregión Mediterránea Occidental, Superprovincia Mediterráneo-Íbero Atlántica, Provincia Mediterránea Ibérica Occidental, Subprovincia Luso-Extremadurensis, Sector Mariánico-Monchiquense, Subsector Araceno-Pacense (Rivas-Martínez et al., 2002). En Extremadura afloran rocas muy antiguas, de origen Precámbrico, pero son especialmente abundantes las del Paleozoico con un claro predominio de las silíceas (sobre todo cuarcitas), aunque no faltan zonas calcáreas, fundamentalmente calizas y margas.

Los encinares, alcornoques, quejigares y robledos están ampliamente extendidos en toda la provincia sobre sustratos silíceos. También aparecen entre otras formaciones como jarales, brezales, escobonales, retamares, zarzales y tamujares (Charco et al., 2008).

En el cauce medio del río Guadiana, que surca la penillanura extremeña a su paso por Badajoz, la vegetación riparia se desarrolla en forma de bosques en galería extendidos básicamente sobre sustratos arcillosos en el que los elementos característicos son el aliso, el fresno y las mimbreras, a los que hay que añadir olmos, chopos y almeces, así como atarfes y adelfas. Estos bosques aparecen, en general, fuertemente perturbados al favorecer los cultivos de regadío y la utilización de estos enclaves para la plantación de eucaliptos que, en la actualidad, poseen una importancia fisionómica en los márgenes del río Guadiana. Como especies herbáceas destacan las ciperáceas, juncáceas y gramíneas (Devesa & Ruiz, 1995).

En el casco urbano de Badajoz, la vegetación mayoritaria corresponde a flora ornamental. En el trabajo de Fernández & Devesa (1995) se citan los parques de mayores dimensiones; parque de Castelar, parque de la Legión, monumento al héroe caído, parque infantil, parque de la Alcazaba, parque de la memoria nueva de Menacho, parque de la nueva plaza de toros, parque de C.A.B.S.A., plaza de San Francisco, plaza Cervantes o de San Andrés y plaza de Minayo.

2.1.3. USO DEL SUELO

La ciudad se encuentra en una zona agrícola. La descripción de la vegetación, al estar situada en la vega del Guadiana, se lleva a cabo siguiendo la distribución que propone el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, las cuales están diferenciadas en función del uso (tabla 4). Los usos mayoritarios del suelo son las labores de secano (30.13%), las asociadas a frondosas (19.59%) y el regadío (16.40%).

Tabla 4: Uso del suelo de la ciudad de Badajoz del periodo 2000-2010. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAAMA, 2012).

Uso	Superficie (ha)
Agua (masas de agua y balsas)	1645.20
Arroz	741.06
Chopo y Álamo	62.26
Coníferas	29.69
Coníferas asociadas con Eucalipto	11.51
Coníferas asociadas con otras frondosas	82.69
Cultivos herbáceos en regadío	24274.92
Eucalipto	1895.34
Frutales en regadío	1843.51
Frutales en secano	271.22
Huerta o cultivos forzados	35.23
Improductivo	5834.28
Labor asociada con coníferas y frondosas	46.46
Labor asociada con frondosas	28869.89
Labor en secano	44387.52
Matorral	935.15
Matorral asociado con coníferas	61.29
Matorral asociado con frondosas	502.85
Olivar asociado con frondosas	6.80
Olivar en regadío	630.86
Olivar en secano	5780.65
Otras frondosas	4782.98
Pastizal	3404.50
Pastizal asociado con frondosas	11680.74
Pastizal-Matorral	591.48
Pastizal-Matorral asociado con frondosas	157.17
Viñedo asociado con frutales en secano	3.71
Viñedo asociado con olivar en secano	510.29
Viñedo en regadío	2191.07
Superficie total	147304.52

2.1.4. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA

Font (1983) incluye a Badajoz dentro de la región continental, concretamente en el área sur, con inviernos suaves como muestran los valores medios de las temperaturas mínimas diarias. No obstante, se presentan ocasionalmente heladas y rocío. En verano el contraste térmico es mayor, siendo julio el mes más caluroso. Por otra parte, las precipitaciones presentan una distribución irregular. De modo, que los inviernos suaves y lluviosos junto con los veranos secos y muy calurosos hacen que el área climática se asemeje mucho a la región mediterránea.

Según los datos proporcionados por la Agencia estatal de meteorología (Aemet) (<http://www.aemet.es>) de la estación meteorológica situada en el Aeropuerto de Badajoz (38° 53' N, 6° 49' O), durante el periodo 1971-2000, la precipitación media anual fue 463 mm y la temperatura media anual 16.6°C.

La información meteorológica utilizada fue suministrada a partir de los datos de la estación meteorológica fija AT Delta-T DL2 situada en el jardín experimental de Botánica del campus universitario de la Facultad de Ciencias (38° 53'N, 7° 00'O) a 3 m del captador aerobiológico y a 16 m del captador de la terraza del edificio de Biológicas de la Facultad de Ciencias y a 2.9 km del captador de la Escuela de Ingenierías Agrarias. Los parámetros meteorológicos que se han tenido en cuenta son la dirección del viento (Dv), horas de sol por día (Hs), humedad relativa (Hr), precipitación (Pp), radiación difusa (Rd), radiación fotosintética activa (Rfa), radiación solar (Rs), temperatura máxima del aire (Tmax), temperatura media del aire (Tmed), temperatura mínima del aire (Tmin), temperatura del suelo (Ts) y velocidad del viento (Vv) (tabla 5).

Tabla 5: Unidades de medida de los parámetros meteorológicos.

Parámetro meteorológico	Unidad de medida
Dirección del viento	Grado sexagimal
Horas de sol	Hs/día
Humedad relativa	%
Precipitación	mm
Radiación difusa	W/m ²
Radiación fotosintética activa	μMOL/m ² /s
Radiación solar	W/m ²
Temperatura máxima del aire	°C
Temperatura media del aire	°C
Temperatura mínima del aire	°C
Temperatura suelo	°C
Velocidad del viento	m/s

Con respecto a la estación meteorológica fija se han realizado comparaciones de los parámetros meteorológicos (dirección del viento, humedad relativa, precipitación, temperatura media y velocidad del viento) con una estación meteorológica portátil AT Delta-T W GP1 situada junto a los captadores del jardín y de la terraza de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias. La primera comparación se realizó desde el 23 hasta el 30 de marzo de 2012. En segundo lugar, desde el 26 de noviembre hasta el 15 de diciembre de 2011 y, finalmente, desde el 2 hasta el 7 de febrero y desde el 11 hasta el 16 de febrero de 2012.

2.2. RECOGIDA Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

2.2.1. MÉTODOS DE CAPTACIÓN

La captura de partículas en la atmósfera se puede hacer por dos métodos: no volumétricos y volumétricos. Los métodos no volumétricos capturan las partículas por la acción de la fuerza de la gravedad registrando las partículas sobre superficies adhesivas o medios de cultivo. Esta metodología la siguen, entre otros, los métodos Durham y Cour. Los métodos volumétricos, en cambio, implican la succión de aire de forma activa y el consiguiente control del flujo de aire, con lo que es posible conocer el volumen de aire muestreado. Esta metodología la siguen los captadores Andersen o los de tipo Hirst, siendo el tipo de muestreo elegido para la realización de este estudio, tanto en el registro aerobiológico viable y como en el no viable.

En el caso del estudio no viable se han empleado simultáneamente tres captadores volumétricos tipo Hirst (Hirst, 1951) marca comercial Burkard (Burkard seven Day Volumetric Spore-trape ®), dos de ellos situados en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura, uno en el jardín experimental de Botánica (FCj) a nivel del suelo, y el otro a 16 m en la terraza del Área de Botánica (FCt). El tercer captador se encuentra a 2.9 km, en la terraza del edificio Tierra de Barros de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA), a una altura de 6 metros, siendo este lugar el más elevado de los que están alrededor. Todos los captadores tienen el orificio de entrada de partículas aerobiológicas a 1.5 m del suelo y una velocidad de flujo de aspiración de 10 L/min.

Para el estudio viable se han utilizado tres metodologías de muestreo diferentes, dentro del tipo Hirst; dos captadores Burkard portátiles, uno con un tamiz de 100 orificios y otro con una estructura cónica que tiene un orificio de entrada de 27 mm de diámetro. Un tercer captador, marca comercial Sampl'air AES Chemunex, con un tamiz de 258 agujeros. Los captadores portátiles Burkard tienen una tasa de flujo de aspiración de 20 L/min y el Sampl'air de 100 L/min. El tiempo de muestreo para los primeros captadores fue de 10 minutos y el del último de 1 minuto. Como medio de cultivo se ha empleado el Agar Saboraud Dextrosa (SDA) con cloranfenicol como bactericida durante el primer año de muestreo y Agar Extracto de Malta (MEA) en el segundo. Las placas de Petri han sido proporcionadas por el laboratorio Bio Cult.

2.2.2. PERIODO DE ESTUDIO

El periodo de estudio para los granos de polen (P) ha estado comprendido durante la primavera e invierno; desde el 21 de marzo hasta el 30 de junio de 2009, desde el 1 de enero hasta el 30 de junio de 2010, desde el 1 de enero hasta el 30 de junio de 2011 y desde el 1 de

enero hasta el 20 de marzo de 2012. El horario del muestreo se ha realizado de forma continua cambiando el tambor del captador diariamente a las 10:00 horas del horario oficial (8:00 horas solares en primavera-verano y 9:00 horas solares en otoño-invierno). El muestreo se ha realizado de forma continua durante 181 días cada año, obteniéndose en los tres lugares, cada año, 543 muestras. El autor de la memoria de esta Tesis Doctoral ha contabilizado el contenido polínico de los dos captadores de la Facultad de Ciencias y la Dra. Inmaculada Silva Palacios los granos de polen del captador de la Escuela de Ingenierías Agrarias.

El periodo de estudio de las esporas (E) y las colonias (C) ha estado comprendido desde el 25 de marzo de 2009 hasta el 1 de julio 2011. Se ha realizado con una periodicidad de muestreo semanal, obteniéndose 118 días muestreados.

Este estudio ha incluido el análisis de las muestras tomadas por el captador Burkard fijo (metodología no viable) y la captura de muestras con metodología viable, realizado con captadores Burkard portátiles con estructura cónica y con tamiz, y con el captador Sampl'air AES Chemunex con tamiz, ubicados en la terraza de la Facultad de Ciencias. Para el estudio de la metodología viable. El muestreo se ha realizado una vez a la semana sobre las 13:00 horas del horario oficial (11:00 horas solares en primavera-verano y 12:00 horas solares en otoño-invierno). El total de muestras obtenidas para el estudio de las esporas de hongos en metodología viable ha sido de 236 y en el estudio no viable de 118 (tabla 6).

Tabla 6: Cronología de los diferentes muestreos para cada parámetro estudiado en los lugares estudiados.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2009				P (BSTf; FCj-FCt-EIAt)								
			E (BSTf;FCt)									
			C (BSTpc BSTpt, FCt)									
2010	P (BSTf; FCt-EIAt)			P (BSTf; FCj-FCt-EIAt)								
	E (BSTf;FCt)											
	C (BSTpc BSTpt, FCt)			C (AEST, BSTpt, FCt)								
2011	P (BSTf; FCt-EIAt)			P (BSTf; FCj-FCt-EIAt)								
	E (BSTf;FCt)											
	C (AEST, BSTpt, FCt)											
2012	P (BSTf; FCt-EIAt)											

2.2.3. TOMA DE MUESTRAS

El primer paso consiste en la preparación del tambor que se alojará en el interior del captador aerobiológico. El tambor es un soporte cilíndrico sobre el que se le coloca, con ayuda

de un adhesivo de doble cara, una cinta plástica de Melinex a lo largo de su recorrido. La cinta se impregna con una sustancia adhesiva, petrolatum white (CAS 8009-03-8), recomendada por conservar sus propiedades físicas durante los cambios estacionales. El adhesivo se calienta para aumentar su fluidez permitiendo impregnar con un pincel de forma homogénea la cinta en el tambor. Transcurrido el tiempo necesario para el enfriamiento del tambor, se procede a la colocación en el captador aerobiológico. Tras fijar el contenedor del captador, se procede a la apertura por la parte superior y a través de una plataforma se coloca el tambor virgen sobre un eje que es fijado con una tuerca. Con una llave especial se activa un mecanismo de relojería que permite el desplazamiento de la circunferencia externa del tambor a una velocidad de 2 mm/hora. Se introduce la plataforma con el tambor y se cierra la parte superior del captador. Se tiene la precaución de dejar limpio el orificio de entrada de partículas aerobiológicas del captador y se realiza con una aguja enmangada una señal que indica el comienzo del muestreo. Por último, se libera el contenedor del captador y el captador comienza el muestreo de partículas aerobiológicas hasta el día que finaliza, procediendo a realizar una nueva marca sobre la cinta de Melinex. A partir de este momento se procede al cambio de tambor y se repite el protocolo de actuación. El flujo de aire se ha comprobado de forma periódica con un caudalímetro.

Para el estudio viable, al igual que en el caso anterior, el primer paso es preparar la toma de muestras. Para ello, se introduce la placa de Petri, que debe tener indicado las variables tiempo y el lugar de muestreo, en el interior del captador portátil. Tras este paso, y transcurrido el tiempo de muestreo establecido, se realiza el muestreo de hongos.

2.2.4. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

2.2.4.1. PARA EL ESTUDIO DE LOS GRANOS DE POLEN Y LAS ESPORAS DE HONGOS

Tras el muestreo en el lugar de estudio se procede a la preparación de las muestras para su posterior identificación. En el caso de los granos de polen se ha seguido la metodología de muestreo común a los estudios aerobiológicos (REA; Galán et al. 2007). Se coloca la cinta de Melinex sobre una regla de metacrilato que contiene una división máxima para 7 días muestreados. El comienzo del muestreo queda registrado en la cinta marcado por la señal de la aguja enmangada, que debe coincidir con la primera división del primer día de la regla. Con un bisturí se delimita y se corta la muestra diaria de la cinta de Melinex. Sobre un portaobjetos de 76 x 26 mm se coloca la cinta de Melinex de dimensiones, 48 mm x 24 mm. Sobre ésta se coloca un cubreobjetos de 24 x 60 mm impregnado con glicerogelatina teñida con fuchsina,

para permitir la tinción de los granos y su posterior reconocimiento. Con ayuda de unas pinzas se prensan las preparaciones para homogenizar y facilitar la expulsión de la glicerogelatina excedente. Pasadas 24 horas, se limpian las preparaciones y se sella el borde del cubreobjetos con esmalte.

2.2.4.2. PARA EL ESTUDIO DE LAS COLONIAS FÚNGICAS

Transcurrido el tiempo de muestreo se introduce la placa de Petri, con la tapa de la apertura hacia abajo para evitar la condensación y facilitar el crecimiento de los hongos, en la estufa durante 5 días a 27° C, dentro del rango de temperatura de 25 y 30 °C, frecuentemente citado en bibliografía (Morris et al., 2000; Wu et al., 2000; Faure et al., 2002; Filioi et al., 2002; Li & Hou, 2003; Ligauskas & Krikstaponis, 2004; Panagopoulou et al., 2002; 2007; Sautour et al., 2009). Después se procede al análisis del contenido aerobiológico. Una placa de Petri no expuesta se ha utilizando como placa control de posibles contaminaciones.

2.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO

2.3.1. PARA EL ESTUDIO DE LOS GRANOS DE POLEN Y LAS ESPORAS DE HONGOS

Para las muestras tomadas en la Facultad de Ciencias se ha utilizado un microscopio óptico binocular Nikon ECLIPSE E 4000 empleando una lente ocular de 10 X, 10 aumentos, y una lente objetivo de 40 X y 100 X, resultando una magnificación total de 400 aumentos para los granos de polen y 1000 aumentos para las esporas de hongos. El diámetro del campo de visión a 400 aumentos es de 0.54 mm y de 0.22 mm a 1000 aumentos. Se han realizado dos barridos paralelos a lo ancho de la banda aerobiológica registrada con el objetivo de identificar y cuantificar el contenido aerobiológico en cada preparación. Se han elegido dos barridos siempre que el total de granos de polen fuera igual o superior a 400, y cuatro barridos cuando era inferior. Este número corresponde a un tamaño muestral superior al adecuado, aceptando un error del 0.05 en el caso de la proporción menos desfavorable $p=q=0.5$ (Tormo et al., 1996).

Para estimar la concentración del contenido polínico se multiplica el número de granos contados por el factor de conversión determinado por el número de barridos, en el caso de 2 transectos los cálculos son los siguientes. Si se tiene en cuenta que el flujo de aspiración del captador es de 10 L/min y el tiempo de muestreo de 24 horas al día, se muestrea un volumen de aire total de 14.4 m³/día. El área total de la muestra es de (48 mm x 14 mm) 672 mm² y el área total muestreada es de (48 mm x 0.54 mm x 2) 51.84 mm². Por lo tanto, el volumen de

aire muestreado analizado es de 1.1104 m³/día. De modo que si un grano de polen está incluido en 1.1104 m³/día, 1 m³/día contendrá 0.9 granos. De forma análoga, se obtiene para 3 barridos un factor de corrección de 0.6 y 0.45 para 4 barridos. Estos valores de factores de corrección permiten estimar la concentración aerobiológica a partir de los valores absolutos de granos de polen (granos/m³).

Para estimar la concentración del contenido fúngico se multiplica el número de esporas contadas por el factor de conversión (2.2), ya que la magnificación fue de 1000 aumentos y el campo de visión de 0.22 mm de diámetro, en 2 barridos. De este modo, se puede estimar la concentración aerobiológica a partir de los valores absolutos de esporas fúngicas (esporas/m³). Este último parámetro incluye también otras esporas como hifas y esporas del tipo *Peronospora*.

2.3.2. PARA EL ESTUDIO DE LAS COLONIAS FÚNGICAS

Sobre un portaobjetos se añade una gota de lactofenol y, a continuación, se extrae una porción de muestra de la colonia desarrollada sobre el medio de cultivo, colocándola sobre dicha gota. Además, se añade un cubreobjetos obteniéndose la preparación. En primer lugar, se debe tener en cuenta el factor de corrección en función del número y del diámetro de los agujeros del tamiz. El captador Burkard portátil con estructura cónica sólo dispone de un orificio de entrada, no necesitando la aplicación de un factor, mientras que los otros dos; el Burkard portátil con tamiz y el AES Sampler con tamiz, disponen de 100 y 258 agujeros, respectivamente. Según la fórmula utilizada en bibliografía consultada (Andersen, 1958; Peto & Powell, 1970), se pueden establecer los factores de corrección y los valores corregidos (tabla 7).

Tabla 7: Factores de corrección en los tamices del captador Burkard y del AES (sólo se proporcionan algunos valores a modo orientativo).

Burkard portátil con tamiz			AES con tamiz		
Número de agujeros	Factor de corrección	Valor corregido	Número de agujeros	Factor de corrección	Valor corregido
1	0.0	1.0	1	0.0	1.0
10	0.1	10.6	25	0.1	26.3
20	0.2	22.4	50	0.2	55.7
30	0.4	35.9	75	0.3	88.8
40	0.5	51.4	100	0.5	128.5
50	0.7	69.8	125	0.7	173.1
60	0.9	92.4	150	0.9	227.0
70	1.2	121.6	175	1.1	295.3
80	1.6	163.0	200	1.5	388.4
90	2.3	234.8	225	2.1	535.6
100	15.2	1517.7	258	16.1	4162.7

Con el objetivo de estimar la concentración del contenido aerobiológico en unidades formadoras de colonias en un metro cúbico (1000 L) de aire muestreado (CFU/m³), en el caso de los captadores Burkard, tanto el de estructura cónica como el del tamiz, se multiplica el número de unidades formadoras de colonias resultante de aplicarle el factor de corrección por el factor de conversión (5), ya que el flujo de aspiración de estos captadores es de 20 L/min y el tiempo muestreado de 10 minutos, registrando 200 L de volumen de aire. En el caso del captador AES Sampler, se multiplica por 10, ya que el flujo de aspiración es de 100 L/min y 1 minuto de tiempo de muestreo, registrando 100 L de volumen de aire. De modo que estos factores de conversión permiten estimar la concentración aerobiológica a partir de los valores absolutos de colonias fúngicas (CFU/m³).

2.4. ANÁLISIS CUALITATIVO

2.4.1. PARA EL ESTUDIO DE LOS GRANOS DE POLEN

Los granos observados han sido asignados a tipos polínicos teniendo en cuenta las siguientes características:

- **Dispersión.** Se describe si se dispersa en mónadas, en tétradas o políadas, ya que en másulas o polinias no se han registrado.

- **Forma.** Hay que tener en cuenta que puede cambiar según la visión del grano, por tratarse éstos de cuerpos tridimensionales. Se pueden diferenciar dos formas atendiendo al punto de visión, polar y ecuatorial. En la primera, el rayo luminoso del microscopio es paralelo al eje polar y en la segunda es perpendicular. Para la descripción de la forma en estas dos visiones se ha seguido la terminología de Reitsman (1970).

- **Tamaño.** Se define por las longitudes de sus ejes polar (P) y ecuatorial (E). Si los granos son de simetría radial, los distintos ejes ecuatoriales son iguales y se miden como la anchura del grano de polen en la parte central del eje polar. Si los granos son de simetría bilateral se debe medir la longitud de los dos ejes ecuatoriales, E1 y E2.

- **Simetría.** En los granos estudiados dependiendo de si la visión polar presenta dos o más planos de simetría se distinguen dos tipos, bilateral y radial, respectivamente (Domínguez et al., 1984).

- **Sistema apertural.** Una apertura se define, según Moore & Webb (1978), como la parte de la exina que cumple al menos dos funciones; zona a través de la que pasa el tubo polínico y ser una reguladora de sus cambios de humedad (función harmomégata). La apertura puede afectar a la capa más externa de la exina, la ectexina (exoapertura) o a la más interna, la endexina (endoapertura). Existen dos tipos básicos de aperturas, colpos y poros, que se

diferencian por su forma. Los primeros son más largos que anchos (fusiformes) y con los extremos afilados, los poros son isodiamétricos o débilmente alargados con extremos redondeados.

Los granos se denominan en función del número de aperturas que presentan, de su disposición sobre la superficie y del tipo de aperturas. Los que no presentan aperturas se denominan inaperturados. En el resto, el número de aperturas se indica utilizando los prefijos mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, hexa- o poli. La localización de las aperturas se indica añadiendo al prefijo las partículas –zono- si se encuentran en el ecuador, -ana- si aparecen en el polo distal, -cata- si aparecen en el proximal, o –anacata- si aparece en los dos polos. Si las aperturas se presentan en toda la superficie de la partícula –panto-, la cual sustituye al prefijo poli-, en el caso de ser un número elevado de aperturas.

Dependiendo de que los granos posean poros o colpos, se denominan porados o colpados. Es frecuente la complicación del sistema apertural, apareciendo los dos tipos de aperturas conjuntamente denominándose a los granos colporados. En el caso de que la endoapertura esté constituida por un colpo, su disposición con respecto al eje polar se describe en términos de lalongado (perpendicular al eje polar) y lologando (paralelo al eje polar).

La identificación de los tipos polínicos aparecidos en las muestras se efectuó por comparación con los granos contenidos en la palinoteca de la Universidad de Extremadura de referencia y con estas monografías (Wodehouse, 1959; Nilsson et al., 1977; Basset et al., 1978; Valdés et al., 1987; Munuera et al., 2001; Smith, 2000; Trigo et al., 2008).

El estudio se ha centrado en los 20 tipos polínicos más abundantes, de los cuales los cinco primeros han recibido un tratamiento más detallado. Además, se han analizado de forma menos profunda los tipos minoritarios. Los recuentos para los restantes tipos polínicos identificados se han sumado para el tratamiento estadístico del total de polen, como se ha realizado en trabajos previos (Silva et al., 1999; Tavira et al., 2004; Moreno et al., 2006). Para realizar el estudio de las variaciones horarias, en altura y en distancia, con mayor precisión se han seleccionado los 5 días con mayores concentraciones de los tipos *Quercus*, *Olea*, *Poaceae*, *Plantago* y *Cupressaceae*.

2.4.2. PARA EL ESTUDIO DE LOS HONGOS

Las esporas observadas han sido agrupados en tipos, los cuáles se describen teniendo en cuenta características tales como:

- Agregación. Se describe si se dispersa de forma individual y/o en grupos.

- Color. Desde hialinas hasta intensamente pigmentadas.
- Forma. Se toma como referencia la terminología indicada e ilustrada en la obra de Stearn (1992) y Ellis (1993).
- Tamaño. Se emplea una regleta graduada en uno de los oculares del microscopio, realizándose la medida de longitud, anchura y/o diámetro de los granos de polen y esporas fúngicas a 400 y 1000 aumentos respectivamente.
- Grosor de la pared. Para ello se han descrito los términos de delgada o gruesa, cuando la pared era difícilmente medible y sólo en pocos casos se ha hecho la medida de su grosor.
- Ornamentación de la pared. Se tiene en cuenta la terminología empleada por Punt et al. (1994).
- Número y tipos de septos. Considerados si éstos se trataban de septos o pseudoseptos, según la terminología clásica de Saccardo; amerósporas, didimósporas, fragmósporas, dictiósporas, etc. (Kirk et al., 2008).
- Número de células. Señala hasta un máximo de 10 células, considerando pluricelulares aquellas esporas con un número superior.

Para la identificación de las esporas fúngicas se han consultado las descripciones e ilustraciones presentes en las siguientes referencias (Gregory, 1973; Basset et al., 1978, Smith, 1984, 1986; Nilsson 1983; Ellis, 1993; Smith et al., 1992) y para la identificación de las colonias fúngicas se han seguido los criterios taxonómicos de las siguientes obras (Hoog et al, 2000; Piontelli, 2008, Pitt & Hocking, 2009; Samson et al., 2010). Dada la dificultad que ofrece la identificación de las colonias se ha incluido una breve descripción morfológica de las mismas.

Para algunos tipos se ha elegido la especie más representativa, aunque no se haya llegado al nivel específico con seguridad, como ocurre en los casos de *Absidia*, *Botrytis*, *Chrysonilia*, *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Spegazzinia*, *Stachybotrys*, *Syncephalastrum*, *Torula*, *Trichoderma*, *Wallemia* y *Xylaria*. Las colonias fúngicas que resultaron difíciles de identificar en el primer análisis cualitativo fueron aisladas y sembradas en otras placas de Petri para su posterior identificación. En caso de no aparecer estructuras reproductoras que permitieron su identificación fueron asignadas al grupo *Mycelia Sterilia*.

2.4.2.1. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El tratamiento de la información obtenida ha seguido un planteamiento estadístico definido por la población (Pb) del estudio, el contenido polínico del aire. El parámetro granos de polen, se ha analizado en tres poblaciones; Pb₁ es el polen en el jardín experimental de Botánica, Pb₂ es el polen en la terraza de Botánica y Pb₃, el polen en la Escuela de Ingenierías Agrarias. La variable ha sido la concentración de granos de polen por metro cúbico, variable cuantitativa continua. La escala de recogida de información ha sido la escala numérica.

El parámetro de hongos ha sido estudiado como esporas (Pb₄) y colonias fúngicas en la terraza de Botánica (Pb₅). Las variables han sido la concentración de esporas fúngicas y las unidades formadoras de colonias por metro cúbico, variables cuantitativas continuas. La escala de recogida de información ha sido la escala numérica.

Los datos obtenidos han sido tratados mediante análisis de estadística inferencial. Se ha desarrollado el experimento mediante un diseño de bloques correspondiente a los días y en los cuales los tratamientos son los lugares donde se han ubicado los captadores. En primer lugar, se ha estudiado la normalidad de los datos con el test Shapiro-Wilk, para ello se establece un contraste de hipótesis, en el que h₀ establece la normalidad de los datos y h₁ la no normalidad de los datos. Si se ajustan los datos a una distribución normal, se utiliza una metodología paramétrica y, en caso contrario, se ha realizado una transformación logarítmica, analizando nuevamente la normalidad de los datos. En el caso de trabajar con la metodología no paramétrica, para comparar K muestras relacionadas se ha empleado el test de K-muestras relacionadas de Friedman que incluye la prueba chi cuadrado (χ^2), mientras que para la comparación de dos muestras relacionadas se ha utilizado el test de Wilcoxon. El nivel de confianza de los resultados ha sido del 95%.

Para conocer la relación entre dos parámetros o entre un parámetro y las variables meteorológicas se ha realizado un análisis de correlación, siendo h₀ la independencia establecida entre dos variables y h₁ la relación entre ambas variables. Se ha utilizado el coeficiente de correlación de Spearman al seguir una distribución no paramétrica. Para ejecutar los cálculos se ha utilizado el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows.

3. RESULTADOS

3.1. METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

La tabla 8 muestra los valores climatológicos normales del Aeropuerto de Badajoz (1971-2000) y en la tabla 9 se indican los valores meteorológicos medios mensuales desde 2009 hasta 2011 del jardín experimental de la Facultad de Ciencias de Badajoz.

Tabla 8. Valores de los parámetros climatológicos medios mensuales en la serie temporal (1971-2000). **Hr.** Humedad relativa (%). **Pp.** Precipitación media (mm). **Tmax.** Temperatura máxima del aire (°C). **Tmed.** Temperatura media del aire (°C). **Tmin.** Temperatura mínima del aire (°C). Fuente: Aemet (<http://www.aemet.es>).

1971-2000	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Hr.	80.0	75.0	67.0	66.0	62.0	55.0	50.0	51.0	58.0	69.0	77.0	83.0	66.0
Pp.	52.0	43.0	33.0	52.0	40.0	18.0	4.0	5.0	23.0	56.0	64.0	73.0	463.0
T max.	13.9	15.9	19.4	20.9	24.8	30.3	34.3	34.0	30.3	23.8	18.1	14.5	23.3
T med.	8.5	10.3	12.7	14.5	18.0	22.5	25.7	25.3	22.6	17.4	12.5	9.6	16.6
T min.	3.2	4.7	6.0	8.1	11.1	14.7	17.0	16.7	14.8	11.0	6.8	4.8	9.9

Tabla 9. Valores de los parámetros meteorológicos medios mensuales en el periodo de estudio (2009-2011). **Dv.** Dirección del viento medio (grado sexagimal). **Hs.** Horas de sol (horas). **Hr.** Humedad relativa (%). **Pp.** Precipitación media (mm). **Rd.** Radiación difusa (W/m²). **Rfa.** Radiación fotosintética activa (μMOL/m²/s). **Rs.** Radiación solar (W/m²). **Tmax.** Temperatura máxima (°C). **Tmed.** Temperatura media (°C). **Tmin.** Temperatura mínima (°C) **Ts.** Temperatura del suelo (°C). **Vv.** Velocidad del viento medio (m/s).

2009	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Dv.	182.0	193.5	198.2	201.7	185.1	184.8	191.6	184.6	173.8	192.0	194.7	174.4	188.0
Hs.	0.7	4.3	6.5	7.4	9.4	8.5	10.9	9.5	6.9	5.0	3.2	1.6	6.1
Hr.	84.0	76.9	60.3	63.6	49.1	53.6	45.8	45.1	50.8	67.7	80.7	88.3	63.8
Pp.	64.0	40.8	7.0	39.8	18.8	27.8	0.0	0.0	4.6	65.6	20.2	236.0	524.6
Rd.	0.7	32.0	34.2	41.3	41.9	49.4	35.6	39.4	36.3	26.0	21.1	18.6	31.3
Rfa.	0.4	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Rs.	16.4	103.6	189.5	238.0	299.1	293.5	328.6	287.5	213.5	143.2	90.5	60.4	188.6
T max.	12.1	16.4	22.2	21.0	28.9	32.8	34.7	37.0	31.4	26.4	18.8	13.3	24.6
T med.	8.2	9.8	14.7	14.0	20.6	24.7	25.4	27.3	23.5	19.3	13.7	9.9	17.6
T mín.	4.8	4.7	8.1	7.6	12.7	17.4	16.5	18.6	16.8	13.4	9.5	6.2	11.4
Ts.	8.3	9.7	15.6	18.2	24.1	28.2	31.4	32.4	27.6	19.9	14.1	10.2	20.0
Vv.	0,7	1,1	1,2	1,3	1,2	1,0	1,4	1,0	0,8	0,5	0,9	0,8	1.0
2010	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Dv.	183.2	169.5	170.2	181.4	200.6	189.0	182.8	184.7	181.4	177.9	202.0	168.9	182.6
Hs.	2.4	2.6	4.1	7.4	8.2	8.4	10.2	8.6	6.5	4.4	2.9	2.3	5.7
Hr.	85.6	85.8	78.7	71.0	61.5	57.1	45.4	44.4	58.6	71.9	84.9	87.5	69.4
Pp.	92.2	173.8	102.6	82.2	88.8	44.0	1.8	0.0	10.8	95.8	131.0	170.0	993.0
Rd.	19.1	26.6	39.4	42.8	41.3	45.2	35.1	38.5	33.3	24.8	18.9	17.9	31.9
Rfa.	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Rs.	72.2	97.6	148.8	242.4	279.3	296.2	316.6	262.6	207.2	135.4	86.4	66.7	184.3
T max.	12.6	13.9	17.3	22.9	25.5	31.8	37.7	37.4	31.3	23.6	16.3	13.6	23.7
T med.	8.9	9.7	11.8	16.5	18.3	23.4	28.1	28.3	23.0	16.2	11.2	10.0	17.1
T mín.	5.7	6.0	7.3	11.0	11.5	15.8	19.0	19.8	16.0	10.7	7.1	6.8	11.4
Ts.	9.1	9.9	12.8	17.6	20.4	25.3	30.7	31.2	25.7	17.2	12.1	10.2	18.5
Vv.	0,8	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,0	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	0.8
2011	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Dv.	165.7	200.8	182.9	179.5	178.9	201.2	201.2	192.1	183.2	188.9	178.4	196.2	187.4
Hs.	2.1	4.4	4.7	7.1	9.4	12.1	11.6	9.1	7.6	5.8	2.7	3.0	6.6
Hr.	87.7	82.9	78.3	69.3	67.8	54.5	51.4	56.6	59.5	59.1	90.6	91.9	70.8
Pp.	33.4	27.2	58.0	61.2	83.0	2.5	0.0	14.6	34.2	30.6	109.0	8.6	462.3
Rd.	21.8	23.9	30.8	7.3	17.0	24.0	16.4	36.7	33.0	26.7	19.9	16.7	22.9
Rfa.	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Rs.	72.7	120.5	155.6	226.5	297.6	354.5	345.2	285.6	219.7	146.9	79.8	73.5	198.2
T max.	12.9	16.7	18.1	25.3	28.5	32.0	34.6	34.4	31.7	28.2	17.5	13.4	24.4
T med.	9.0	9.6	12.3	18.3	21.3	23.6	25.4	25.3	22.8	19.3	12.4	8.0	17.3
T mín.	6.2	4.1	7.6	12.2	14.7	15.1	16.6	17.5	15.1	12.0	8.6	3.9	11.1
Ts.	10.0	9.6	12.5	18.5	21.5	24.9	27.8	27.0	23.4	19.1	13.2	8.7	18.0
Vv.	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	1,1	1,2	0,9	0,4	0,4	0,3	0,2	0.6

3.1.1. TEMPERATURA

La temperatura media anual del año 2009 fue de 17.6 °C y la temperatura media anual máxima (24.6 °C) fue 0.9 °C superior al valor registrado en el año 2010 (23.7 °C). La temperatura mínima media anual (11.4°C) registró el mismo valor en 2009 y 2010. En 2010, la temperatura media anual (17.1 °C) fue similar a la registrada en el año 2009, al igual que los valores registrados en el año 2011, con una temperatura media anual de 17.6 °C, una temperatura máxima de 24.4 °C y una temperatura mínima de 11.1° C (figura 8).

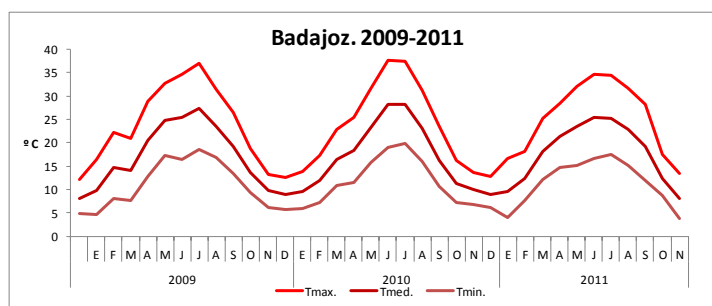


Figura 8. Valores de temperaturas mensuales máximas, medias y mínimas (°C) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.

3.1.2. HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN

La humedad relativa media anual del año 2009 fue del 63.8 %, valor inferior a los registrados en el año 2010 (69.4 %) y 2011 (70.8%) (figura 9). Los valores medios de humedad relativa de los dos últimos años han sido superiores (3.4% y 4.8 %) a la media (66%) del periodo de la serie temporal (1971-2000). La precipitación media anual del año 2009 fue de 524.6 mm, valor inferior al registrado en el año 2010 (993 mm) y superior al registrado en el año 2011 (462 mm). Los valores de 2009 y 2010 han sido superiores a la media registrada (463 mm) en la serie temporal (1971- 2000).

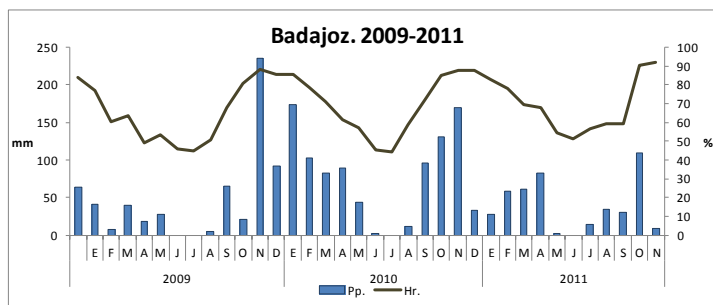


Figura 9. Valores mensuales de precipitación (mm) y de humedad relativa (%) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.

3.1.3. VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

La velocidad del viento muestra valores medios anuales similares en los tres años de estudio que oscilan entre 1.0 m/s en 2009 y 0.6 m/s en 2011. La dirección promedio del viento registró valores similares en 2009 (188.0°) y 2011 (187.4°) (figura 10).

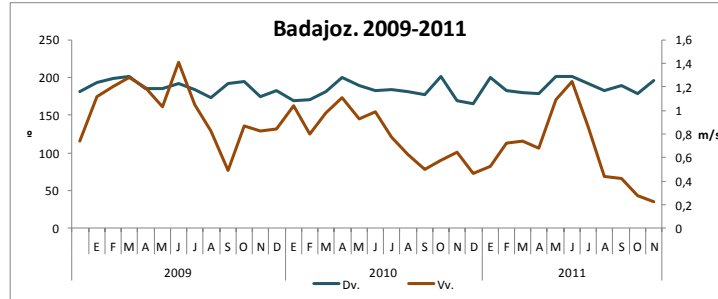


Figura 10. Valores mensuales de dirección (°) y velocidad del viento (m/s) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.

3.1.4. HORAS DE SOL Y RADIACIÓN SOLAR

Los valores medios anuales de las horas de sol y la radiación solar de 2009 (6.1 h/día y 188.6 W/m²) fueron superiores a los de 2010 (5.7 h/día y 184.3 W/m²) e inferiores a los de 2011 (6.6 h/día y 198.2 W/m²) (figura 11).

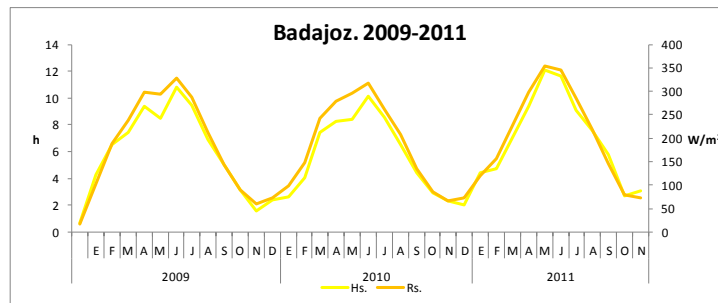


Figura 11. Valores mensuales de horas de sol (h/día) y de radiación solar (W/m²) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.

3.1.5. ESTUDIO COMPARATIVO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LOS LUGARES MUESTREADOS

En tabla 10 se muestran los valores meteorológicos medios horarios del periodo estudiado en cada comparación, entre la estación fija del jardín experimental y la estación portátil situada en tres lugares; en el captador del jardín de la Facultad de Ciencias (FC), en el captador de la terraza de la Facultad de Ciencias y en el captador de la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA).

Tabla 10. Valores de parámetros meteorológicos medios horarios en los periodos comprendidos desde el 23 hasta el 30 de marzo de 2012 en el jardín de Facultad de Ciencias, desde el 26 de noviembre al 15 de diciembre de 2011 en la terraza de la Facultad de Ciencias y desde el 2 al 7 y desde el 11 hasta el 16 de febrero de 2012 en la terraza de la EIA. **Dv.** Dirección del viento medio (grado sexagimal). **Hr.** Humedad relativa (%). **Pp.** Precipitación media (mm). **Tmed.** Temperatura media (°C) **Vv.** Velocidad del viento medio (m/s).

Parámetro meteorológico	Jardín FC		Terraza FC		Terraza EIA	
	Estación fija	Estación portátil	Estación fija	Estación portátil	Estación fija	Estación portátil
	FCj	FCj	FCj	FCt	FCj	EIAt
Dv.	171.1	160.8	197.6	203.9	217.9	157.9
Hr.	43.5	38.0	94.3	85.0	55.9	49.3
Pp.	0.0	0.0	8.0	8.4	0.0	0.0
Tmed.	17.0	17.6	9.5	10.2	6.2	6.9
Vv.	1,0	1.3	0,20	1.3	0,8	1.6

Para el periodo estudiado, en relación a la comparación entre la estación meteorológica fija y portátil situada en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), a 3 metros de distancia, hay algunas diferencias, probablemente, debidas a la separación entre los puntos de muestreo, observándose vientos predominantes de dirección SSW. En la comparación entre la estación meteorológica fija y portátil situada en el jardín de Facultad de Ciencias (FCj) y la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) respectivamente, se observa que los vientos predominantes son de dirección SSW. Los vientos tienen una intensidad mayor en FCt que en FCj. La temperatura media es ligeramente superior en FCt, al contrario que la humedad relativa, superior en FCj. Por último, la última comparación entre los captadores situados en el jardín de Facultad de Ciencias (FCj) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) respectivamente, muestra que los vientos predominantes en FCj y EIAt son de dirección SSW y SSE, respectivamente. Los vientos tienen una intensidad mayor en EIAt que en FCj. Como en la comparación anterior, la temperatura media es ligeramente superior en la terraza, en este caso en la EIAt, al contrario que la humedad relativa, superior en FCj.

3.2. INVENTARIO

Se ha realizado un inventario de los árboles y arbustos principales con interés alergológico que están en las instalaciones del campus de Ciencias (figura 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18) y de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura (figura 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25) que incluyen un área alrededor de los captadores de unos 200 metros de diámetro. La tabla 11 incluye el total de ejemplares para las especies identificadas en ambas zonas y la tabla 12 recoge el total de los ejemplares agrupados en tipos polínicos.

Tabla 11. Inventario de árboles y arbustos en la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias.

Especie	FC	EIA	Especie	FC	EIA	Especie	FC	EIA	Especie	FC	EIA
<i>Acacia sp.</i>	4	3	<i>Rabmnus alaternis</i>	8	0	<i>Cupressus arizonica</i>	7	75	<i>Morus alba</i>	102	1
<i>Acer negundo</i>	29	20	<i>Rabmnus oleoides</i>	1	0	<i>Cupressus macrocarpa</i>	7	0	<i>Nerium oleander</i>	578	12
<i>Acer monpessulanum</i>	31	0	<i>Retama sphaerocarpa</i>	4	0	<i>Cupressus sempervivens</i>	156	33	<i>Olea europaea</i>	60	1
<i>Ailanthus altissima</i>	2	5	<i>Quercus ilex</i>	149	3	<i>Cupressocyparis leylandii</i>	0	30	<i>Pistacia lentiscus</i>	282	0
<i>Albizia julibrissin</i>	6	0	<i>Quercus suber</i>	86	3	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	157	106	<i>Phoenix canariensis</i>	22	4
<i>Alnus glutinosa</i>	21	0	<i>Quercus robur</i>	12	2	<i>Eriobotrya japonica</i>	3	0	<i>Phoenix dactylifera</i>	4	9
<i>Arbutus unedo</i>	11	3	<i>Quercus pyrenaica</i>	87	1	<i>Eunonymus japonica</i>	68	6	<i>Phoetinia serrulata</i>	5	0
<i>Brachychiton populneus</i>	45	1	<i>Quercus faginea</i>	4	0	<i>Fraxinus angustifolia</i>	77	308	<i>Pinus halepensis</i>	103	0
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	1	1	<i>Robinia pseudoacacia</i>	10	3	<i>Fraxinus ornus</i>	33	0	<i>Pinus radiata</i>	1	0
<i>Castanea sativa</i>	106	3	<i>Salix atrocinera</i>	34	1	<i>Ginkgo biloba</i>	2	1	<i>Pinus pinea</i>	418	1
<i>Catalpa bignonioides</i>	59	25	<i>Salix babylonica</i>	24	0	<i>Juniperus oxycedrus</i>	13	0	<i>Platanus hispanica</i>	208	14
<i>Cedrus deodara</i>	15	5	<i>Sorbus aria</i>	20	0	<i>Juniperus horizontalis</i>	0	5	<i>Platycladus orientalis</i>	49	6
<i>Cedrus atlantica</i>	1	0	<i>Tamarix africana</i>	79	0	<i>Juglans regia</i>	15	8	<i>Populus alba</i>	42	0
<i>Celtis australis</i>	45	3	<i>Tilia cordata</i>	0	1	<i>Laurus nobilis</i>	11	2	<i>Populus nigra</i>	37	4
<i>Cercis siliquastrum</i>	0	5	<i>Trachycarpus fortunei</i>	0	6	<i>Liquidambar styraciflua</i>	2	1	<i>Prunus avium</i>	119	0
<i>Citrus aurantium</i>	47	4	<i>Ulmus minor</i>	208	4	<i>Ligustrum japonica</i>	7	0	<i>Prunus cerasifera</i>	49	3
<i>Cistus ladanifer</i>	36	0	<i>Viburnum tinus</i>	331	4	<i>Ligustrum lucidum</i>	91	55	<i>Prunus dulcis</i>	36	0
<i>Cortaderia selloana</i>	32	0	<i>Washingtonia filifera</i>	2	0	<i>Ligustrum ovalifolium</i>	347	0	<i>Prunus lauroceasus</i>	11	0
<i>Corylus avellana</i>	10	0	<i>Washingtonia robusta</i>	14	6	<i>Magnolia glandiflora</i>	7	1	<i>Prunus lusitanica</i>	2	0
<i>Crataegus monogyna</i>	25	0	<i>Yucca sp.</i>	13	9	<i>Melia azedarab</i>	158	21	<i>Punica granatum</i>	3	0
<i>Total</i>										4904	828

Tabla 12. Inventario de árboles y arbustos recogidos en tipos polínicos en la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias.

Especie	FC	EIA	Especie	FC	EIA
<i>Acaceae</i>	4	3	<i>Fraxinus</i>	110	308
<i>Acer</i>	60	20	<i>Juglans</i>	15	8
<i>Alnus glutinosa</i>	21	0	<i>Morus</i>	102	1
<i>Erica</i>	11	3	<i>Olea</i>	60	1
<i>Brachydon</i>	45	1	<i>Platanus</i>	208	14
<i>Casuarina</i>	1	1	<i>Pinaceae</i>	538	6
<i>Castanea</i>	106	3	<i>Populus</i>	79	4
<i>Corylus</i>	10	0	<i>Quercus</i>	338	9
<i>Cupressaceae</i>	170	138	<i>Salix</i>	58	1
<i>Eucalyptus</i>	157	106	<i>Ulmus</i>	208	4

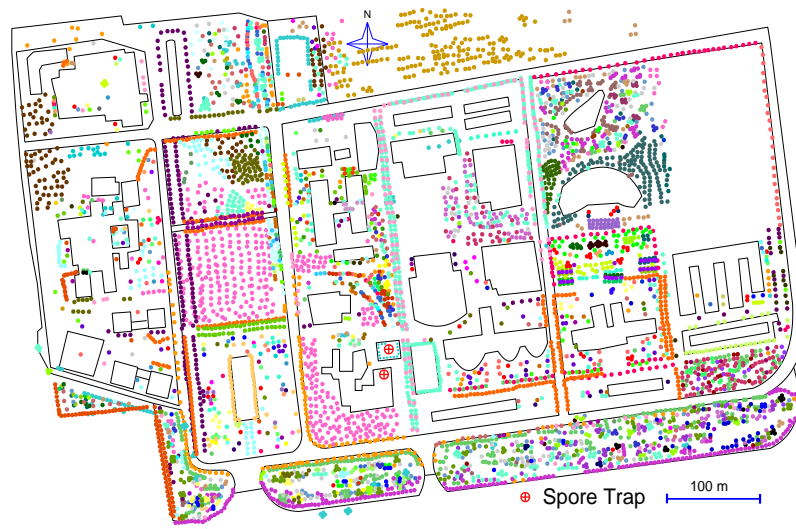


Figura 12. Distribución de árboles y arbustos más representativos con interés alergológico situados en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.

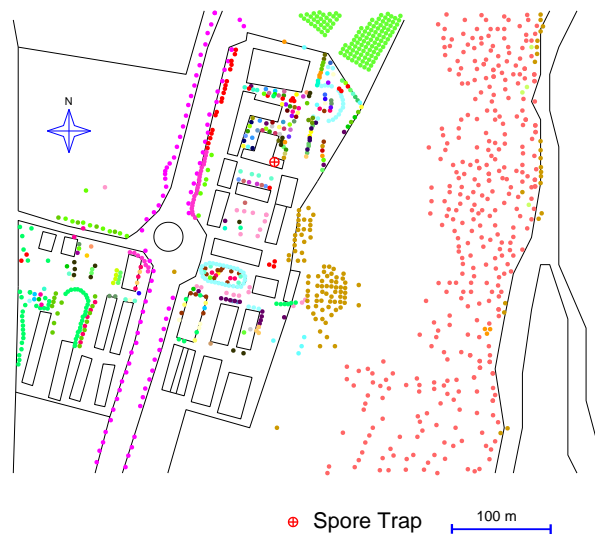


Figura 13. Distribución de árboles y arbustos más representativos con interés alergológico situados en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

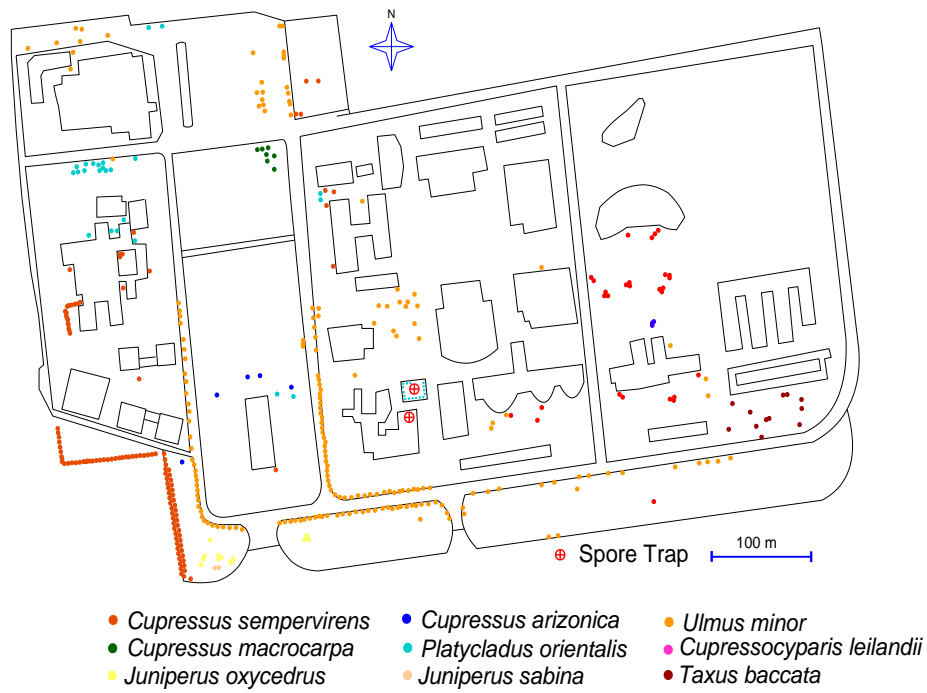


Figura 14. Distribución de *Cupressaceae* y *Ulmus* en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.

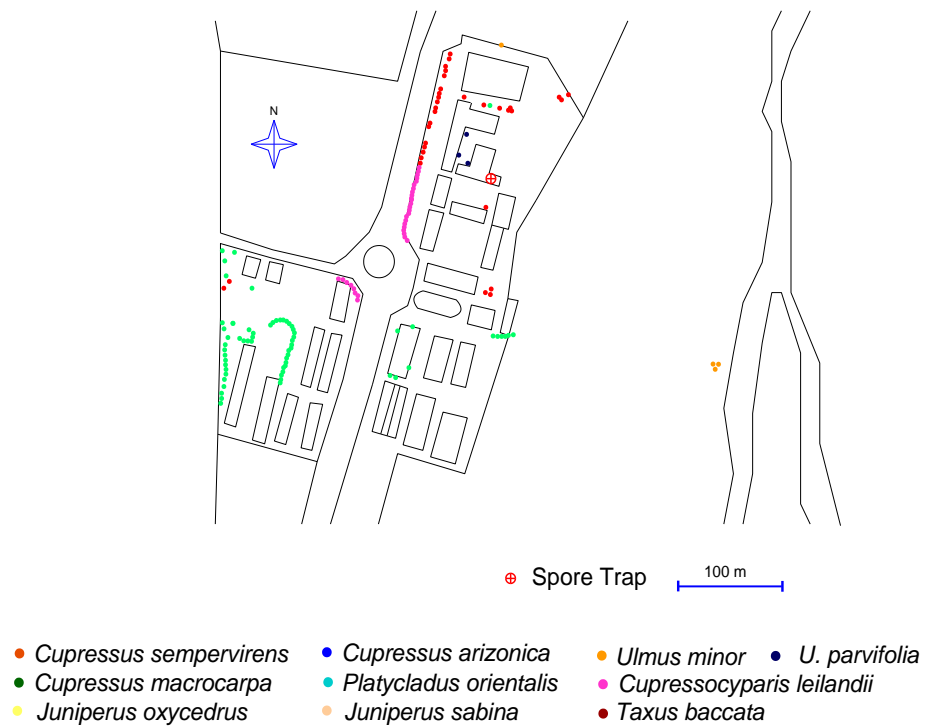


Figura 15. Distribución de *Cupressaceae* y *Ulmus* en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

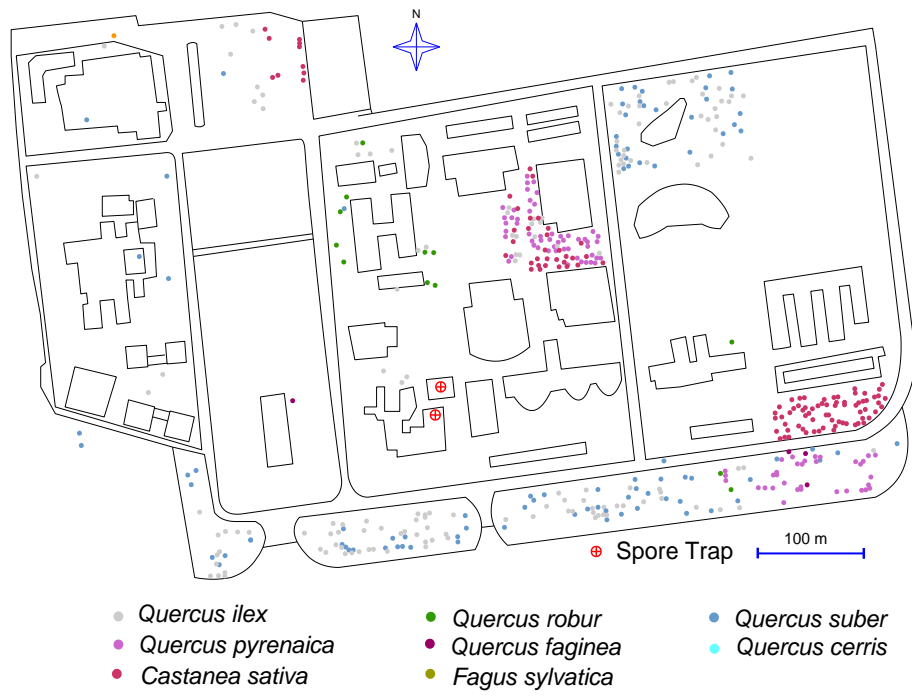


Figura 16. Distribución de *Fagaceae* en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.

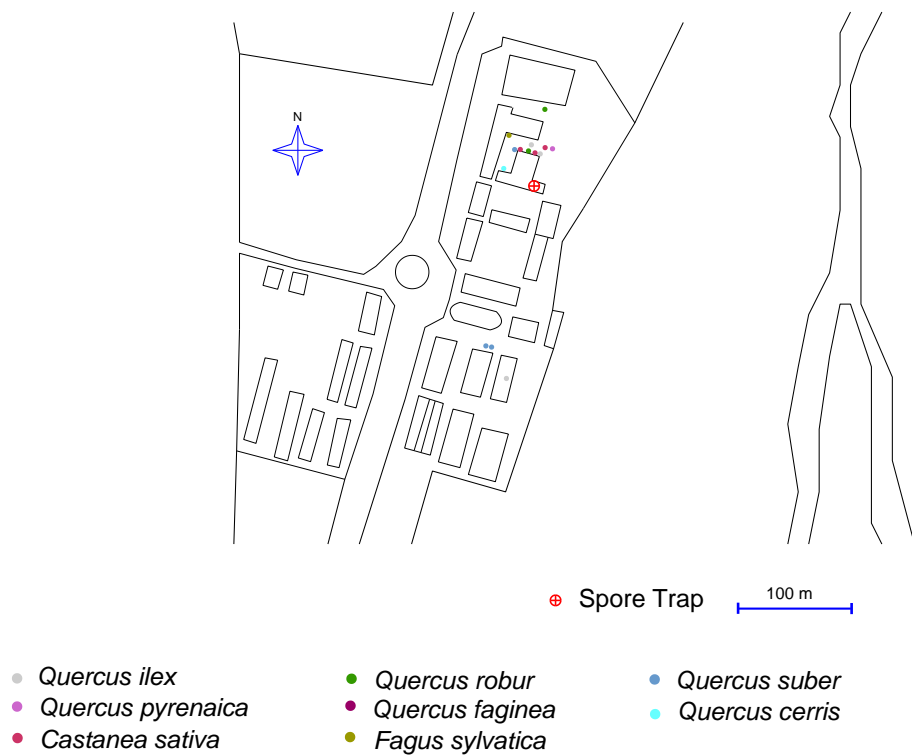


Figura 17. Distribución de *Fagaceae* en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

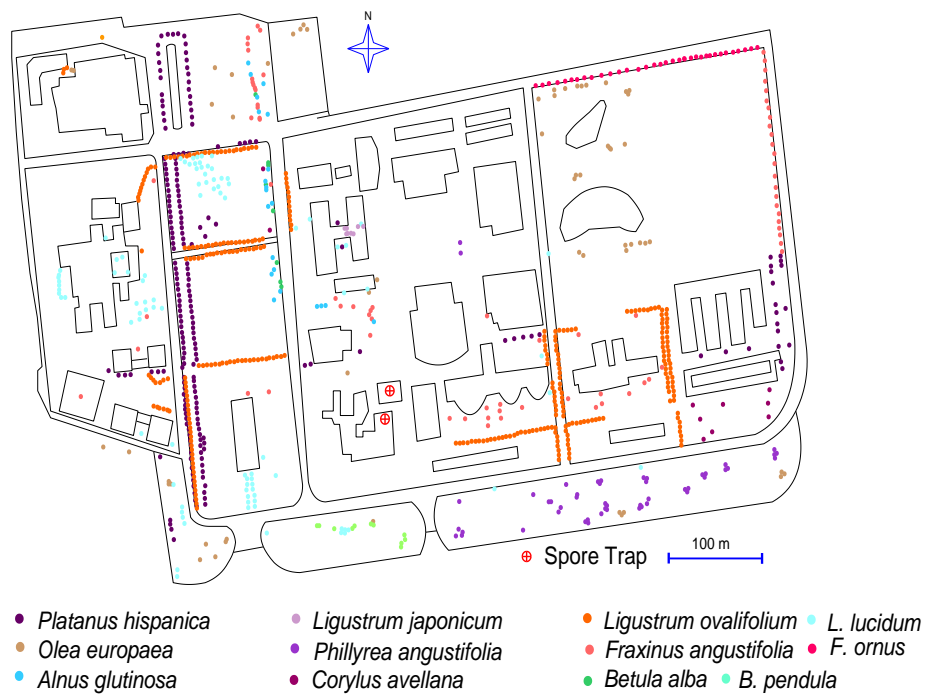


Figura 18. Distribución de *Platanaceae*, *Oleaceae* y *Betulaceae* en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.

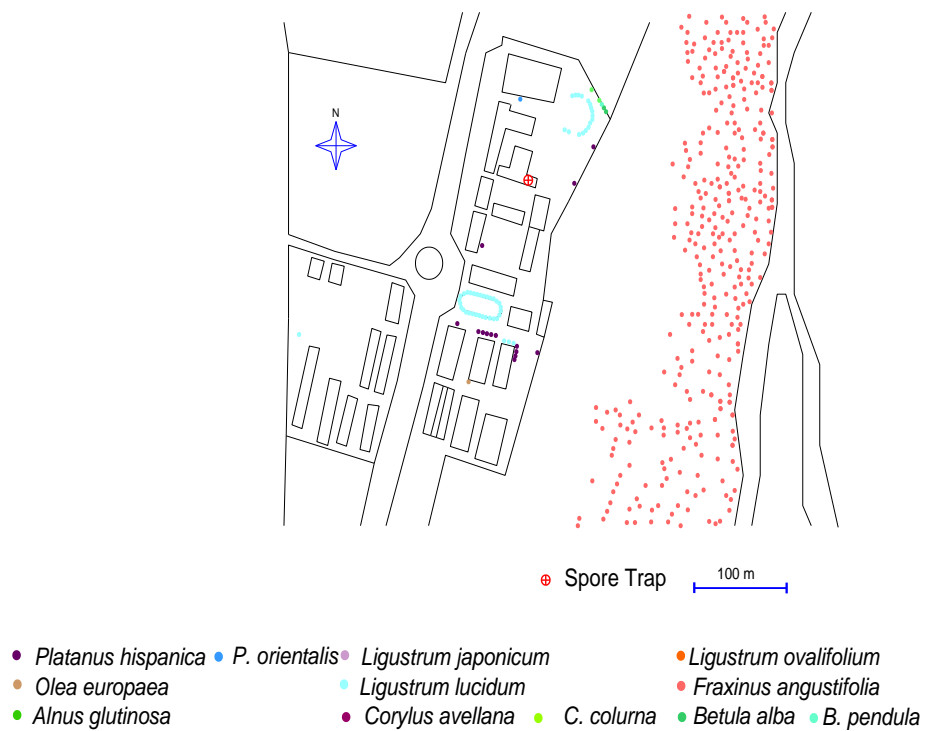


Figura 19. Distribución de *Platanaceae*, *Oleaceae* y *Betulaceae* en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

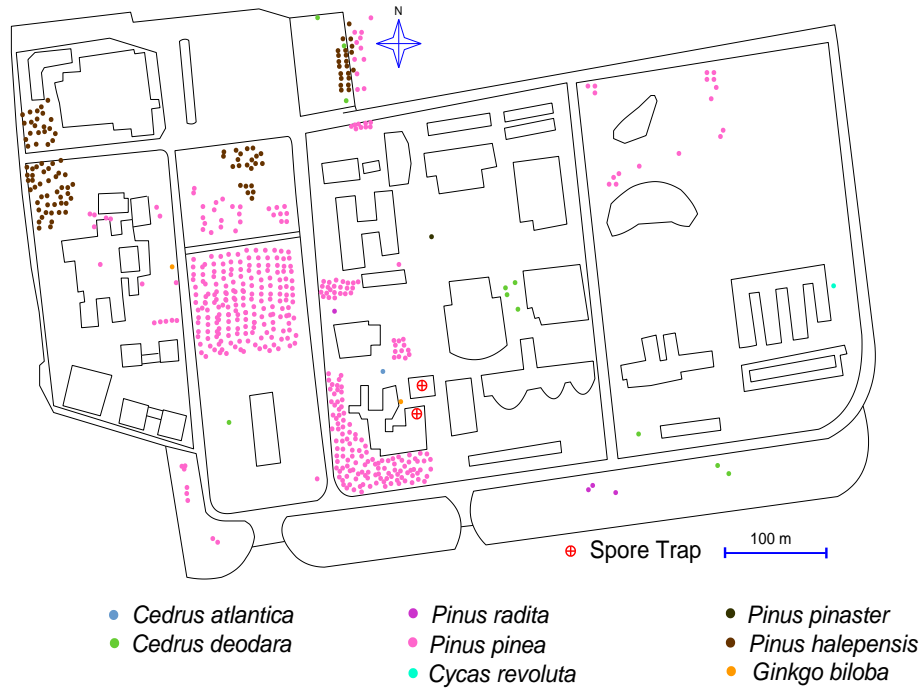


Figura 20. Distribución de *Pinaceae*, *Cycas* y *Ginkgo* en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.

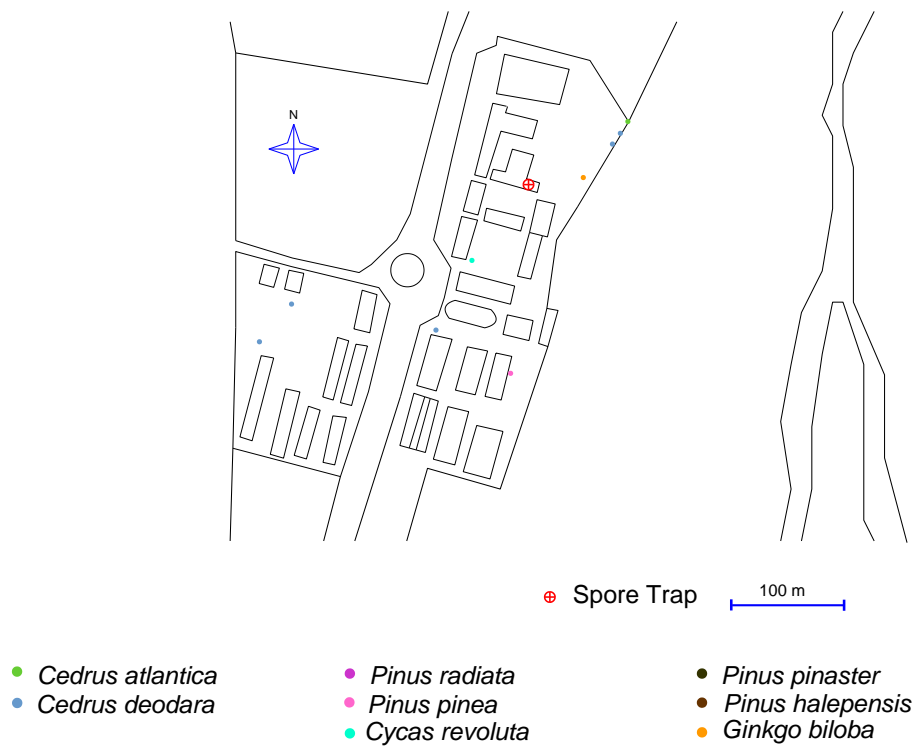


Figura 21. Distribución de *Pinaceae*, *Cycas* y *Ginkgo* en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

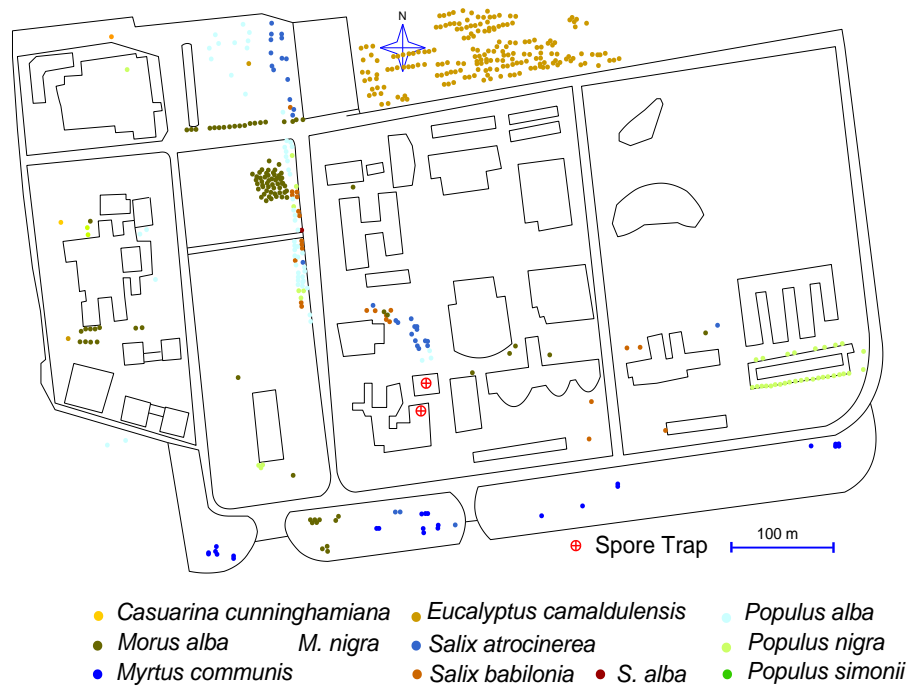


Figura 22. Distribución de Casuarina, Myrtaceae, Moraceae y Salicaceae en el campus de Ciencias la Universidad de Extremadura.

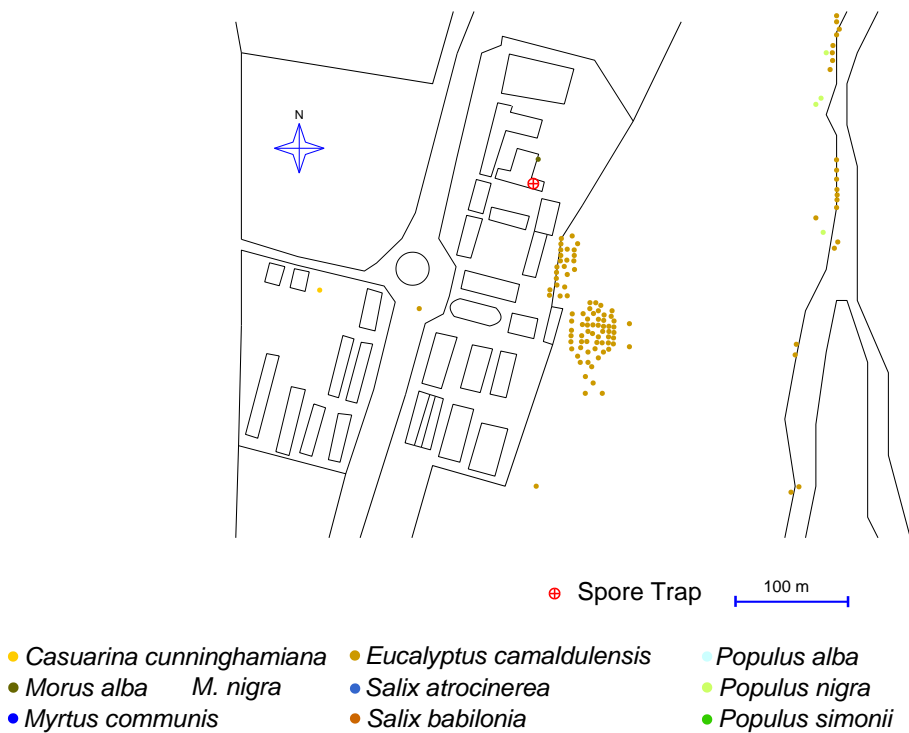


Figura 23. Distribución de Casuarina, Myrtaceae, Moraceae y Salicaceae en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

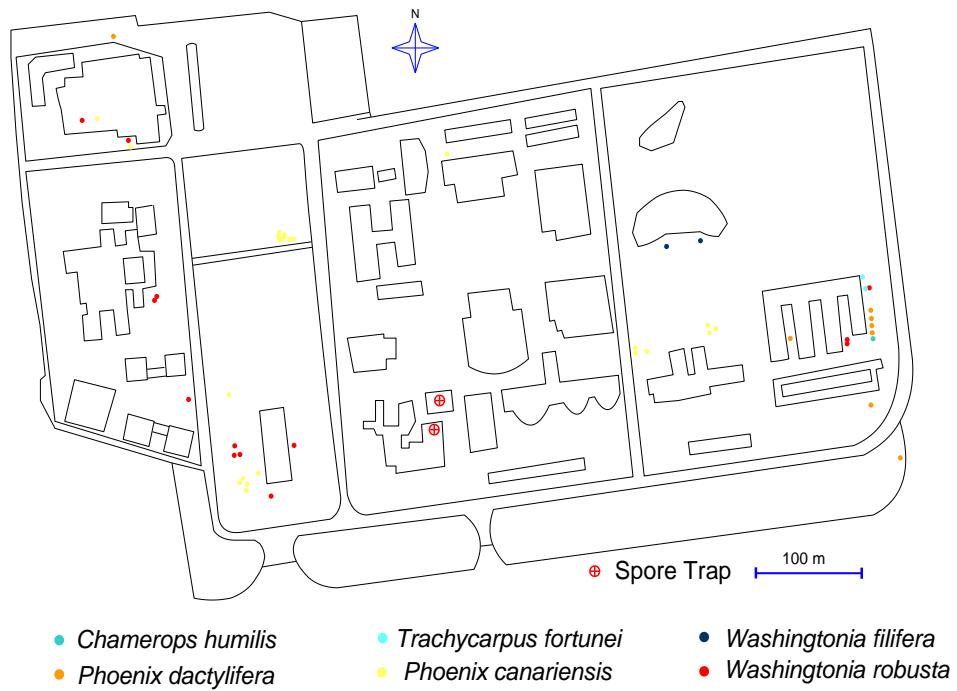


Figura 24. Distribución de *Arecaceae* en el campus de Ciencias la Universidad de Extremadura.

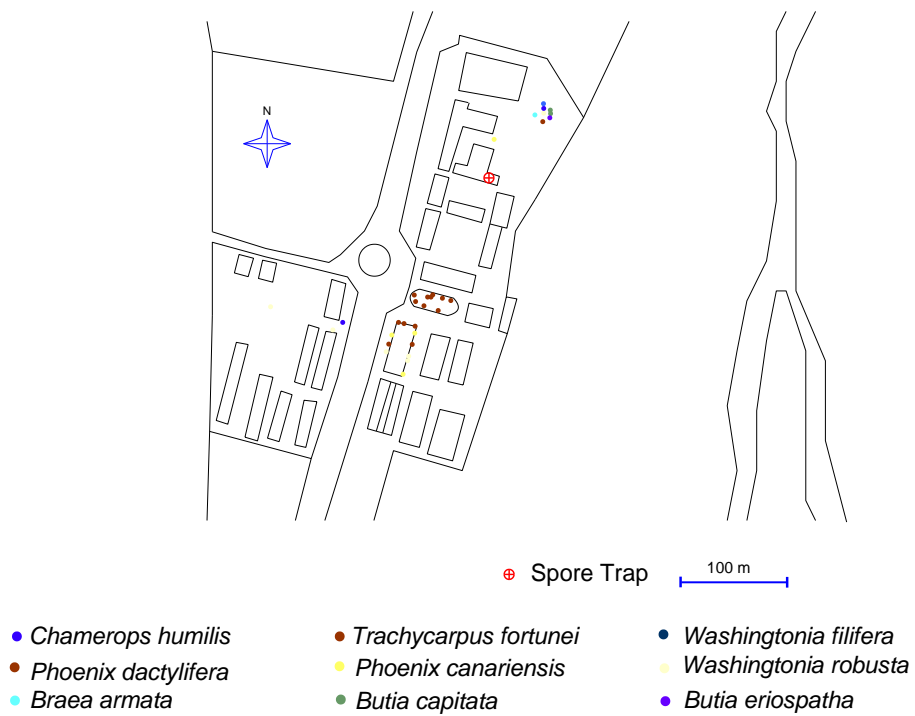


Figura 25. Distribución de *Arecaceae* en la Escuela de Ingenierías Agrarias.

3.3. POLEN

3.3.1. GRANOS REGISTRADOS. ESPECTRO POLÍNICO

Se han contabilizado un total de 147839 (FCj), 162969 (FCt) y 107060 (EIAt) granos de polen en todo el período de estudio. De los 46 tipos polínicos tratados en el presente trabajo de forma separada 20 han recibido un tratamiento más detallado; 5 son mono-específicos (*Alnus glutinosa*, *Castanea sativa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Olea europaea*, y *Urtica membranacea*); 5 tipos polínicos incluyen las especies de un género presente en el área de estudio (*Echium sp.*, *Plantago sp.*, *Platanus sp.*, *Quercus sp.*, *Rumex sp.*); 4 tipos polínicos incluyen varios géneros de una familia (*Anthemideae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Lactuceae*, *Urticaceae p.p.*); 5 tipos polínicos incluyen todos los representantes de una familia (*Apiaceae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*) y 1 tipo polínico que incluye representantes de dos familias *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, aunque una sola familia de acuerdo a las últimas clasificaciones Angiosperm Phylogenetic Group (APG). Los tipos minoritarios fueron 11, recibiendo un tratamiento de una forma menos profunda; *Corylus avellana*, *Juglans regia*, *Ulmus minor*, *Helianthus sp.*, *Morus sp.*, *Populus sp.*, *Salix sp.*, *Typha sp.*, *Ericaceae*, *Betulaceae*, *Brassicaceae*. De forma muy esporádica se han identificado granos de *Acaceae*, *Arecaceae*, *Astereae*, *Acer*, *Artemisia*, *Fabaceae*, *Juncus*, *Lamiaceae*, *Mercurialis*, *Papaver*, *Ranunculus*, *Rosaceae*, *Senecio*, *Tamarix* y *Xanthium* que no han recibido ningún tratamiento específico en el presente estudio.

3.3.2. CONCENTRACIÓN POLÍNICA TOTAL

La tabla 13 y las figuras 26 y 27 muestran las concentraciones polínicas totales medias diarias de Badajoz para los tres puntos de muestreo. La concentración total media de todos los inviernos estudiados ha sido de 43 granos/m³, registrándose la mayor concentración en el invierno de 2011 y la menor en 2010. En primavera la concentración total media ha sido de 349 granos/m³, siendo la concentración media de la primavera de 2009 inferior que en 2010. La mayor concentración se registró en la primavera de 2011.

Tabla 13: Concentración polínica total media diaria durante el periodo de estudio de 2009 a 2012 (granos/m³).

Periodo de estudio	Concentración	Periodo de estudio	Concentración
Invierno 2010	39	Primavera 2009	281
Invierno 2011	50	Primavera 2010	365
Invierno 2012	40	Primavera 2011	401
Total estudio	43	Total estudio	349

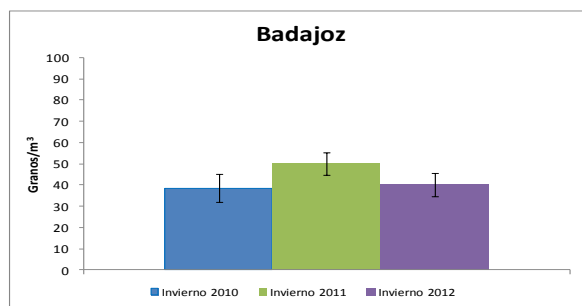


Figura 26. Concentración polínica total media diaria, con barras de error típico, de Badajoz en el periodo de estudio invernal de 2010 a 2012 (granos/m³).

Los datos de concentración polínica media diaria de los tres inviernos (2010, 2011 y 2012) en cada lugar estudiado (FCt y EIAt) no siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.383, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.686, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.486, p-valor<0.001). Tras realizar una transformación logarítmica los datos tampoco seguían dicha distribución (Shapiro-Wilk=0.984, p-valor=0.069; Shapiro-Wilk=0.982, p-valor<0.035; Shapiro-Wilk=0.954, p-valor<0.001). Se ha aplicado el test de Friedman, comparando la concentración polínica entre los años, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tres años ($\chi^2=12.023$, p-valor=0.002).

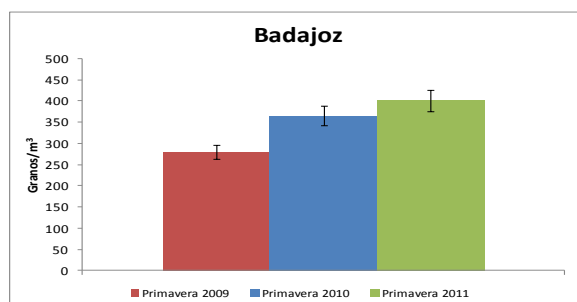


Figura 27. Concentración polínica total media diaria, con barras de error típico, de Badajoz en el periodo de estudio primaveral de 2009 a 2011 (granos/m³).

Los datos de concentración polínica total media diaria de las tres primaveras (2009, 2010 y 2011) en cada lugar estudiado (FCj, FCt y EIAt) no siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.847, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.763, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.787, p-valor<0.001). Tras realizar una transformación logarítmica los datos tampoco seguían dicha distribución (Shapiro-Wilk=0.946, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.982, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.980, p-valor<0.001). Se ha aplicado el test de Friedman, comparando la concentración polínica entre los años encontrándose, como en el caso anterior, diferencias estadísticamente significativas entre los tres años ($\chi^2=46.595$, p-valor<0.001).

3.3.3. TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES

La tabla 14 y las figuras 28 y 29 muestran las concentraciones polínicas medias diarias de los 20 tipos polínicos predominantes estudiados en invierno y primavera para los tres puntos de muestreo.

Tabla 14. Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos (granos/m³).

Tipo Polínico	Invierno			Primavera		
	2010	2011	2012	2009	2010	2011
<i>Alnus glutinosa</i>	1	1	2	0	0	0
<i>Chenopodiaceae-Amaranthaceae</i>	0	0	0	6	2	2
<i>Anthemideae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Apiaceae</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Lactuceae</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Cupressaceae</i>	22	30	20	1	1	1
<i>Cyperaceae</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Echium sp.</i>	0	0	0	0	4	0
<i>Eucalyptus sp.</i>	0	0	0	2	1	1
<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	4	1	7	0	1	1
<i>Olea europaea</i>	0	0	0	71	56	74
<i>Pinaceae</i>	0	0	0	23	41	10
<i>Plantago sp.</i>	0	0	0	10	16	16
<i>Platanus hispanica</i>	0	2	2	5	12	10
<i>Poaceae</i>	0	2	1	37	96	95
<i>Quercus</i>	1	0	0	108	115	166
<i>Rumex sp.</i>	0	1	0	4	8	7
<i>Urticaceae pp.</i>	4	3	1	1	1	1
<i>Urtica membranacea</i>	2	1	0	1	2	1
Resto	4	8	6	9	9	11
Total	39	50	40	280	365	401

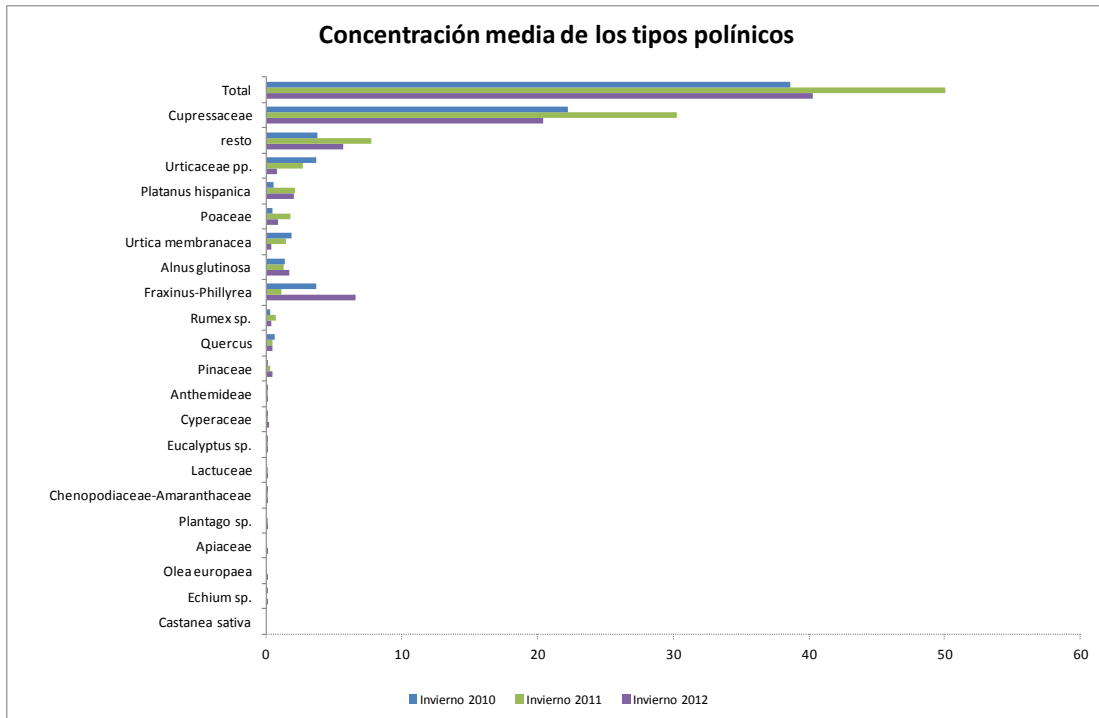


Figura 28. Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos en el periodo de estudio invernal de 2010 a 2012 (granos/m³).

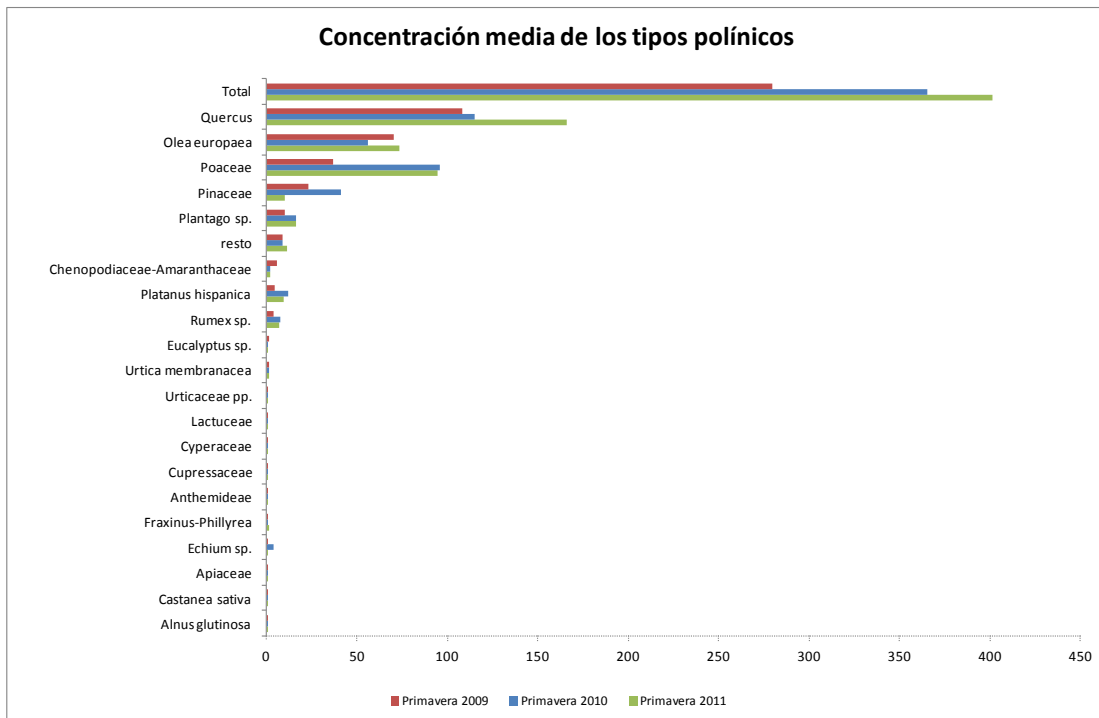


Figura 29. Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos en el periodo de estudio primaveral de 2009 a 2011 (granos/m³).

3.3.4. TIPOS POLÍNICOS MINORITARIOS

En la tabla 15 se presenta los tipos polínicos minoritarios más frecuentes.

Tabla 15. Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos durante el periodo primaveral de 2009 a 2011 (granos/m³).

Tipo polínico	Primavera 2009	Primavera 2010	Primavera 2011
<i>Betula</i>	0,2	0,6	0,3
<i>Brassicaceae</i>	0,3	0,3	0,1
<i>Corylus</i>	0,5	0,2	0,5
<i>Erica</i>	0,8	0,5	0,7
<i>Helianthus</i>	0,3	0,4	0,2
<i>Juglans</i>	1,4	0,7	2,8
<i>Morus</i>	0,5	1,6	2,5
<i>Populus</i>	0	1,2	0,5
<i>Salix</i>	0	1,2	0,3
<i>Typha</i>	2,5	0,7	2,5
<i>Ulmus</i>	0,0	0,5	5,7

3.3.5. RATIO ALTURA Y DISTANCIA DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA

La ratio altura entre los dos puntos de muestreo de la Facultad de Ciencias (FCt/FCj) ha obtenido en primavera, dependiendo del tipo polínico estudiado, valores comprendidos entre 3.06 en *Castanea sativa* y 0.05 en *Alnus glutinosa*. La ratio promedio en altura de la concentración polínica media total diaria es de 1.02 (tabla 16 y figura 30).

Tabla 16. Ratio altura (FCt/FCj) entre el capador del jardín y el de la terraza de la Facultad de Ciencias durante el periodo primaveral de 2009 a 2011.

Tipo	FCt/FCj	Tipo	FCt/FCj	Tipo	FCt/FCj
<i>Alnus glutinosa</i>	0.05	<i>Cyperaceae</i>	0.94	<i>Platanus hispanica</i>	0.73
<i>Chenopodiaceae-Amaranthaceae</i>	0.25	<i>Echium sp.</i>	1.02	<i>Poaceae</i>	0.99
<i>Anthemideae</i>	1.11	<i>Eucalyptus sp.</i>	0.62	<i>Quercus</i>	1.05
<i>Apiaceae</i>	1.05	<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	1.08	<i>Rumex sp.</i>	1.12
<i>Castanea sativa</i>	3.06	<i>Olea europaea</i>	1.17	<i>Urticaceae pp.</i>	1.53
<i>Lactuceae</i>	0.49	<i>Pinaceae</i>	0.85	<i>Urtica membranacea</i>	1.44
<i>Cupressaceae</i>	0.55	<i>Plantago sp.</i>	1.27	<i>Total</i>	1.02

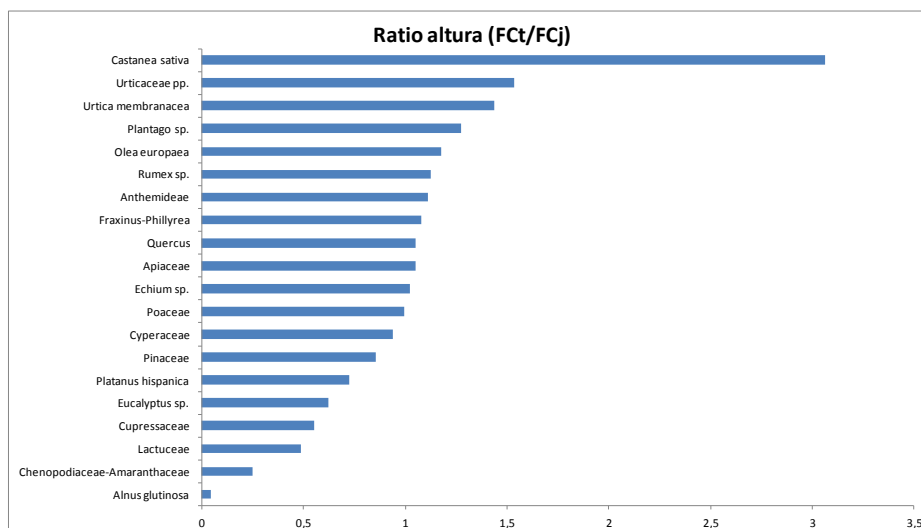


Figura 30. Ratio altura (FCj/FCt).

La ratio distancia entre los puntos de muestreo de la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias media diaria (FCt/EIAt) de la concentración total en invierno fue 0.57 y en primavera 1.31 (tabla 17 y 18).

Tabla 17. Ratio distancia (FCt/EIAt) entre el captador de la terraza de la Facultad de Ciencias y la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo invernal de 2010 a 2012.

Tipo	FCt/EIAt	Tipo	FCt/EIAt	Tipo	FCt/EIAt
<i>Alnus glutinosa</i>	1.24	<i>Cyperaceae</i>	0.53	<i>Platanus hispanica</i>	0.39
<i>Chenopodiaceae-Amaranthaceae</i>	0.65	<i>Echium sp.</i>	0.90	<i>Poaceae</i>	0.83
<i>Anthemideae</i>	0.56	<i>Eucalyptus sp.</i>	0.10	<i>Quercus</i>	0.74
<i>Apiaceae</i>	0	<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	1.33	<i>Rumex sp.</i>	1.13
<i>Castanea sativa</i>	0	<i>Olea europaea</i>	0	<i>Urticaceae pp.</i>	0.34
<i>Lactuceae</i>	1.56	<i>Pinaceae</i>	1.63	<i>Urtica membranacea</i>	1.49
<i>Cupressaceae</i>	0.36	<i>Plantago sp.</i>	0.14	Total	0.57

Tabla 18. Ratio distancia (FCt/EIAt) entre el captador de la terraza de la Facultad de Ciencias y la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo primaveral de 2009 a 2011.

Tipo	FCt/EIAt	Tipo	FCt/EIAt	Tipo	FCt/EIAt
<i>Alnus glutinosa</i>	1.80	<i>Cyperaceae</i>	26.84	<i>Platanus hispanica</i>	0.64
<i>Chenopodiaceae-Amaranthaceae</i>	0.36	<i>Echium sp.</i>	0.65	<i>Poaceae</i>	1.52
<i>Anthemideae</i>	0.74	<i>Eucalyptus sp.</i>	0.25	<i>Quercus</i>	1.04
<i>Apiaceae</i>	1.78	<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	0.58	<i>Rumex sp.</i>	1.25
<i>Castanea sativa</i>	0.55	<i>Olea europaea</i>	1.99	<i>Urticaceae pp.</i>	0.10
<i>Lactuceae</i>	0.77	<i>Pinaceae</i>	10.53	<i>Urtica membranacea</i>	0.12
<i>Cupressaceae</i>	0.33	<i>Plantago sp.</i>	0.95	Total	1.31

3.3.6. TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES

En invierno, del total de los granos de polen, el 77% está representado, en orden decreciente, por los 5 tipos polínicos predominantes *Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea* (tabla 19).

Tabla 19. Porcentaje de los tipos polínicos predominantes durante el periodo invernal de 2010 a 2012 (%).

Periodo de estudio	Total mayoritarios	<i>Cupressaceae</i>	<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>
Invierno 2010	84	57	9	9	4	5
Invierno 2011	73	60	2	5	3	3
Invierno 2012	74	51	16	2	4	1
Total estudio	77	56	9	5	4	3

En la figura 31 se presentan 10 tipos polínicos predominantes de invierno.

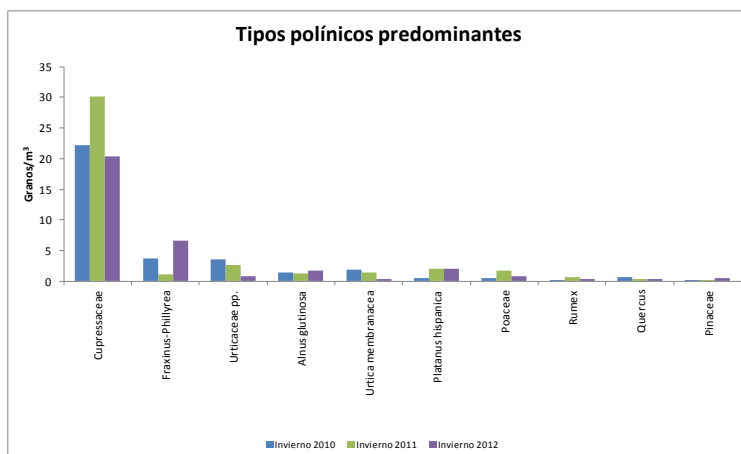


Figura 31. Concentración polínica media diaria de los 10 tipos polínicos predominantes durante el periodo invernal de 2010 a 2012.

En primavera, del total de los granos de polen, el 89% está representado, en orden decreciente, por los 5 tipos polínicos predominantes *Quercus*, *Poaceae*, *Olea europaea*, *Pinaceae* y *Plantago* (tabla 20).

Tabla 20. Porcentaje de los tipos polínicos predominantes durante el periodo primaveral de 2009 a 2011 (%).

Periodo de estudio	Total mayoritarios	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Primavera 2009	89	39	13	25	8	4
Primavera 2010	89	32	26	15	11	4
Primavera 2011	90	41	24	18	3	4
Total estudio	89	37	22	19	7	4

En la figura 32 se presentan 10 tipos polínicos predominantes de primavera.

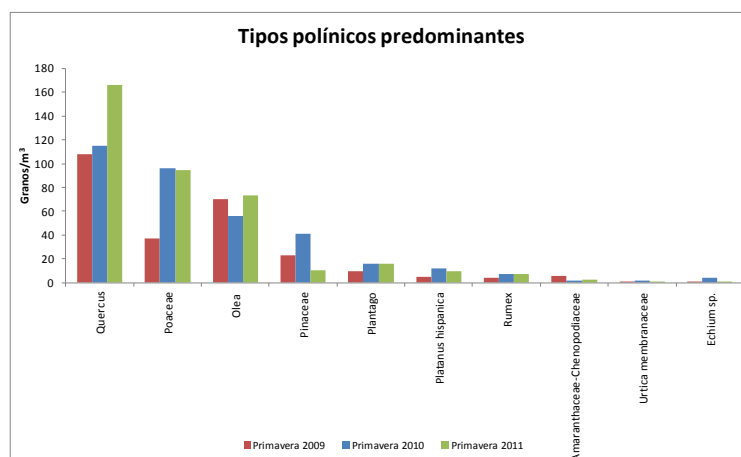


Figura 32. Concentración polínica media diaria de los 10 tipos polínicos predominantes durante el periodo primaveral de 2009 a 2011.

3.3.7. CONCENTRACIÓN POLÍNICA MENSUAL

En la tabla 21 y la figura 33 se muestran las concentraciones polínicas totales medias mensuales en el jardín de la Facultad de Ciencias, en la terraza de la Facultad de Ciencias y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias.

Mayo ha sido el mes en promedio que registra mayores concentraciones polínicas en las primaveras estudiadas y en los tres lugares muestreados. La concentración media mensual más elevada fue de 761 granos/m³ registrada en mayo de 2010 en la terraza de la Facultad de Ciencias. Se han encontrado dos excepciones mensuales en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias, en el mes de marzo de 2009 con una concentración de 605 granos/m³ y en el mes de abril de 2011 con 597 granos/m³.

Enero ha sido el mes que registra menores concentraciones polínicas en los tres lugares muestreados. La concentración media más reducida fue de 10 granos/m³ registrada en enero de 2011 en la terraza de la Facultad de Ciencias.

Tabla 21. Concentraciones polínicas totales medias mensuales en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el periodo de marzo de 2009 a marzo de 2012 (granos/m³).

Promedios mensuales	Concentración FCj	Concentración FCt	Concentración EIAt
Marzo, 2009	318	286	605
Abril, 2009	286	258	211
Mayo, 2009	572	511	344
Junio, 2009	42	43	68
Enero 2010		21	14
Febrero 2010		27	90
Marzo, 2010	110	52	133
Abril, 2010	427	463	316
Mayo, 2010	698	761	489
Junio, 2010	85	114	136
Enero, 2011		10	15
Febrero, 2011		79	103
Marzo, 2011	296	104	112
Abril, 2011	663	646	597
Mayo, 2011	606	690	272
Junio, 2011	119	111	75
Enero, 2012		22	19
Febrero, 2012		24	50
Marzo, 2012		45	111

Nota: las concentraciones de marzo de 2009 en el jardín y en la terraza de la Facultad de Ciencias, y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias corresponden a las registradas desde el 21 hasta el 31 de marzo, mismo periodo que en en los meses de marzo de 2010 y 2011 en el jardín de la Facultad de Ciencias.

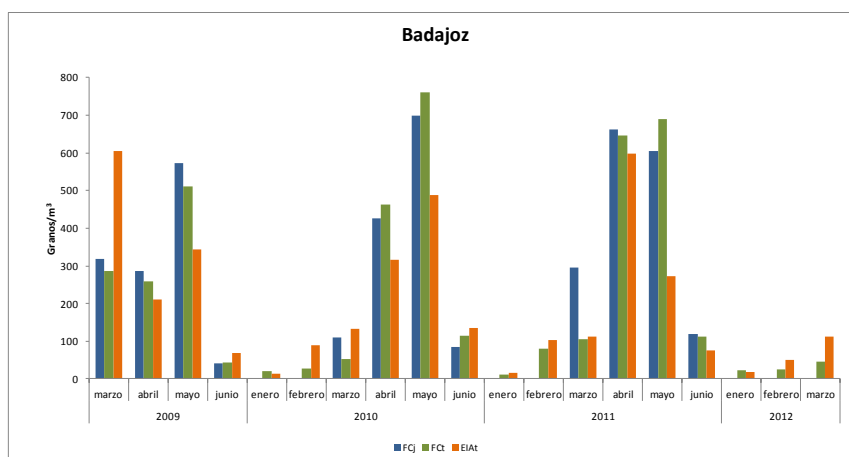


Figura 33. Concentración polínica total mensual en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el periodo de marzo de 2009 a marzo de 2012.

3.3.8. CONCENTRACIÓN POLÍNICA ESPACIAL

La concentración polínica total media diaria y los porcentajes en tanto por cien (%), sobre el total del polen, de los tipos polínicos predominantes en invierno y primavera en cada uno de los lugares y en cada periodo de tiempo estudiado se muestra en las tablas 22 y 23.

Tabla 22. Concentraciones polínicas medias diarias de los tipos polínicos predominantes en invierno en los dos lugares muestreados durante el periodo de 2010 a 2012 (granos/m³ y %).

Lugar estudio	Periodo estudio	Total	<i>Cupressaceae</i>		<i>Fraxinus-Phillyrea</i>		<i>Urticaceae pp.</i>		<i>Alnus glutinosa</i>		<i>Urtica membra.</i>	
		g/m ³	g/m ³	%	g/m ³	%	g/m ³	%	g/m ³	%	g/m ³	%
FCt	Invierno 2010	24	8	32	5	21	2	9	2	7	2	9
	Invierno 2011	43	23	53	1	2	1	2	1	3	2	4
	Invierno 2012	27	8	30	7	25	0	1	2	6	0	1
	Total estudio	31	13	39	4	16	1	4	2	6	1	5
EIAt	Invierno 2010	53	37	69	2	10	5	4	1	3	2	4
	Invierno 2011	57	38	66	1	2	4	2	1	3	1	3
	Invierno 2012	54	33	61	6	13	1	1	2	3	0	1
	Total estudio	55	36	65	3	8	4	2	1	3	1	3

Tabla 23. Concentraciones polínicas medias diarias de los tipos polínicos predominantes en primavera en los tres lugares muestreados durante el periodo de 2009 a 2011 (granos/m³ y %).

Lugar estudio	Periodo estudio	Total	<i>Quercus</i>		<i>Poaceae</i>		<i>Olea</i>		<i>Pinaceae</i>		<i>Plantago</i>	
		g/m ³	g/m ³	%	g/m ³	%	g/m ³	%	g/m ³	%	g/m ³	%
FCj	Primavera 2009	304	98	32	46	15	80	26	39	13	7	2
	Primavera 2010	374	113	30	95	25	58	15	60	16	13	3
	Primavera 2011	446	170	38	117	26	80	18	16	4	16	4
	Total estudio	375	127	34	86	23	73	19	39	10	12	3
FCt	Primavera 2009	275	96	35	33	12	82	30	28	10	14	5
	Primavera 2010	412	131	32	107	26	69	17	60	15	14	4
	Primavera 2011	456	174	38	117	26	105	23	11	2	17	4
	Total estudio	381	134	35	85	22	85	22	33	9	15	4
EIAt	Primavera 2009	260	130	50	33	13	49	19	3	1	10	4
	Primavera 2010	310	101	33	86	28	42	14	3	1	21	7
	Primavera 2011	303	154	51	50	17	37	12	4	1	17	5
	Total estudio	291	128	44	56	19	43	15	3	1	16	5

Durante el invierno, en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (55 granos/m³) se han registrado concentraciones superiores que en la terraza de Facultad de Ciencias (31 granos/m³). Se pueden apreciar las diferencias de concentración de *Cupressaceae* y *Urticaceae pp.* entre ambos lugares siendo mayores las registradas en la Escuela de Ingenierías Agrarias. Las concentraciones de los tipos *Fraxinus-Phillyrea*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea* han sido

similares en los ambos lugares. Durante el periodo primaveral estudiado, en la terraza de la Facultad de Ciencias (381 granos/m^3) se han registrado concentraciones superiores a la del jardín de la Facultad de Ciencias (375 granos/m^3) y la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (291 granos/m^3). Se pueden observar las diferencias en los tipos polínicos de *Poaceae*, *Olea* y *Pinaceae* entre los dos lugares de la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias. Las concentraciones registradas de *Quercus* y *Plantago* han sido similares en los tres lugares.

3.3.8.1. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA DIARIA TOTAL EN DISTANCIA Y ALTURA

Los datos diarios de concentración total polínica en los tres inviernos del estudio para los dos lugares (FCt y EIAt) no siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.682, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.537, p-valor<0.001 respectivamente). Se ha aplicado el test no paramétrico de Wilcoxon comparando la concentración polínica media entre los años estudiados, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los captadores ($Z=4.879$, p-valor<0.001).

Los datos diarios de concentración total polínica en las tres primaveras del estudio para los tres lugares (FCj, FCt y EIAt) no siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.809, p-valor <0.001; Shapiro-Wilk=0.764, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.829, p-valor<0.001 respectivamente). El test no paramétrico de Friedman ha encontrado diferencias estadísticamente significativas entre la concentración polínica media de los tres captadores ($\chi^2=30.208$, p-valor<0.001). Durante el periodo primaveral para la comparación en altura no se ha encontrado diferencias estadísticamente significativas de la concentración polínica total media diaria ($Z=-0.919$, p-valor=0.358), mientras que para la distancia se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($Z=-5.309$, p-valor <0.001), idéntico resultado se ha obtenido para la distancia durante los meses invernales ($Z=-4.879$, p-valor<0.001) (figura 34 y 35).

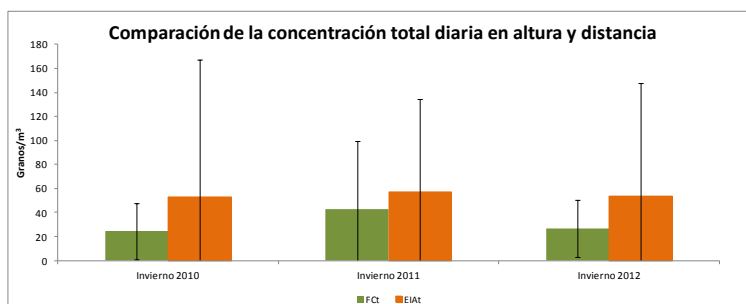


Figura 34. Concentración polínica total diaria en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2010, 2011 y 2012.

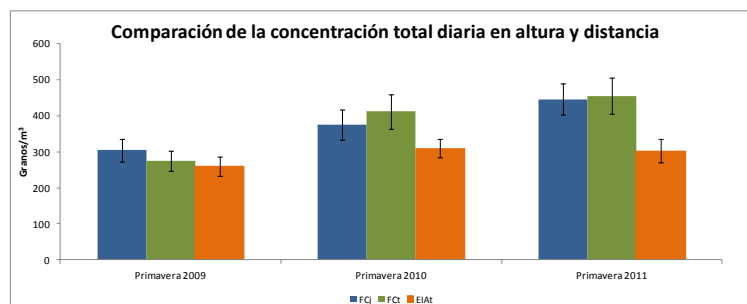


Figura 35. Concentración polínica total diaria en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

3.3.8.2. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA DE TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES EN ALTURA Y DISTANCIA

La tabla 24 muestra la comparación en altura entre los tipos polínicos predominantes en cada primavera. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre ambos niveles a excepción del caso de *Pinaceae* en 2009, y *Quercus* y *Olea* en 2010.

Tabla 24. Comparación de los tipos polínicos predominantes en altura entre la terraza y el jardín de la Facultad de Ciencias durante el periodo de 2009 a 2011.

Periodo estudio		Tipo polínico				
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Primavera 2009	Z	-0.237	-1.017	-0.723	-4.208	-0.059
	p	0.812	0.309	0.470	<0.001	0.953
Primavera 2010	Z	-2.112	-0.312	-2.321	-0.756	-1.454
	p	0.035	0.755	0.020	0.450	0.146
Primavera 2011	Z	-0.162	-1.271	-1.194	-0.818	-0.276
	p	0.871	0.204	0.232	0.413	0.783

La tabla 25 muestra la comparación en distancia entre los tipos polínicos predominantes en invierno y primavera. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos polínicos *Fraxinus-Phillyrea* en el invierno de 2011 y 2012, *Alnus glutinosa* en 2011 y 2012 y *Urtica membranacea* en 2010 y 2012. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos polínicos *Quercus* en la primavera de 2009 y 2011, *Poaceae* en 2009 y 2010 y *Plantago* en 2011. En el resto de tipos polínicos se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre ambos lugares.

Tabla 25. Comparación entre los tipos polínicos predominantes en distancia entre las terraza de la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo de 2009 a 2012.

Periodo estudio		Tipo polínico				
		<i>Cupressaceae</i>	<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>
Inverno 2010	Z	-3.526	-4.357	-4.488	-2.523	-1.594
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.012	0.111
Invierno 2011	Z	-2.394	-0.418	-5.176	-0.976	-3.309
	p	0.017	0.676	<0.001	0.329	<0.001
Invierno 2012	Z	-3.446	-0.589	-4.019	-0.092	-0.593
	p	0.001	0.556	<0.001	0.926	0.553
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Primavera 2009	Z	-0.429	-0.329	-4.002	-6.212	-2.917
	p	0.668	0.743	<0.001	<0.001	0.004
Primavera 2010	Z	-3.969	-0.091	-2.493	-6.467	-5.243
	p	<0.001	0.927	0.013	<0.001	<0.001
Primavera 2011	Z	-0.504	-6.349	-3.707	-4.944	-0.344
	p	0.614	<0.001	<0.001	<0.001	0.731

La figura 36 muestra las variaciones de los tipos polínicos invernales (*Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa*, *Urtica membranacea*) y primaverales (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago*) en los tres lugares estudiados.

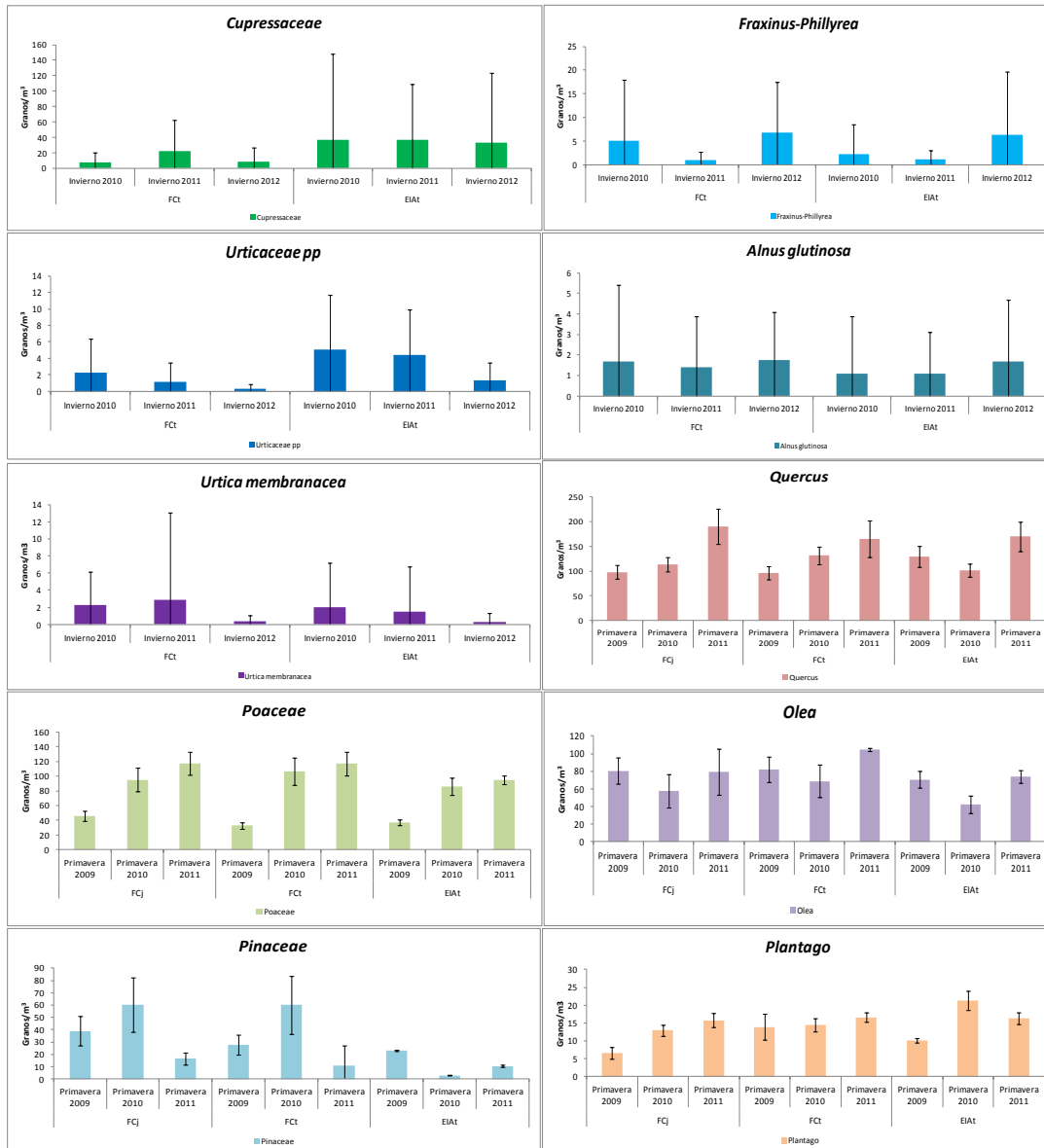


Figura 36. Concentración media polínica, con barras de error típico, de los tipos predominantes invernales; *Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa*, *Urtica membranacea* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) y de los tipos predominantes primaverales; *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante el periodo de 2009 a 2012.

3.3.8.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE MEDIAS DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA TOTAL EN ALTURA Y DISTANCIA

La correlación de la concentración polínica media total diaria registrada en cada estación se muestra en la tabla 26. En el invierno de 2010, 2011 y 2012 y en las primaveras de 2009, 2010 y 2011 se han obtenido correlaciones estadísticamente significativas entre los tres captadores estudiados para cada estación de muestreo (figura 37 y 38).

Tabla 26. Correlaciones entre los tres lugares estudiados en el periodo de muestreo durante el periodo de 2009 a 2012.

Periodo	o	Lugar		
				FCt-EIAt
Invierno 2010	r			0.704**
Invierno 2011	r			0.801**
Invierno 2012	r			0.495**
		FCj-FCt	FCj-EIAt	FCt-EIAt
Primavera 2009	r	0.963**	0.729**	0.745**
Primavera 2010	r	0.949**	0.819**	0.848**
Primavera 2011	r	0.894**	0.869**	0.878**

La significación (p) ha sido en todos los casos <0,001.

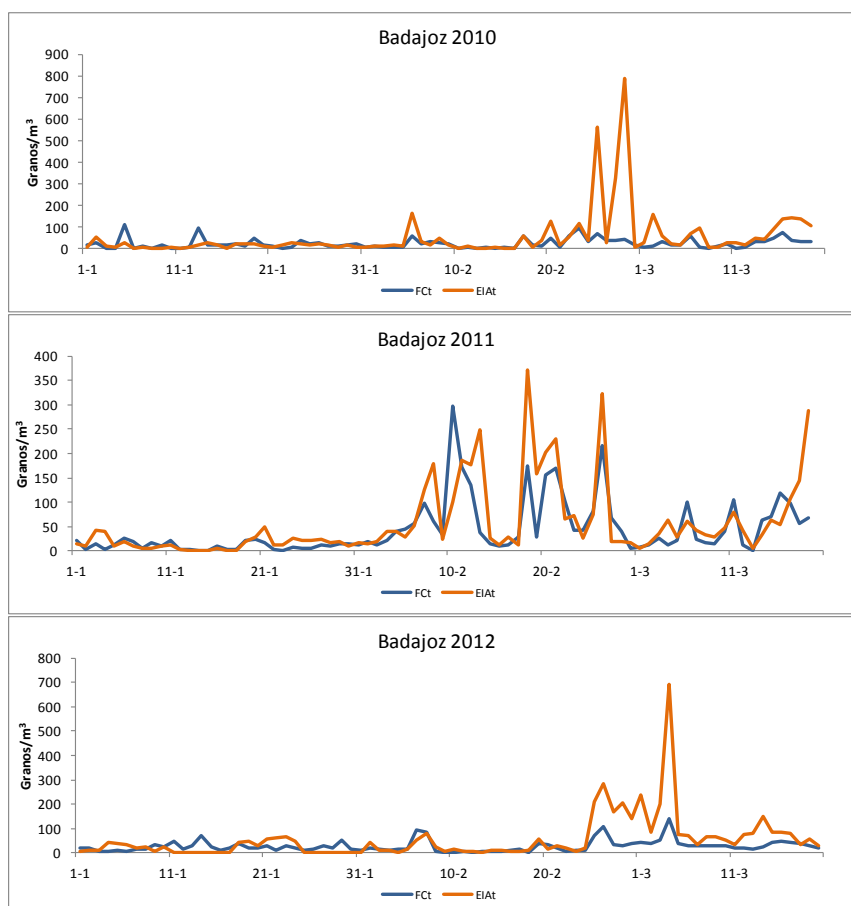


Figura 37. Concentración total media diaria en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en el invierno de 2010, 2011 y 2012.

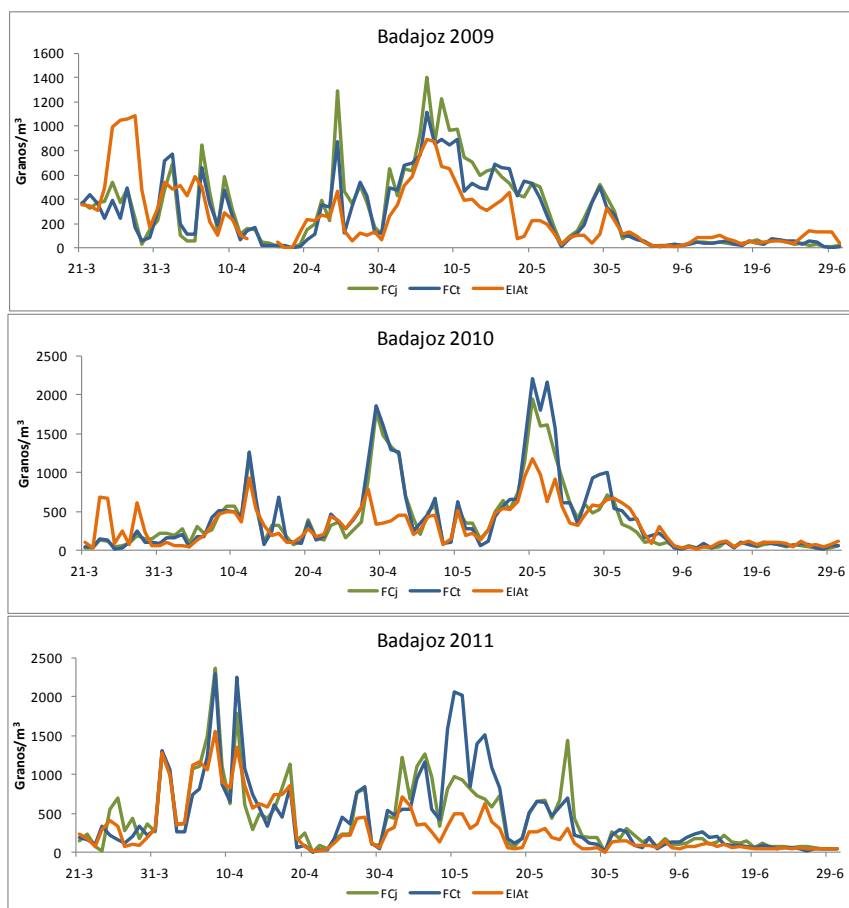


Figura 38. Concentración total media diaria en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

3.3.8.4. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA DIARIA DE TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES EN ALTURA Y DISTANCIA

La tabla 27 muestra la correlación entre los tipos polínicos predominantes en altura en cada primavera estudiada, encontrándose correlaciones estadísticamente significativas en todos los tipos polínicos.

Tabla 27. Correlación entre los tipos polínicos mayoritarios en altura durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Periodo		Tipo polínico				
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Primavera 2009	r	0.959**	0.884**	0.954**	0.895**	0.598**
Primavera 2010	r	0.959**	0.938**	0.982**	0.868**	0.840**
Primavera 2011	r	0.944**	0.934**	0.898**	0.833**	0.854**

La significación (p) ha sido en todos los casos <0,001.

La tabla 28 muestra la correlación entre los tipos polínicos predominantes en distancia en cada invierno y primavera, encontrándose correlaciones estadísticamente significativas en todos los tipos polínicos, salvo para *Urtica membranacea* en 2010 y 2012, y *Urticaceae pp.* en 2011 y 2012.

Tabla 28. Correlación entre los tipos polínicos mayoritarios en distancia durante el periodo de 2009 a 2012.

Periodo		Tipo polínico				
		<i>Cupressaceae</i>	<i>Fraxinus-Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membra.</i>
Invierno 2010	r	0.722**	0.427**	0.449**	0.567**	0.112
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.325
Invierno 2011	r	0.764**	0.296**	0.108	0.486**	0.394**
	p	<0.001	0.008	0.342	<0.001	<0.001
Invierno 2012	r	0.624**	0.298**	-0.150	0.252*	0.173
	p	<0.001	0.007	0.183	0.024	0.124
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Primavera 2009	r	0.905**	0.793**	0.918**	0.554**	0.501**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Primavera 2010	r	0.876**	0.930**	0.911**	0.550**	0.889**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Primavera 2011	r	0.929**	0.840**	0.842**	0.576**	0.810**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Las figuras 39, 40, 41, 42, 43 y 44 muestran las variaciones de los tipos polínicos predominantes en los lugares estudiados en la primavera de 2009, en el invierno y la primavera de 2010 y 2011, y en el invierno de 2012.

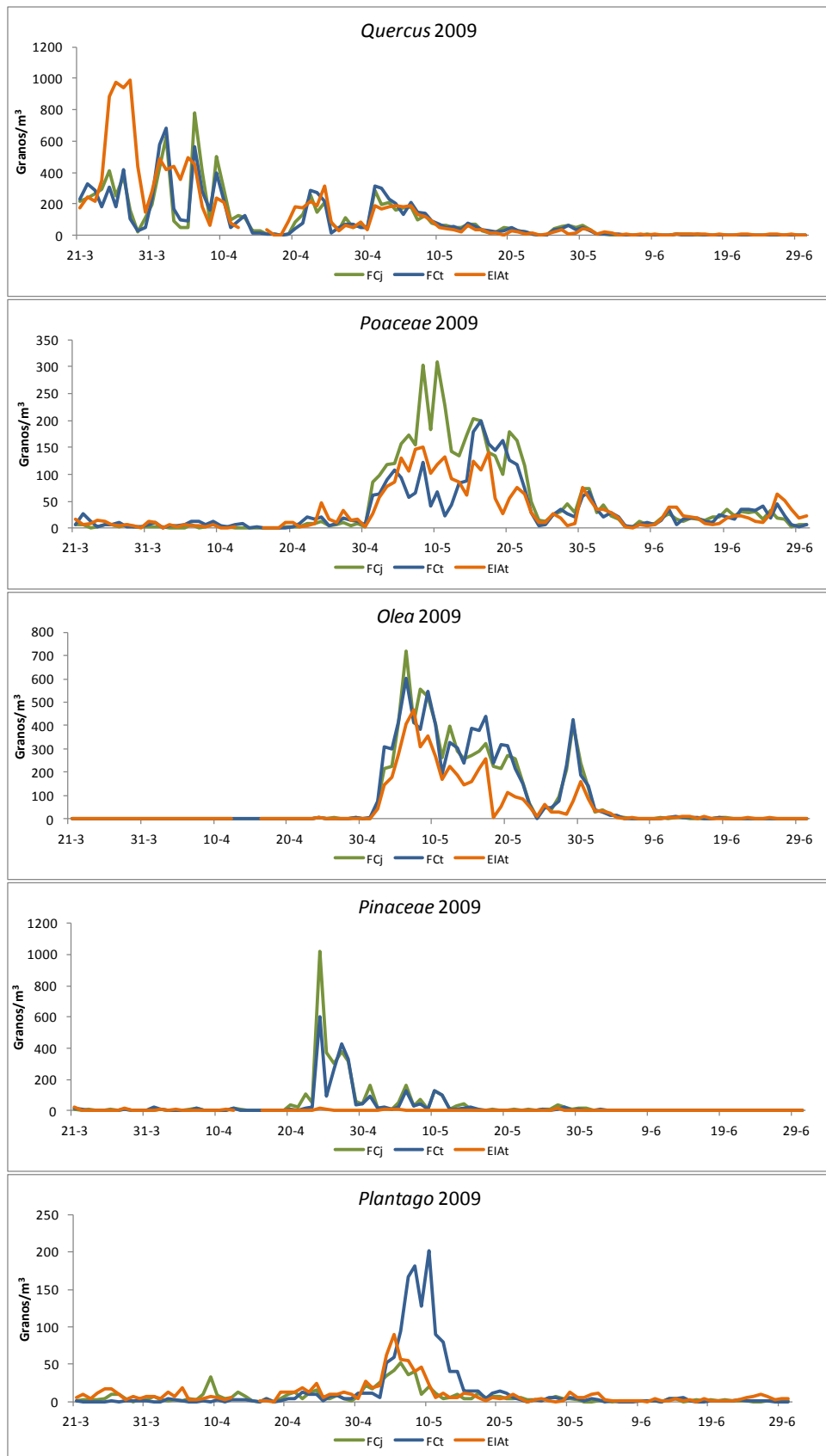


Figura 39. Variación de los tipos polínicos *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* en el jardín (FCJ), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2009.

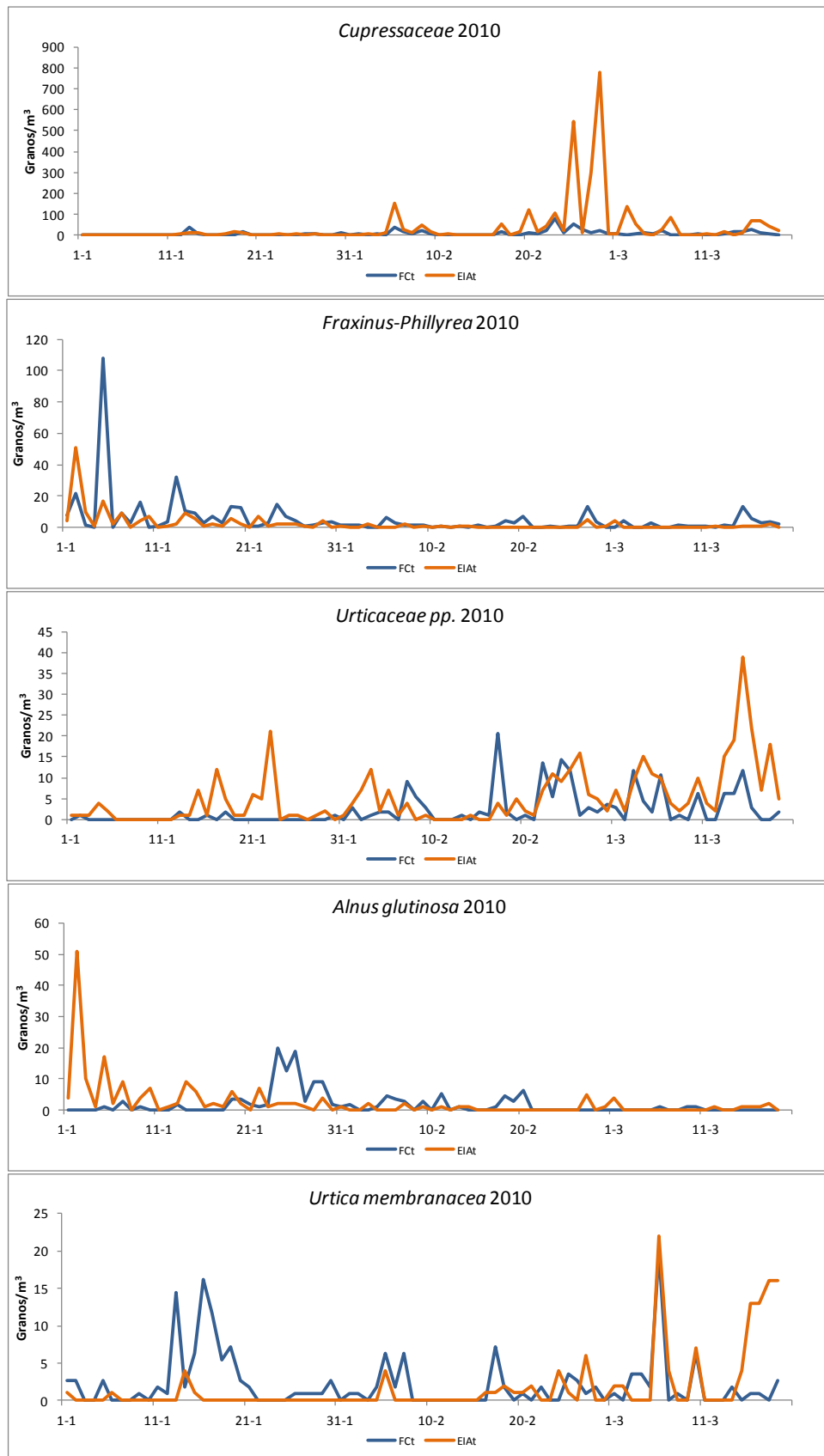


Figura 40. Variación de los tipos polínicos *Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2010.

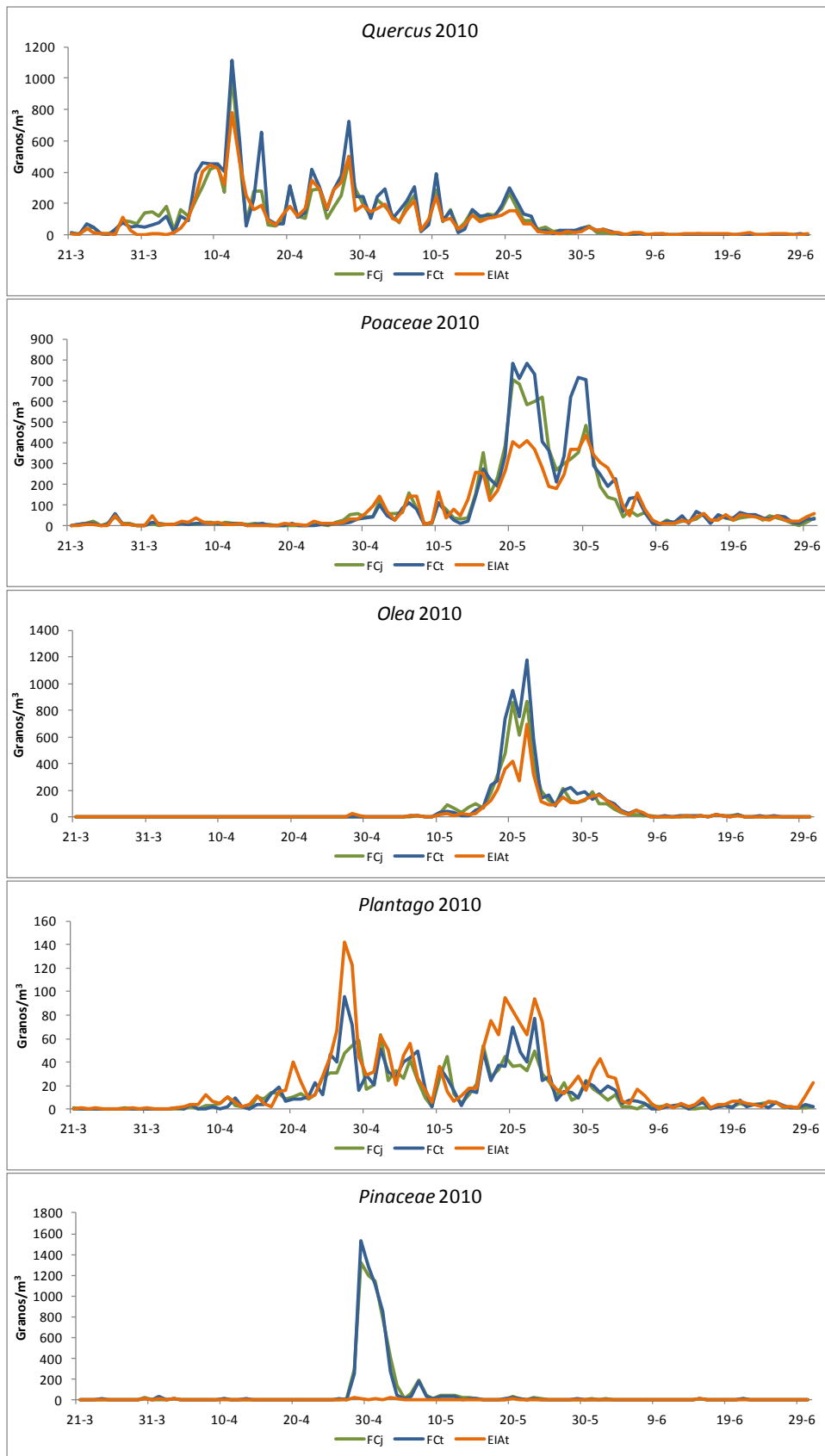


Figura 41. Variación de los tipos polínicos *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2010.

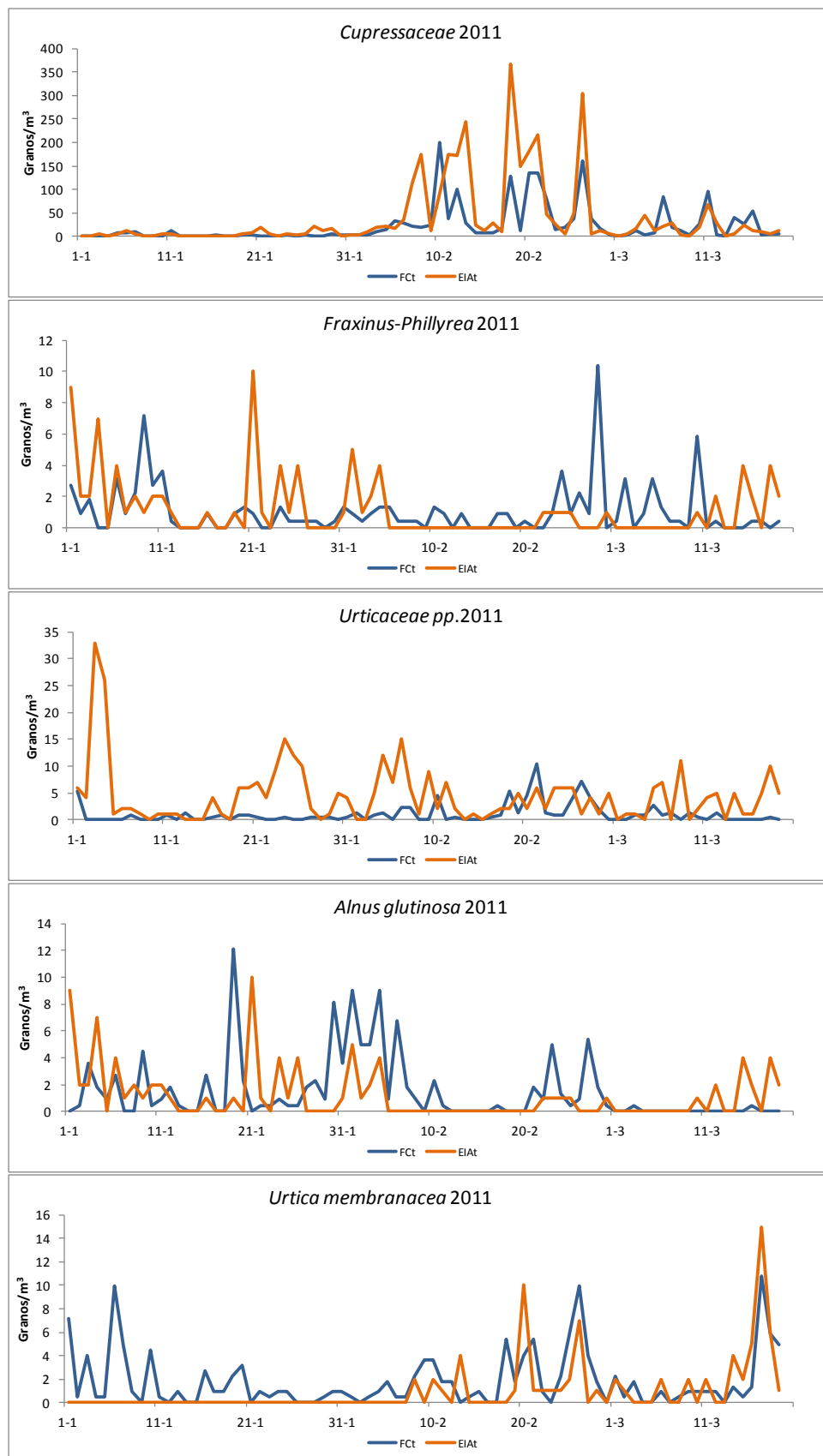


Figura 42. Variación de los tipos polínicos *Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCT) y en la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2011.

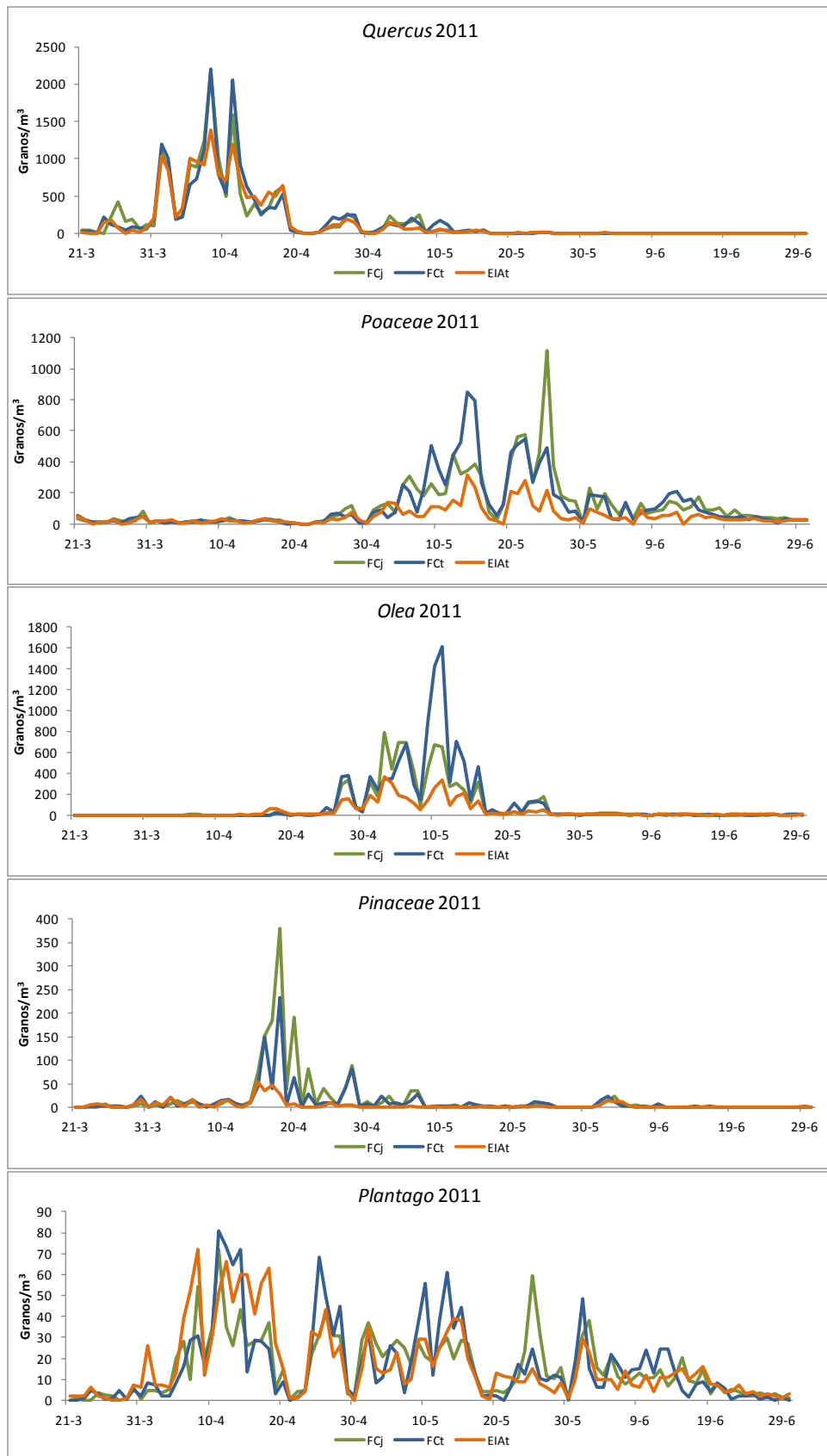


Figura 43. Variación de los tipos polínicos *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* en el jardín (FCJ), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2011.

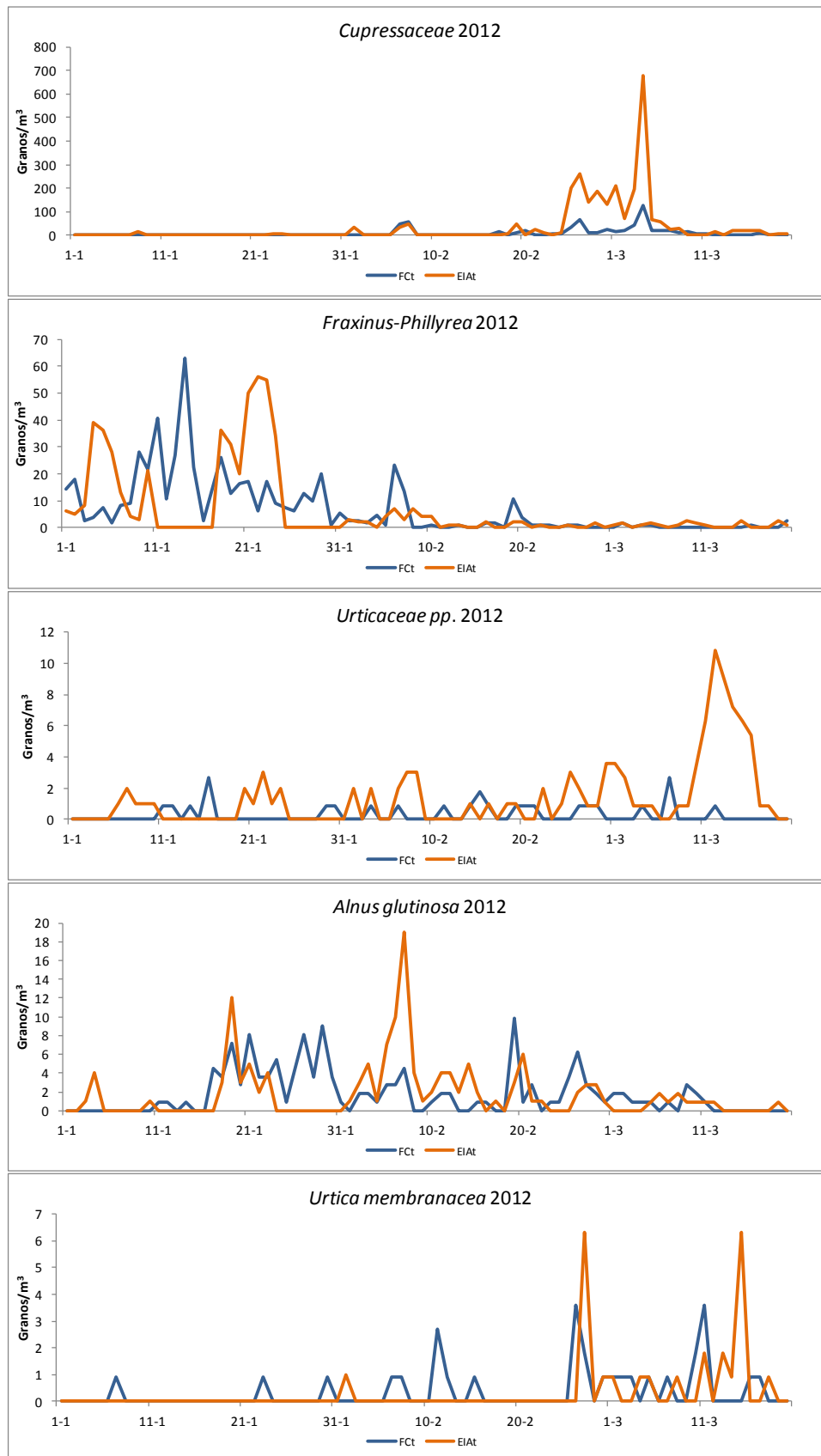


Figura 44. Variación de los tipos polínicos *Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2012.

3.3.9. RELACIÓN CONCENTRACIÓN POLÍNICA Y METEOROLOGÍA

3.3.9.1. RELACIÓN CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA DIARIA Y METEOROLOGÍA

En este apartado se estudia la relación entre la concentración polínica total media diaria y los parámetros meteorológicos (tabla 29 y 30).

Tabla 29. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los lugares estudiados y los parámetros meteorológicos en el invierno de 2010, 2011 y 2012.

Parámetro meteorológico		Período							
		Invierno 2010		Invierno 2011		Invierno 2012		Invierno 2010-2012	
		FCt	EIAt	FCt	EIAt	FCt	EIAt	FCt	EIAt
Dv.	r	-0.099	-0.187	0.516**	0.314**	0.128	0.218	0.202**	0.085
	p	0.381	0.097	<0.001	0.005	0.256	0.052	0.002	0.189
Hs.	r	0.197	0.159	0.533**	0.361**	-0.067	0.280*	-0.107	-0.174**
	p	0.081	0.160	<0.001	<0.001	0.553	0.012	0.099	0.007
Hr.	r	-0.053	-0.152	-0.300**	-0.253*	0.079	-0.212	0.245**	0.218**
	p	0.641	0.179	0.007	0.024	0.488	0.059	<0.001	0.001
Pp.	r	-0.072	0.101	-0.236*	-0.188	-0.054	-0.168	-0.157*	-0.057
	p	0.526	0.375	0.037	0.096	0.636	0.135	0.015	0.380
Rd.	r	0.394**	0.544**	0.169	0.178	0.423**	0.407**	0.274**	0.361**
	p	<0.001	<0.001	0.134	0.113	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Rfa.	r	0.296**	0.320**	0.622**	0.463**	0.152	0.482**	0.361**	0.375**
	p	0.008	0.004	<0.001	<0.001	0.177	<0.001	<0.001	<0.001
Rs.	r	0.313**	0.334**	0.596**	0.444**	0.176	0.511**	0.361**	0.378**
	p	0.005	0.002	<0.001	<0.001	0.118	<0.001	<0.001	<0.001
Tmax.	r	0.688**	0.738**	0.814**	0.627**	0.507**	0.707**	0.680**	0.667**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Tmed.	r	0.553**	0.616**	0.463**	0.297**	0.607**	0.612**	0.497**	0.521**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Tmin.	r	0.366**	0.436**	0.033	-0.031	0.520**	0.375**	0.200**	0.219**
	p	<0.001	<0.001	0.771	0.783	<0.001	0.001	0.002	0.001
Ts.	r	0.498**	0.631**	0.215	0.054	0.565**	0.532**	0.330**	0.396**
	p	<0.001	<0.001	0.056	0.634	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Vv.	r	-0.078	0.062	0.101	0.056	0.108	0.109	-0.009	0.037
	p	0.494	0.586	0.373	0.619	0.341	0.336	0.890	0.566

En todos los inviernos se han encontrado correlaciones positivas estadísticamente significativas entre la concentración polínica media diaria de las terrazas de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias y la radiación solar, radiación difusa, radiación fotosintética activa, temperatura máxima, media y mínima. Se han encontrado un menor número de correlaciones estadísticamente significativas con la velocidad del viento, la humedad relativa y la precipitación. Las figuras 45 y 46 muestran correlaciones estadísticamente significativas entre ambos lugares con la temperatura media y la radiación solar.

En las primaveras de 2009 y 2010 se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas entre la concentración media diaria del jardín y de la terraza de la Facultad de Ciencias con las horas de sol, la humedad relativa, la precipitación, la radiación solar, la temperatura mínima y la velocidad del viento. En la primavera de 2011 en la terraza de la

Escuela de Ingenierías Agrarias no se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas con las horas de sol, la humedad relativa y la velocidad del viento. Las figuras 47, 48, 49, 50 muestran aquellos casos en que las correlaciones son estadísticamente significativas entre los tres lugares con la humedad relativa, la precipitación, la radiación solar y la velocidad del viento.

Tabla 30. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tres lugares estudiados y los parámetros meteorológicos en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Parámetro meteorológico	Periodo												
	Primavera 2009			Primavera 2010			Primavera 2011			Primavera 2009-2011			
	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	
Dv.	r	0.132	0.125	0.086	0.186	0.191	0.062	-0.123	0.010	0.000	0.061	0.092	0.033
	p	0.187	0.211	0.387	0.062	0.055	0.535	0.219	0.919	0.997	0.286	0.107	0.562
Hs.	r	0.214*	0.251*	0.117	0.335**	0.395**	0.375**	-0.117	-0.003	-0.101	-0.141*	-0.165**	-0.158**
	p	0.032	0.011	0.243	<0.001	<0.001	<0.001	0.240	0.977	0.314	0.013	0.004	0.006
Hr.	r	-0.354**	-0.380**	-0.316**	-0.191	-0.233**	-0.227**	-0.043	-0.116	-0.100	0.173**	0.228**	0.082
	p	0.000	0.000	0.001	0.054	0.019	0.022	0.669	0.245	0.319	0.002	<0.001	0.155
Pp.	r	-0.362**	-0.404**	-0.392**	-0.219*	-0.263	-0.208*	-0.264*	-0.320**	-0.318**	-0.260**	-0.294**	-0.269**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.027	0.008	0.036	0.013	0.003	0.003	<0.001	<0.001	<0.001
Rd.	r	-0.242*	-0.274	-0.184	-0.229*	-0.240*	-0.257**	-0.079	-0.165	-0.093	-0.218**	-0.250**	-0.126*
	p	0.014	0.005	0.065	0.021	0.015	0.009	0.432	0.097	0.350	<0.001	<0.001	0.028
Rfa.	r	0.104	0.126	-0.021	0.185	0.257**	0.238*	-0.147	-0.052	-0.156	0.061	0.111	-0.030
	p	0.299	0.207	0.832	0.063	0.009	0.016	0.140	0.606	0.118	0.289	0.052	0.602
Rs.	r	0.073	0.094	-0.035	0.172	0.246**	0.229**	-0.179	-0.085	-0.200*	0.059	0.109	-0.044
	p	0.464	0.348	0.726	0.085	0.013	0.021	0.072	0.397	0.044	0.302	0.056	0.449
Tmax.	r	-0.058	-0.047	-0.061	0.002	0.134	0.187	-0.043	0.042	-0.090	-0.020	0.045	-0.028
	p	0.561	0.639	0.545	0.987	0.180	0.060	0.671	0.675	0.370	0.728	0.434	0.627
Tmed.	r	-0.091	-0.086	-0.125	-0.030	0.100	0.149	-0.087	-0.035	-0.169	-0.050	0.002	-0.087
	p	0.365	0.388	0.209	0.762	0.315	0.134	0.386	0.728	0.089	0.384	0.973	0.132
Tmin.	r	-0.235*	-0.256**	-0.282**	-0.147	-0.031	0.007	-0.191	-0.227*	-0.338**	-0.178**	-0.156**	-0.244**
	p	0.017	0.009	0.004	0.141	0.757	0.947	0.054	0.022	0.001**	0.002	0.006	<0.001
Ts.	r	-0.153	-0.131	-0.212*	-0.088	0.038	0.047	-0.331**	-0.289**	-0.421**	-0.186**	-0.136*	-0.229**
	p	0.126	0.191	0.032	0.376	0.704	0.637	0.001	0.003	<0.001	0.001	0.017	<0.001
Vv.	r	0.226*	0.205*	0.042	0.220*	0.214*	0.047	-0.077	-0.098	-0.044	0.063	0.044	-0.004
	p	0.023	0.038	0.674	0.026	0.031	0.636	0.444	0.325	0.658	0.273	0.447	0.940

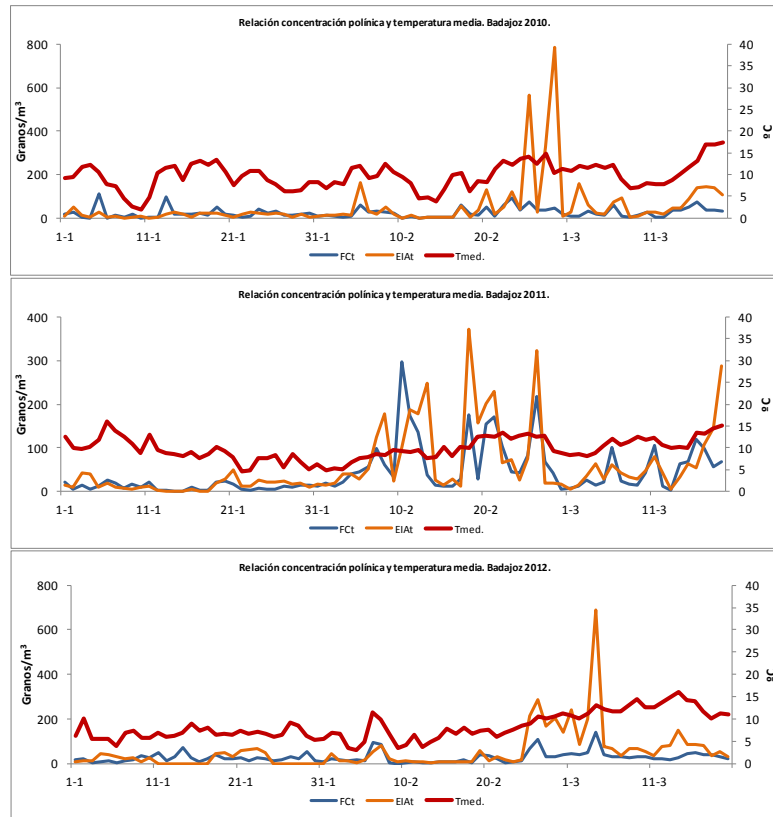


Figura 45. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la temperatura media en los dos lugares estudiados en el invierno de 2010, 2011 y 2012.

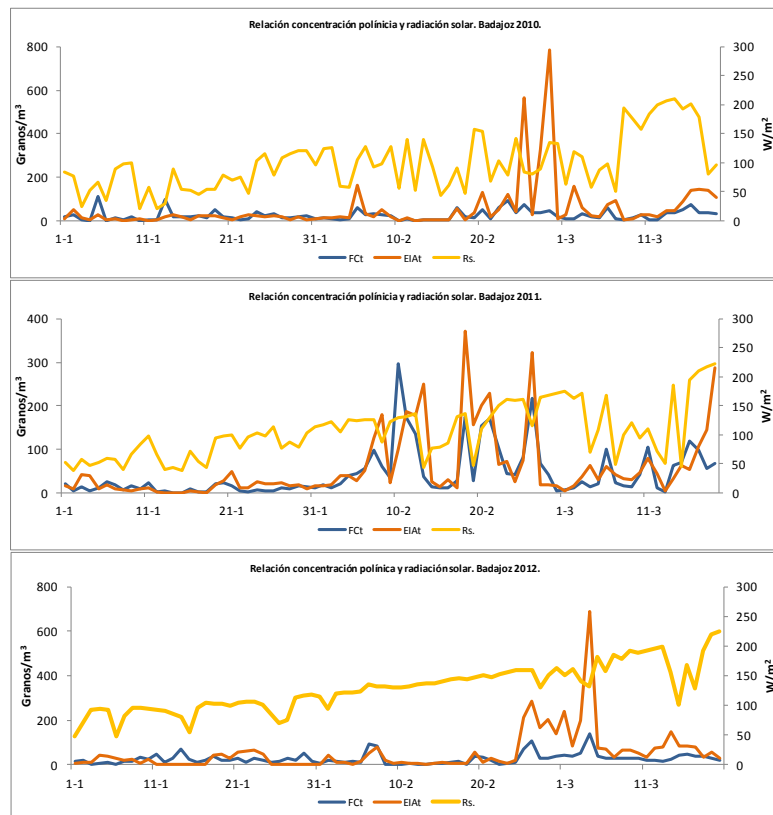


Figura 46. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la radiación solar en los dos lugares estudiados en el invierno de 2010, 2011 y 2012.

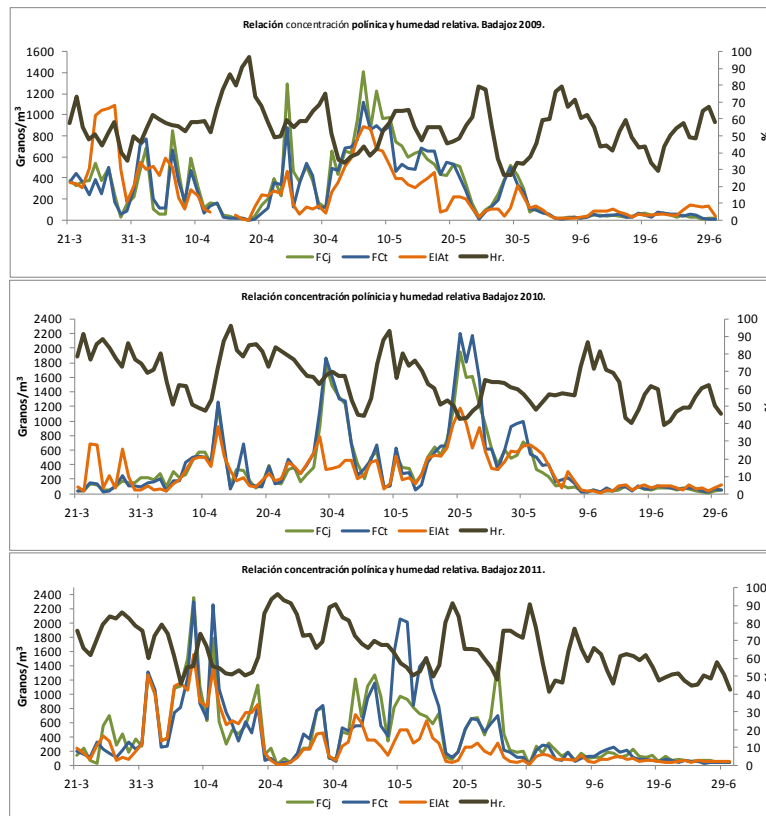


Figura 47. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la humedad relativa en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

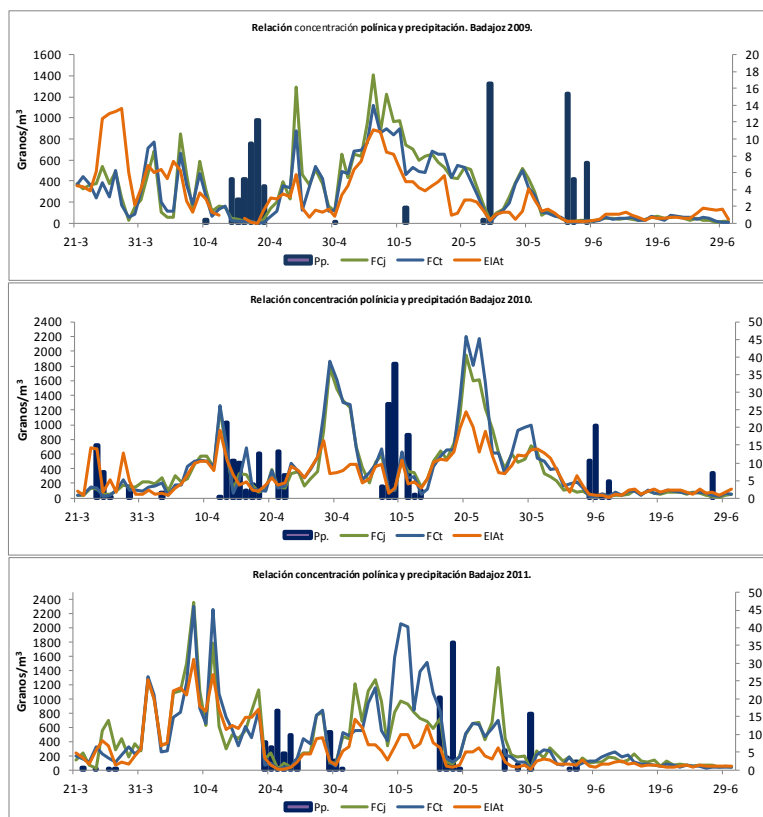


Figura 48. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la precipitación en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

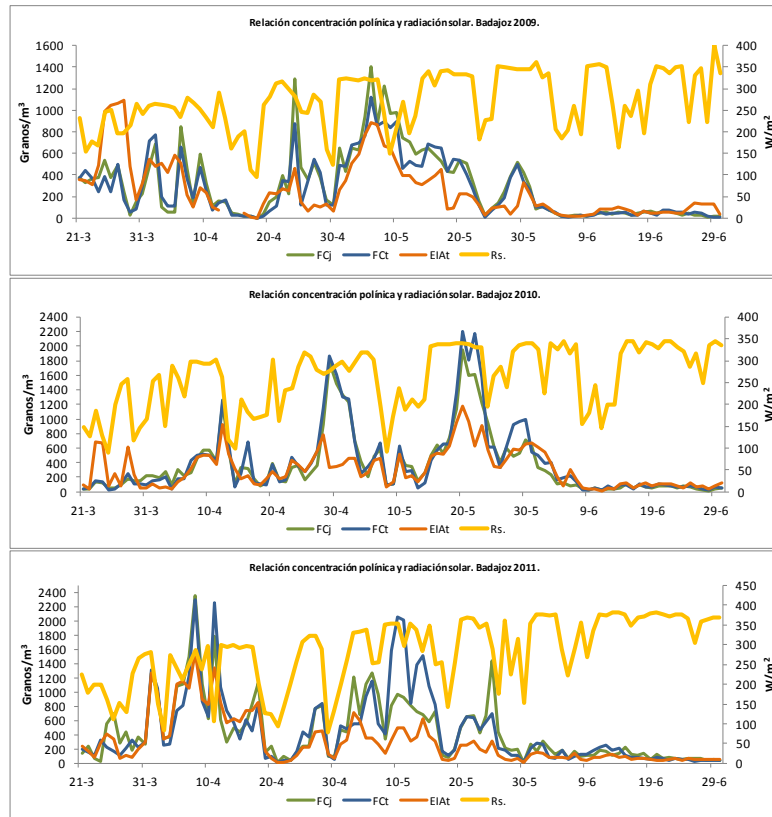


Figura 49. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la radiación solar en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

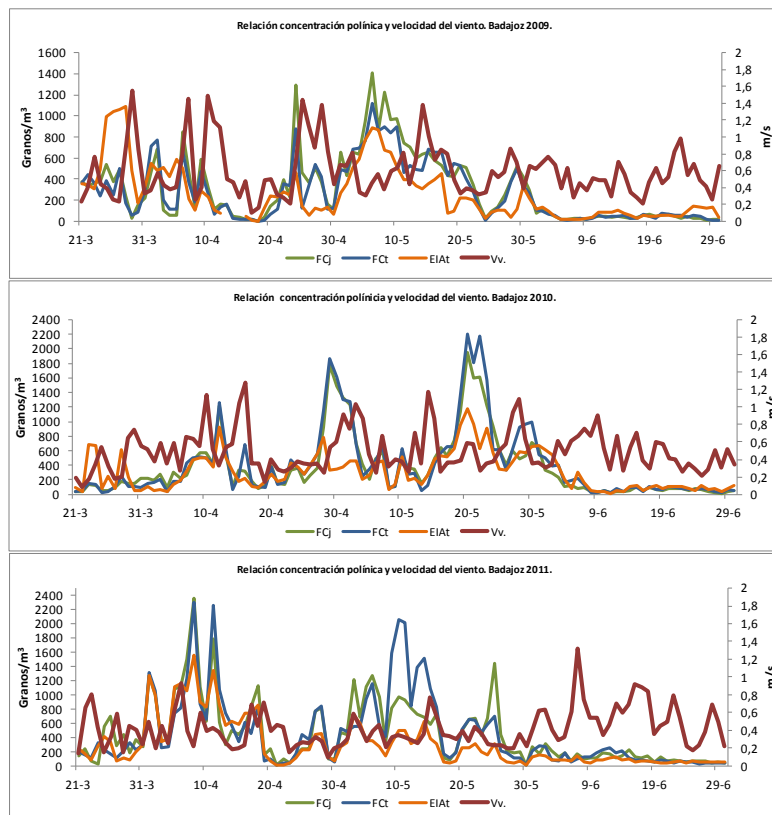


Figura 50. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la velocidad del viento en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

3.3.9.2. RELACIÓN CONCENTRACIÓN POLÍNICA TIPOS POLÍNICOS PREDOMINANTES Y METEOROLOGÍA

Las tablas 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38 muestran las correlaciones entre los tipos polínicos mayoritarios (*Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp.*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea* en invierno, y *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* en primavera) con los parámetros meteorológicos (dirección del viento, horas de sol, humedad relativa, precipitación, radiación difusa, radiación fotosintética, radiación solar, temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, temperatura del suelo y velocidad del viento).

Tabla 31. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009.

Primavera 2009																
		FCj					FCt					EIAi				
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Dv.	r	0.191	-0.126	-0.148	0.251*	0.108	0.146	-0.058	-0.144	0.256**	0.031	0.190	0.190	-0.220*	-0.149	0.167
	p	0.054	0.208	0.139	0.011	0.278	0.144	0.566	0.149	0.009	0.760	0.060	0.060	0.029	0.142	0.099
Hr.	r	-0.193	-0.483**	-0.312**	-0.104	-0.236*	-0.172	-0.508**	-0.365**	-0.164	-0.251*	-0.115	-0.115	-0.327**	-0.336**	-0.163
	p	0.051	<0.001	0.001	0.300	0.017	0.084	<0.001	<0.001	0.099	0.011	0.258	0.258	0.001	0.001	0.106
Hs.	r	0.027	0.448**	0.302**	0.071	0.120	0.019	0.516**	0.318**	0.060	0.251*	-0.080	-0.080	0.291**	0.360**	0.117
	p	0.789	0.000	0.002	0.483	0.233	0.853	0.000	0.001**	0.551	0.011	0.434	0.434	0.004	0.000	0.253
Pp.	r	-0.240*	-0.320**	-0.133	-0.137	-0.140	-0.241*	-0.417**	-0.174	-0.227*	-0.166	-0.218**	-0.218**	-0.128	-0.325**	-0.216*
	p	0.015	0.001	0.181	0.169	0.161	0.015	<0.001	0.081	0.022	0.096	0.030	0.030	0.208	0.001	0.032
Rd.	r	-0.310**	-0.100	0.023	-0.200*	-0.233*	-0.291**	-0.208*	0.004	-0.197*	-0.191	-0.202*	-0.202*	0.035	-0.044	-0.342**
	p	0.002	0.319	0.815	0.044	0.018	0.003	0.036	0.966	0.047	0.055	0.045	0.045	0.733	0.668	0.001
Rfa.	r	-0.140	0.476**	0.346**	0.040	0.028	-0.147	0.495**	0.373**	0.006	0.251*	-0.248*	-0.248*	0.340**	0.387**	0.003
	p	0.162	0.000	0.000	0.691	0.780	0.141	<0.001	<0.001	0.954	0.011	0.013	0.013	0.001	<0.001	0.974
Rs.	r	-0.167	0.470**	0.336**	0.010	0.000	-0.177	0.483**	0.362**	-0.029	0.231*	-0.27**	-0.274**	0.330**	0.397**	-0.015
	p	0.094	0.000	0.001	0.921	0.998	0.075	<0.001	<0.001	0.771	0.020	0.01	0.006	0.001	0.000	0.883
Tmax.	r	-0.365**	0.588**	0.480**	-0.209*	-0.139	-0.359**	0.536**	0.505**	-0.263**	0.144	-0.43**	-0.429	0.499**	0.471**	-0.180
	p	0.000	0.000	0.000	0.035	0.164	<0.001	<0.001	<0.001	0.008	0.149	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.075
Tmed.	r	-0.457**	0.649**	0.560**	-0.213*	-0.170	-0.454**	0.571**	0.588**	-0.265**	0.158	-0.53**	-0.533**	0.566**	0.515**	-0.258**
	p	0.000	<0.001	<0.001	0.031	0.088	<0.001	<0.001	<0.001	0.007	0.113	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.010
Tmin.	r	-0.612**	0.551**	0.537**	-0.242	-0.301	-0.624**	0.427**	0.553**	-0.312**	0.064	-0.66**	-0.655**	0.527**	0.412**	-0.386**
	p	0.000	<0.001	<0.001	0.014	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.523	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
Ts.	r	-0.571**	0.634**	0.561**	-0.298**	-0.247*	-0.559**	0.579**	0.581**	-0.342**	0.125	-0.64**	-0.644**	0.563**	0.520**	-0.345**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.012	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.211	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Vv.	r	0.091	0.149	0.156	0.304**	0.052	0.035	0.166	0.169	0.364**	0.166	0.05	0.051	0.071	0.132	0.082
	p	0.362	0.136	0.117	0.002	0.601	0.725	0.096	0.090	<0.001	0.095	0.62	0.619	0.483	0.193	0.421

Tabla 32. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el invierno de 2010.

Invierno 2010											
		FCt					EIAr				
		<i>Capresaceae</i>	<i>Fraxinus</i> <i>-Phillyrea</i>	<i>Urticaceae</i> pp.	<i>Alnus</i> <i>glutinosa</i>	<i>Urtica</i> <i>membranacea</i>	<i>Capresaceae</i>	<i>Fraxinus</i> <i>-Phillyrea</i>	<i>Urticaceae</i> pp.	<i>Alnus</i> <i>glutinosa</i>	<i>Urtica</i> <i>membranacea</i>
Dv.	r	-0.218	0.224*	-0.253**	0.514**	-0.150	-0.293**	0.054	-0.278*	0.383**	-0.249
	p	0.052	0.046	0.023	<0.001	0.185	0.008	0.637	0.013	<0.001	0.026
Hr.	r	0.128	0.169	0.049	0.280*	-0.194	0.083	-0.100	0.046	0.274*	-0.036
	p	0.258	0.134	0.669	0.012	0.084	0.463	0.380	0.682	0.014	0.749
Hs.	r	-0.050	-0.067	0.108	-0.148	0.291**	0.009	0.029	-0.060	-0.306**	-0.118
	p	0.658	0.554	0.341	0.191	0.009	0.936	0.800	0.598	0.006	0.299
Pp.	r	0.073	-0.449**	0.276*	-0.431**	-0.125	0.185	-0.252*	0.021	-0.481**	0.196
	p	0.519	<0.001	0.013	<0.001	0.271	0.101	0.024	0.852	<0.001	0.082
Rd.	r	0.398**	-0.264*	0.434**	-0.281**	0.098	0.392**	-0.266*	0.547**	-0.268*	0.388**
	p	<0.001	0.018	<0.001	0.012	0.385	<0.001	0.017	<0.001	0.016	<0.001
Rfa.	r	0.282*	-0.008	0.214	0.136	-0.142	0.240*	-0.289	0.229*	0.149	0.132
	p	0.011	0.942	0.057	0.229	0.210	0.032	0.009	0.041	0.188	0.245
Rs.	r	0.301**	-0.002	0.224*	0.134	-0.119	0.260*	-0.293**	0.231*	0.143	0.139
	p	0.007	0.987	0.046	0.234	0.293	0.020	0.008	0.039	0.205	0.218
Tmax.	r	0.610**	0.121	0.467**	-0.194	0.257*	0.726**	-0.098	0.597**	-0.202	0.338**
	p	<0.001	0.287	<0.001	0.085	0.021	<0.001	0.385	<0.001	0.073	0.002
Tmed.	r	0.477**	0.074	0.382**	-0.319**	0.298**	0.658**	0.033	0.512**	-0.325**	0.400**
	p	<0.001	0.515	<0.001	0.004	0.007	<0.001	0.769	<0.001	0.003	<0.001
Tmin.	r	0.286*	-0.008	0.254*	-0.323**	0.264**	0.492**	0.072	0.361**	-0.322**	0.342**
	p	0.010	0.946	0.023	0.003	0.018	<0.001	0.525	0.001	0.004	0.002
Ts.	r	0.415**	-0.064	0.402**	-0.357**	0.222*	0.622**	-0.054	0.562**	-0.363**	0.389**
	p	<0.001	0.570	<0.001	0.001	0.048	<0.001	0.634	<0.001	0.001	<0.001
Vv.	r	0.050	-0.011	-0.032	-0.062	-0.240*	0.091	-0.020	-0.220	-0.055	0.139
	p	0.661	0.921	0.781	0.583	0.032	0.422	0.862	0.050	0.628	0.220

Tabla 33. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en la primavera de 2010.

Primavera 2010																
		FCt					FCt					EIAr				
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Dv.	r	0.048	0.256**	0.185	0.302**	0.087	0.049	0.299**	0.195*	0.254*	0.180	-0.026	0.427**	0.160	0.230*	0.202*
	p	0.631	0.010	0.062	0.002	0.386	0.623	0.002	0.050	0.010	0.070	0.793	<0.001	0.108	0.020	0.042
Hr.	r	0.135	-0.596**	-0.450**	-0.180	-0.237*	0.111**	-0.630**	-0.253*	-0.169	-0.473**	0.043	-0.618**	-0.436**	-0.154	-0.360**
	p	0.176	<0.001	<0.001	0.070	0.016	0.269	<0.001	0.010	0.089	<0.001	0.669	<0.001	<0.001	0.122	<0.001
Hs.	r	0.073	0.512**	0.334**	0.106	0.334**	0.109*	0.542*	0.335	0.151	0.347	0.143	0.534**	0.358**	0.242*	0.458**
	p	0.467	<0.001	0.001	0.290	0.001	0.277	0.000	0.001	0.130	0.000	0.150	<0.001	<0.001	0.014	0.000
Pp.	r	0.015	-0.391**	-0.191	-0.089	-0.156	0.003	-0.426**	-0.187	-0.124	-0.203*	0.056**	-0.473**	-0.189	-0.220*	-0.289**
	p	0.882	0.000	0.054	0.375	0.117	0.979	<0.001	0.059	0.215	0.041	<0.001	<0.001	0.057	0.026	0.003
Rd.	r	-0.187	-0.196*	-0.027	-0.091	-0.083	-0.199	-0.206**	-0.076**	-0.175	-0.023**	-0.204*	-0.178	-0.039	-0.321**	-0.183
	p	0.060	0.048	0.790	0.365	0.406	0.045	0.038	0.448	0.079	0.819	0.039	0.073	0.695	0.001	0.065
Rfa.	r	-0.141	0.579**	0.470**	0.100	0.291**	-0.098	0.642**	0.340**	0.111	0.484**	-0.025	0.627**	0.482**	0.162	0.407
	p	0.157	<0.001	<0.001	0.319	0.003	0.327	<0.001	<0.001	0.267	0.000	0.799	<0.001	<0.001	0.104	<0.001
Rs.	r	-0.155	0.562	0.469**	0.074	0.280**	-0.112	0.631**	0.327**	0.086	0.478**	-0.037	0.614**	0.476**	0.159	0.402**
	p	0.120	<0.001	<0.001	0.463	0.004	0.264	<0.001	<0.001	0.390	<0.001	0.711	<0.001	<0.001	0.110	<0.001
Tmax.	r	-0.361**	0.502**	0.512**	-0.083	0.268**	-0.292**	0.587**	0.327**	-0.111	0.531**	-0.133	0.529**	0.554**	-0.048	0.394**
	p	<0.001	<0.001	0.000	0.408	0.006	0.003	<0.001	0.001	0.269	<0.001	0.183	<0.001	<0.001	0.632	<0.001
Tmed.	r	-0.384**	0.463**	0.511**	-0.090	0.274**	-0.316**	0.548**	0.323**	-0.138	0.525**	-0.139	0.499**	0.551**	-0.072	0.389**
	p	<0.001	<0.001	0.000	0.366	0.005	0.001	<0.001	0.001	0.167	0.000	0.164	<0.001	<0.001	0.474	<0.001
Tmin.	r	-0.425**	0.306**	0.435**	-0.126	0.202*	-0.368**	0.381**	0.234**	-0.207	0.446**	-0.192	0.325**	0.473**	-0.177	0.276**
	p	<0.001	0.002	0.000	0.205	0.042	<0.001	<0.001	0.018	0.037	0.000	0.054	0.001	<0.001	0.075	0.005
Ts.	r	-0.498**	0.532**	0.582**	-0.046	0.271**	-0.427**	0.621**	0.336**	-0.118	0.595**	-0.241*	0.568**	0.604**	-0.099	0.366**
	p	<0.001	<0.001	0.000	0.643	0.006	<0.001	<0.001	0.001	0.237	<0.001	0.015	<0.001	<0.001	0.323	<0.001
Vv.	r	0.157	0.106	0.082	0.249*	0.015	0.129	0.137	-0.001	0.165	0.067	0.090	0.195*	0.036	0.121	0.076
	p	0.116	0.287	0.412	0.012	0.882	0.196	0.168	0.990	0.097	0.501	0.367	0.049	0.717	0.225	0.450

Tabla 34. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el invierno de 2011.

		Invierno 2011									
		FCt					EIAt				
		<i>Capressacae</i>	<i>Fraxinus -Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica Membranacea</i>	<i>Capressacae</i>	<i>Fraxinus -Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>
Dv.	r	0.415**	0.097	0.208	0.357**	0.173	0.205	0.035	0.178	0.252*	0.455**
	p	<0.001	0.390	0.064	0.001	0.126	0.069	0.755	0.114	0.024	<0.001
Hr.	r	0.434**	0.110	0.109	0.297**	0.228*	0.260*	0.112	0.321**	0.187	0.395**
	p	<0.001	0.331	0.335	0.007	0.042	0.020	0.325	0.004	0.096	<0.001
Hs.	r	-0.234*	-0.092	-0.047	-0.119	-0.095	-0.095	-0.115	-0.327**	-0.219	-0.245**
	p	0.037	0.415	0.677	0.295	0.402	0.404	0.311	0.003	0.051	0.029
Pp.	r	-0.108	-0.068	0.088	-0.344**	-0.165	-0.053	-0.176	-0.251*	-0.261*	-0.221*
	p	0.343	0.552	0.441	0.002	0.146	0.644	0.122	0.026	0.020	0.050
Rd.	r	0.131	0.076	0.190	-0.112	0.187	0.148	-0.271*	-0.037	-0.242*	0.111
	p	0.248	0.501	0.092	0.323	0.097	0.189	0.015	0.743	0.031	0.326
Rfa.	r	0.526**	0.081	0.211	0.128	0.279*	0.295**	-0.025	0.299**	0.038	0.521**
	p	<0.001	0.477	0.060	0.257	0.012	0.008	0.826	0.007	0.738	<0.001
Rs.	r	0.515**	0.112	0.250*	0.161	0.327**	0.281*	-0.096	0.331**	-0.006	0.477**
	p	<0.001	0.321	0.025	0.153	0.003	0.012	0.398	0.003	0.957	<0.001
Tmax.	r	0.699**	0.255*	0.391**	0.069	0.515**	0.441**	0.006	0.328**	-0.006	0.597**
	p	<0.001	0.023	<0.001	0.543	<0.001	<0.001	0.956	0.003	0.960	0.000
Tmed.	r	0.351**	0.217	0.342**	-0.179	0.452**	0.082	0.101	0.076	-0.109	0.461**
	p	<0.001	0.053	0.002	0.112	<0.001	0.470	0.371	0.503	0.335	<0.001
Tmin.	r	-0.001	0.106	0.225*	-0.290**	0.201	-0.177	0.079	-0.092	-0.160	0.129
	p	0.994	0.350	0.044	0.009	0.073	0.116	0.488	0.418	0.156	0.255
Ts.	r	0.101	0.173	0.218	-0.243*	0.366**	-0.161	0.113	-0.087	-0.159	0.379**
	p	0.374	0.124	0.052	0.030	0.001	0.153	0.317	0.445	0.158	0.001
Vv.	r	0.185	0.000	0.028	-0.259*	-0.033	0.081	-0.011	-0.151	-0.037	0.158
	p	0.100	0.997	0.804	0.020	0.769	0.476	0.924	0.181	0.742	0.161

Tabla 35. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en la primavera de 2011.

		Primavera 2011														
		FCj					FCt					EIAt				
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Dv.	r	-0.180	0.142	-0.213*	-0.169	0.067	-0.122	0.197**	-0.062	-0.114	0.150	-0.115	0.266**	-0.216*	-0.090	0.164
	p	0.070	0.153	0.031	0.090	0.501	0.224	0.047	0.538	0.253	0.131	0.249	0.007	0.029	0.368	0.100
Hr.	r	0.205*	-0.283**	0.043	0.137	-0.232*	0.175	-0.248*	-0.026	0.079	-0.232*	0.088	-0.248*	0.014	-0.103	-0.318**
	p	0.039	0.004	0.668	0.170	0.019	0.079	0.012	0.793	0.429	0.019	0.381	0.012	0.886	0.303	0.001
Hs.	r	-0.441**	0.458**	0.034	-0.329**	0.138	-0.381**	0.466**	0.180	-0.257**	0.162	-0.321**	0.429**	0.060	-0.081	0.218*
	p	<0.001	<0.001	0.736	0.001	0.168	<0.001	<0.001	0.070	0.009	0.104	0.001	0.000	0.548	0.420	0.028
Pp.	r	0.006	-0.286**	0.208	0.045	-0.258*	0.012	-0.265*	0.080	-0.034	-0.250	-0.107	-0.347**	0.190	-0.190	-0.353**
	p	0.957	0.007	0.053	0.676	0.016	0.911	0.013	0.461	0.758	0.019	0.325	0.001	0.078	0.078	0.001
Rd.	r	-0.080	-0.133	-0.321**	-0.340**	-0.245*	-0.121	-0.179	-0.364**	-0.372**	-0.260	-0.065	-0.147	-0.451**	-0.015	-0.256**
	p	0.424	0.181	0.001	<0.001	0.013	0.226	0.071	<0.001	<0.001	0.008	0.514	0.140	<0.001	0.879	0.009
Rfa.	r	-0.482**	0.505**	0.074	-0.303**	0.158	-0.451**	0.500**	0.229*	-0.252*	0.171	-0.376**	0.447**	0.107	-0.107	0.196*
	p	<0.001	<0.001	0.459	0.002	0.114	0.000	0.000	0.021	0.011	0.085	<0.001	<0.001	0.286	0.284	0.048
Rs.	r	-0.522**	0.525**	0.099	-0.336**	0.124	-0.493**	0.520**	0.259**	-0.285*	0.141	-0.424**	0.458**	0.127	-0.141	0.160
	p	<0.001	<0.001	0.322	0.001	0.213	<0.001	<0.001	0.009	0.004	0.157	<0.001	<0.001	0.203	0.159	0.109
Tmax.	r	-0.385**	0.450**	0.107	-0.323**	0.159	-0.354**	0.416**	0.196*	-0.276**	0.197	-0.280**	0.328**	0.084	-0.100	0.205*
	p	<0.001	<0.001	0.286	0.001	0.111	<0.001	<0.001	0.048	0.005	0.047	0.004	0.001	0.403	0.316	0.039
Tmed.	r	-0.466**	0.508	0.184	-0.347**	0.150	-0.447**	0.449**	0.265**	-0.296**	0.149	-0.360**	0.364**	0.149	-0.132	0.158
	p	<0.001	<0.001	0.064	<0.001	0.134	<0.001	<0.001	0.007	0.003	0.136	<0.001	<0.001	0.135	0.185	0.113
Tmin.	r	-0.485**	0.404**	0.317**	-0.283**	0.036	-0.516**	0.308**	0.306**	-0.232*	-0.024	-0.437**	0.227*	0.231*	-0.175	-0.039
	p	<0.001	<0.001	0.001	0.004	0.722	0.000	0.002	0.002	0.019	0.812	<0.001	0.022	0.020	0.079	0.699
Ts.	r	-0.696**	0.499**	0.124	-0.456**	0.065	-0.689**	0.441**	0.237*	-0.389**	0.054	-0.603**	0.332**	0.106	-0.282**	0.016
	p	<0.001	<0.001	0.213	<0.001	0.515	<0.001	<0.001	0.017	<0.001	0.588	<0.001	0.001	0.289	0.004	0.870
Vv.	r	-0.181	0.070	-0.134	-0.068	0.010	-0.176	0.059	-0.085	0.079	-0.060	-0.177	0.084	-0.162	0.023	0.100
	p	0.069	0.485	0.179	0.495	0.918	0.077	0.556	0.395	0.431	0.547	0.074	0.403	0.103	0.815	0.318

Tabla 36. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el invierno de 2012.

Invierno 2012											
		FCt					EIAt				
		<i>Capressaceae</i>	<i>Fraxinus -Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>	<i>Capressaceae</i>	<i>Fraxinus -Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>
Dv.	r	0.141	-0.061	0.086	0.078	-0.116	0.125	0.025	0.046	0.101	0.037
	p	0.213	0.591	0.448	0.490	0.305	0.269	0.826	0.682	0.375	0.747
Hr.	r	0.307**	-0.535**	0.089	0.052	0.103	0.237*	-0.152	0.232*	0.307**	0.033
	p	0.006	<0.001	0.430	0.650	0.362	0.034	0.178	0.039	0.006	0.771
Hs.	r	-0.232*	0.685**	-0.067	0.052	-0.097	-0.179	0.272*	-0.173	-0.259*	-0.153
	p	0.038	<0.001	0.556	0.645	0.391	0.112	0.015	0.126	0.020	0.176
Pp.	r	0.036	0.193	-0.135	-0.084	0.008	-0.185	0.029	-0.025	-0.221*	-0.096
	p	0.751	0.086	0.232	0.458	0.945	0.100	0.796	0.827	0.049	0.397
Rd.	r	0.391**	-0.459**	-0.007	-0.164	0.192	0.450**	-0.452**	0.257*	-0.317**	0.451**
	p	<0.001	<0.001	0.950	0.147	0.089	<0.001	<0.001	0.021	0.004	<0.001
Rfa.	r	0.387**	-0.710**	0.033	-0.063	0.274*	0.433**	-0.266*	0.343**	0.157	0.264*
	p	<0.001	<0.001	0.770	0.578	0.014	<0.001	0.017	0.002	0.165	0.018
Rs.	r	0.412**	-0.715**	0.042	-0.049	0.288**	0.464**	-0.267*	0.351**	0.153	0.283**
	p	<0.001	<0.001	0.711	0.664	0.010	0.000	0.017	<0.001	0.175	0.011
Tmax.	r	0.538**	-0.455**	-0.030	0.010	0.279*	0.666**	-0.178	0.571**	-0.085	0.444**
	p	<0.001	<0.001	0.789	0.927	0.012	<0.001	0.114	<0.001	0.454	<0.001
Tmed.	r	0.520**	-0.374**	-0.024	-0.061	0.301**	0.570**	-0.251*	0.434**	-0.194	0.472**
	p	<0.001	0.001	0.834	0.594	0.007	<0.001	0.025	<0.001	0.085	<0.001
Tmin.	r	0.294**	-0.177	-0.021	-0.133	0.283*	0.263*	-0.213	0.216	-0.295**	0.379**
	p	0.008	0.116	0.856	0.240	0.011	0.019	0.058	0.054	0.008	0.001
Ts.	r	0.422**	-0.348**	-0.101	-0.163	0.245*	0.466**	-0.261*	0.348**	-0.334**	0.465**
	p	<0.001	0.002	0.374	0.148	0.029	<0.001	0.019	0.002	0.002	<0.001
Vv.	r	0.284*	-0.399**	0.039	-0.128	0.117	0.139	-0.194	0.013	0.149	0.138
	p	0.011	<0.001	0.733	0.259	0.301	0.218	0.085	0.912	0.187	0.223

Tabla 37. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el periodo comprendido del invierno de 2010 a 2012.

Invierno 2010-2012											
		FCt					EIAt				
		<i>Capressaceae</i>	<i>Fraxinus -Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>	<i>Capressaceae</i>	<i>Fraxinus -Phillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>
Dv.	r	0.023	0.132	-0.144*	0.362*	-0.193**	-0.050	0.111**	-0.215**	0.295**	-0.009
	p	0.725	0.042	0.026	<0.001	0.003	0.444	0.089	0.001	<0.001	0.889
Hr.	r	-0.113	0.167**	0.089	-0.135*	0.155*	-0.082	0.023	-0.025	-0.304**	-0.085
	p	0.081	0.010	0.171	0.038	0.017	0.206	0.728	0.698	<0.001	0.193
Hs.	r	0.183**	-0.036	-0.040	0.239**	-0.122	0.115	0.017	0.015	0.300**	0.054
	p	0.005	0.577	0.542	<0.001	0.060	0.076	0.794	0.821	<0.001	0.411
Pp.	r	0.028	-0.157*	0.235**	-0.330**	0.005	0.069	-0.183**	0.040	-0.357**	0.031
	p	0.665	0.016	<0.001	<0.001	0.937	0.288	0.005	0.539	<0.001	0.632
Rd.	r	0.300**	-0.227**	0.253**	-0.199**	0.160**	0.368**	-0.325**	0.308**	-0.289**	0.282**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.013	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Rfa.	r	0.339**	-0.169**	0.074	0.116	-0.023	0.275**	-0.134*	0.149*	0.181**	0.225**
	p	<0.001	0.009	0.257	0.073	0.725	<0.001	0.040	0.022	0.005	<0.001
Rs.	r	0.332**	-0.154**	0.085	0.130*	-0.007	0.277**	-0.150*	0.148*	0.165*	0.211**
	p	<0.001	0.017	0.189	0.045	0.914	<0.001	0.021	0.022	0.011	0.001
Tmax.	r	0.571**	-0.061	0.220**	0.001**	0.212**	0.596**	-0.060	0.364**	-0.046*	0.385**
	p	<0.001	0.352	0.001	0.993	0.001	<0.001	0.360	<0.001	0.483	<0.001
Tmed.	r	0.466**	-0.151*	0.281**	-0.219**	0.375**	0.490**	-0.089	0.428**	-0.226**	0.454**
	p	<0.001	0.019	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.172	<0.001	<0.001	<0.001
Tmin.	r	0.232**	-0.107	0.258**	-0.280**	0.341**	0.255**	-0.086	0.314**	-0.290**	0.308**
	p	<0.001	0.099	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.188	<0.001	<0.001	<0.001
Ts.	r	0.323**	-0.232**	0.248**	-0.304**	0.354**	0.358**	-0.148*	0.419**	-0.297**	0.424**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.023	<0.001	<0.001	<0.001
Vv.	r	0.177**	-0.080	0.112	-0.176**	0.040	0.116	-0.059	0.017	-0.022	0.162*
	p	0.006	0.218	0.084	0.006	0.538	0.074	0.369	0.800	0.735	0.012

Tabla 38. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el periodo comprendido de la primavera de 2009 a 2011.

Primavera 2009-2011																
		FCj					FCt					EIA _t				
		<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Dv.	r	0.023	0.068	-0.055	0.132*	0.063	0.030	0.147**	-0.018	0.141*	0.084	0.028	0.186**	-0.087	0.097	0.140*
	p	0.692	0.238	0.335	0.021	0.274	0.600	0.010	0.754	0.014	0.143	0.629	0.001	0.132	0.093	0.014
Hr.	r	0.038	-0.305**	-0.236**	-0.112	-0.125*	0.038	-0.332**	-0.271**	-0.109	-0.119*	-0.042	-0.306**	-0.226**	-0.116*	-0.196**
	p	0.505	<0.001	<0.001	0.050	0.029	0.511	<0.001	<0.001	0.056	0.038	0.467	<0.001	<0.001	0.044	0.001
Hs.	r	-0.167**	0.483**	0.233**	-0.087	0.251**	-0.129*	0.522**	0.279**	-0.048	0.245**	-0.118*	0.419**	0.223**	0.062	0.277**
	p	0.003	<0.001	<0.001	0.128	<0.001	0.024	<0.001	<0.001	0.406	<0.001	0.040	<0.001	<0.001	0.283	<0.001
Pp.	r	-0.089	-0.282**	-0.063	-0.093	-0.144*	-0.087	-0.336**	-0.108	-0.142*	-0.147**	-0.112	-0.353**	-0.063	-0.192**	-0.269**
	p	0.130	<0.001	0.284	0.114	0.014	0.139	<0.001	0.066	0.015	0.012	0.059	<0.001	0.286	0.001	<0.001
Rd.	r	-0.084	-0.226**	-0.111	-0.128*	-0.272**	-0.107	-0.268**	-0.126*	-0.182**	-0.227**	-0.080	-0.150*	-0.137*	-0.181**	-0.246**
	p	0.141	<0.001	0.052	0.025	<0.001	0.061	<0.001	0.027	0.001	<0.001	0.165	0.009	0.017	0.002	<0.001
Rfa.	r	-0.285**	0.505**	0.305**	-0.074	0.182**	-0.261**	0.546**	0.362**	-0.063	0.229**	-0.234**	0.470**	0.304**	0.002	0.215**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.199	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.271	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.979	<0.001
Rs.	r	-0.319**	0.528**	0.310**	-0.123*	0.198**	-0.291**	0.566**	0.365**	-0.105	0.237**	-0.269**	0.483**	0.303**	-0.024	0.223**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.032	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.066	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.677	<0.001
Tmax.	r	-0.376**	0.495**	0.394**	-0.195**	0.146*	-0.340**	0.508**	0.428**	-0.211**	0.232**	-0.287**	0.422**	0.399**	-0.106	0.196**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.065	0.001
Tmed.	r	-0.438**	0.521**	0.438**	-0.215**	0.147*	-0.410**	0.519**	0.469**	-0.234**	0.237**	-0.356**	0.439**	0.443**	-0.154**	0.172**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.007	0.003
Tmin.	r	-0.521**	0.407**	0.420**	-0.248**	0.045	-0.511**	0.373**	0.425**	-0.270**	0.144*	-0.457**	0.312**	0.411**	-0.253**	0.021
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.435	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.715
Ts.	r	-0.561**	0.465**	0.462**	-0.198**	0.030	-0.541**	0.479**	0.498**	-0.243**	0.135*	-0.470**	0.419**	0.455**	-0.240**	0.047
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.596	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.018	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.417
Vv.	r	0.026	0.011	0.030	0.188**	-0.059	-0.005	0.036	0.039	0.211**	-0.050	0.009	0.086	-0.014	0.059	0.006
	p	0.655	0.846	0.604	0.001	0.306	0.927	0.533	0.497	<0.001	0.384	0.880	0.136	0.802	0.302	0.922

Las tablas 39 y 40 muestran el resumen total de las correlaciones estadísticamente significativas encontradas entre los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos desde la primavera de 2009 hasta el invierno de 2012. En invierno el orden decreciente de importancia de las correlaciones estadísticamente significativas de los tipos polínicos ha sido; *Cupressaceae* (51), *Urtica membranaceae* (38), *Alnus glutinosa* (30), *Urticaceae pp* (30) y *Fraxinus-Phillyrea* (23), y en primavera; *Poaceae* (89), *Olea* (63), *Quercus* (50), *Plantago* (53) y *Pinaceae* (46).

Tabla 39. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes en los lugares estudiados (terraza de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias) y los parámetros meteorológicos en el invierno de 2010, 2011 y 2012.

Periodo	Tipo polínico				
	<i>Cupressaceae</i>	<i>Fraxinus -Ptillyrea</i>	<i>Urticaceae pp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Urtica membranacea</i>
Invierno 2010	13	6	14	15	10
Invierno 2011	10	2	10	9	15
Invierno 2012	28	15	6	6	13
Total	51	23	30	30	38

Tabla 40. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes en los lugares estudiados (jardín y terraza de la Facultad de Ciencias, y terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias) y los parámetros meteorológicos en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Periodo	Tipo polínico				
	<i>Quercus</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Plantago</i>
Primavera 2009	15	27	25	23	13
Primavera 2010	13	33	25	7	27
Primavera 2011	22	29	13	16	13
Total	50	89	63	46	53

En la tabla 41 y tabla 42 se muestran las correlaciones halladas en invierno y primavera con los parámetros meteorológicos. En ambos periodos la temperatura máxima, media y mínima, y la radiación solar total, difusa y fotosintética han encontrado un mayor número de correlaciones, sin embargo la velocidad del viento se ha correlacionado en un menor número.

Tabla 41. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas de los parámetros meteorológicos en el invierno de 2010, 2011 y 2012.

Periodo	Parámetro meteorológico											
	Dv.	Hr.	Hs.	Pp.	Rd.	Rfa.	Rs.	T max.	T med.	T mín.	Ts.	Vv.
Invierno 2010	6	2	2	5	5	3	5	6	8	8	8	1
Invierno 2011	4	5	3	4	2	5	6	7	4	2	3	1
Invierno 2012	0	5	4	1	7	7	7	5	7	5	8	2
Total	10	12	9	10	14	15	18	18	19	15	19	4

Tabla 42. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas de los parámetros meteorológicos en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Periodo	Parámetro meteorológico											
	Dv.	Hr.	Hs.	Pp.	Rd.	Rfa.	Rs.	T max.	T med.	T mín.	Ts.	Vv.
Primavera 2009	3	8	7	9	9	9	8	11	12	12	13	2
Primavera 2010	8	10	9	7	6	9	9	11	11	11	12	2
Primavera 2011	4	7	8	6	8	10	9	11	9	11	10	0
Total	15	25	24	22	23	28	26	33	32	34	35	4

3.3.10. CONCENTRACIÓN POLÍNICA HORARIA

En las figuras 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57 se muestra la variación horaria de la concentración total y de los tipos polínicos predominantes *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae*, *Plantago* y *Cupressaceae* en la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias.

Concentración total

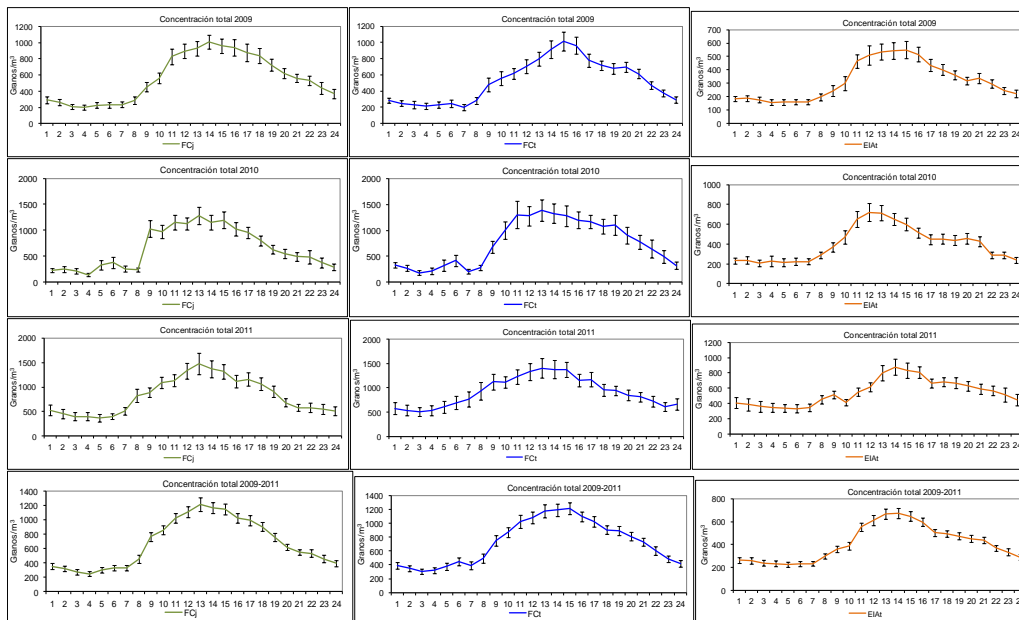


Figura 51. Variación horaria de la concentración total polínica en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

Quercus

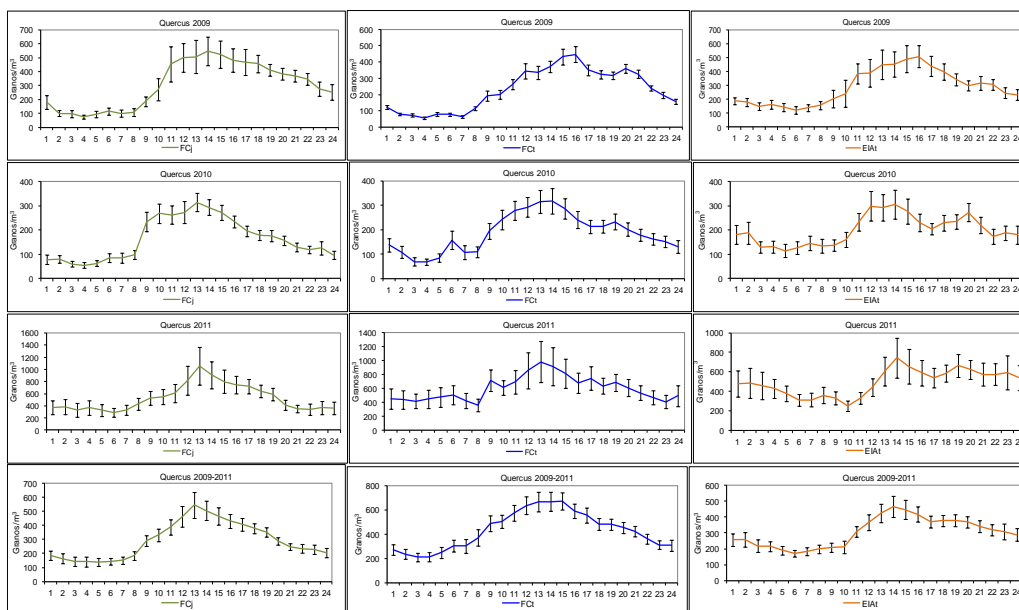


Figura 52. Variación horaria de la concentración de *Quercus* en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

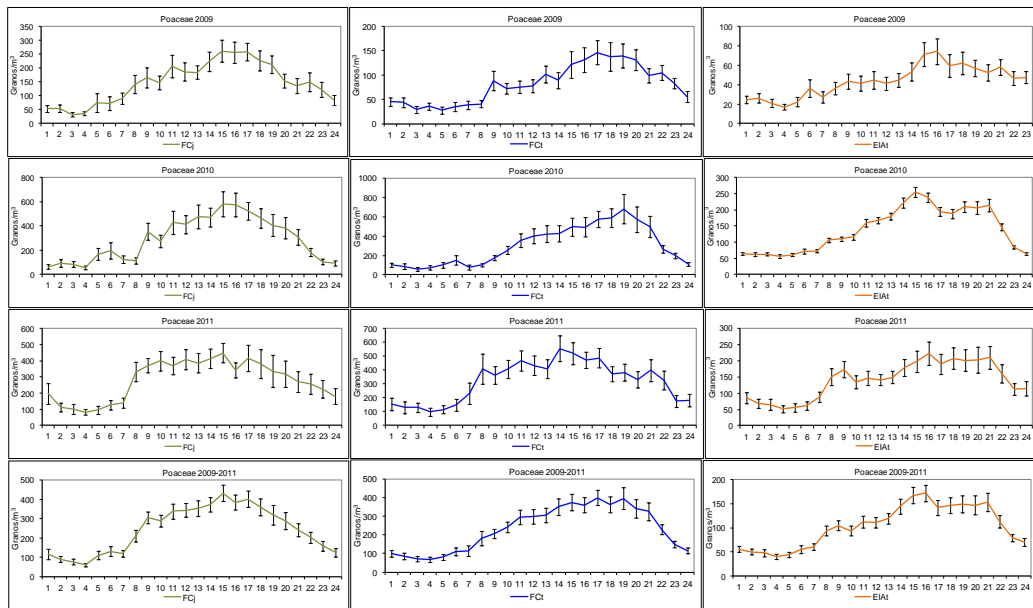
Poaceae

Figura 53. Variación horaria de la concentración de *Poaceae* en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

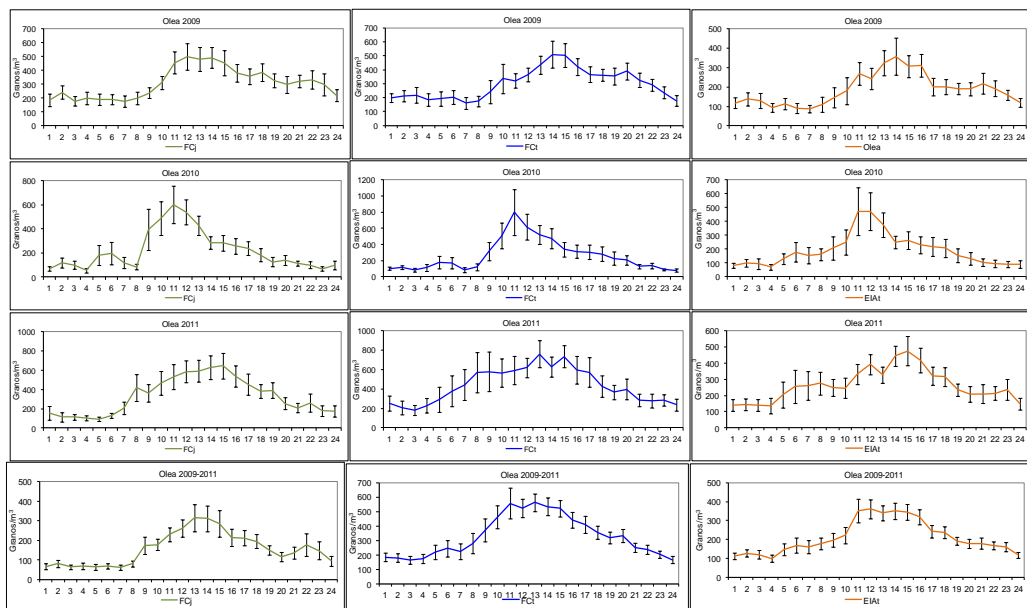
Olea

Figura 54. Variación horaria de la concentración de *Olea* en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

Pinaceae

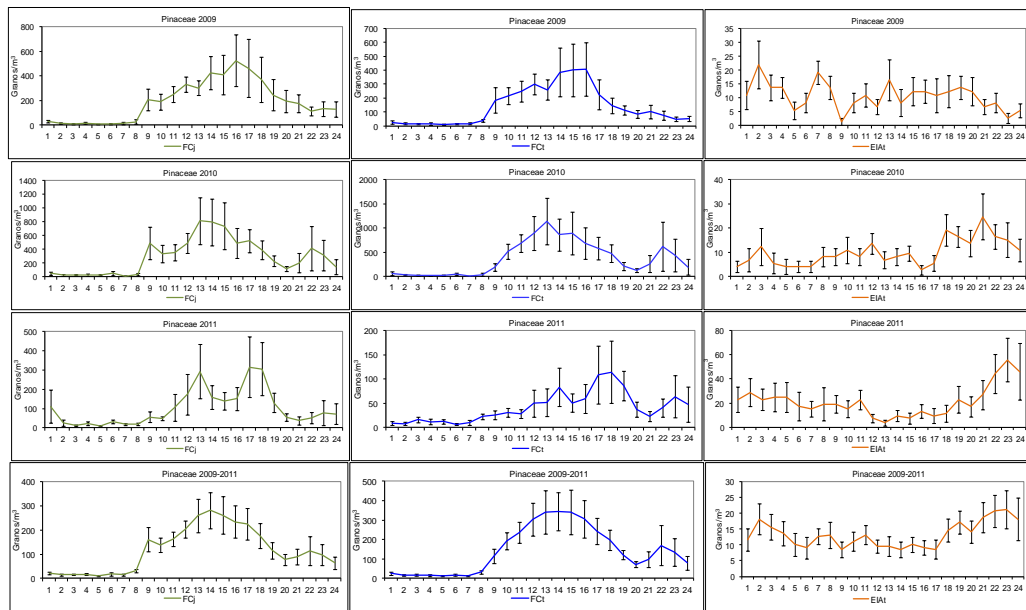


Figura 55. Variación horaria de la concentración de *Pinaceae* en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

Plantago

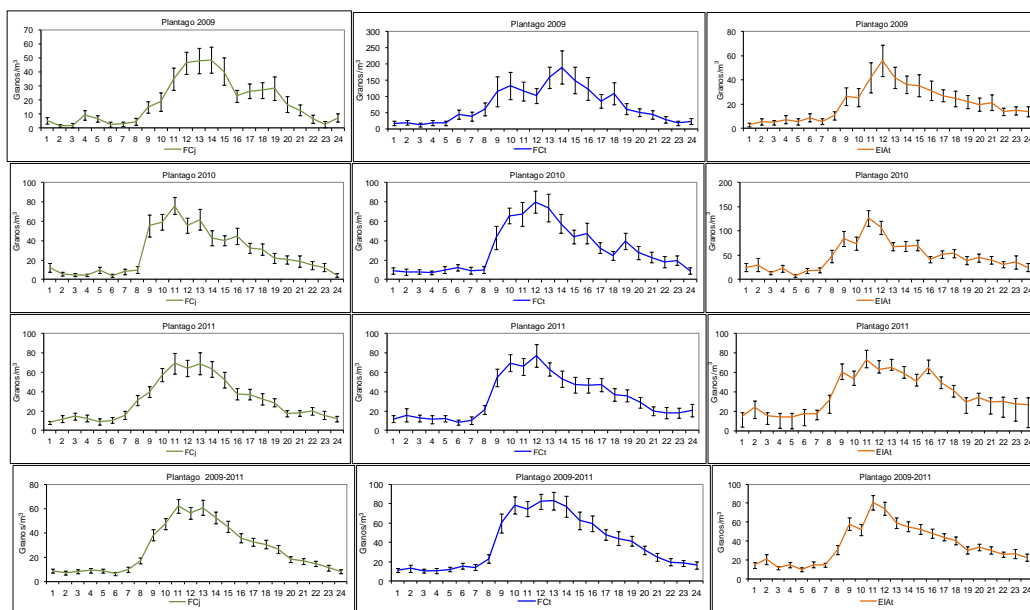


Figura 56. Variación horaria de la concentración de *Plantago* en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

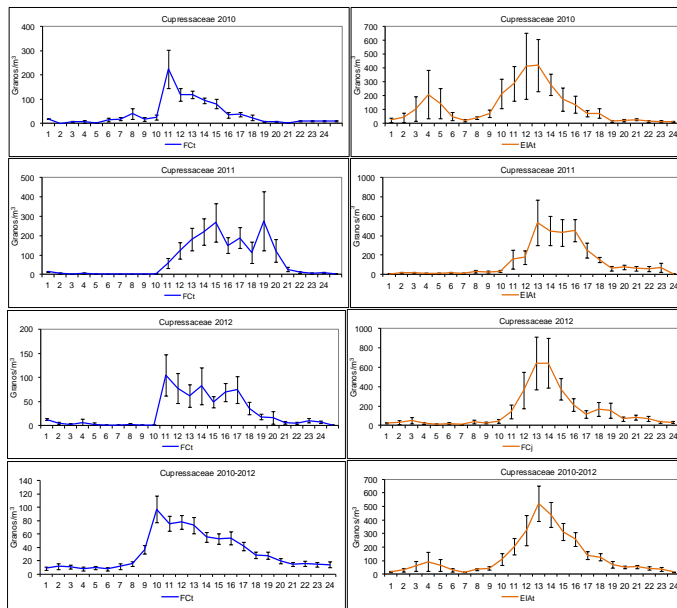
Cupressaceae

Figura 57. Variación horaria de la concentración de *Cupressaceae* en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2010, 2011, 2012 y el periodo promedio de 2009 a 2011.

3.3.11. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA MÁXIMA HORARIA EN ALTURA Y DISTANCIA DE QUERCUS, POACEAE, OLEA Y PLANTAGO

En la tabla 43 se muestran las horas solares en la que se han registrado las mayores concentraciones de *Quercus*, *Poaceae*, *Olea* y *Plantago* en cada lugar (FCt, FCj y EIA).

Tabla 43. Horas solares que han registrado las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos de *Quercus*, *Poaceae*, *Olea* y *Plantago* entre los lugares estudiados en el periodo de 2009 a 2011.

Tipo	Lugar			Tipo	Lugar			Tipo	Lugar			Tipo	Lugar		
	FCt	FCj	EIA		FCt	FCj	EIA		FCt	FCj	EIA		FCt	FCj	EIA
<i>Quercus</i>	FCt	FCj	EIA	<i>Olea</i>	FCt	FCj	EIA	<i>Poaceae</i>	FCt	FCj	EIA	<i>Plantago</i>	FCt	FCj	EIA
30-3-09	18	18	11	4-5-09	14	11	13	8-5-09	16	16	10	5-5-09	14	19	11
31-3-09	17	17	17	5-5-09	3	7	3	9-5-09	10	15	16	6-5-09	10	11	12
1-4-09	17	18	17	6-5-09	10	12	10	10-5-09	16	16	18	7-5-09	15	15	16
2-4-09	16	17	16	7-5-09	17	13	21	11-5-09	15	11	6	8-5-09	14	14	12
3-4-09	21	19	16	8-5-09	15	18	14	12-5-09	15	14	17	9-5-09	13	15	14
10-4-10	10	8	10	20-5-10	10	10	10	18-5-10	18	12	11	25-5-10	9	9	11
11-4-10	6	7	5	21-5-10	11	11	12	19-5-10	18	18	19	26-5-10	12	10	17
12-4-10	13	12	12	22-5-10	18	12	18	20-5-10	12	11	11	27-5-10	10	11	12
13-4-10	14	13	12	23-5-10	14	15	15	21-5-10	15	12	15	28-5-10	10	9	12
14-4-10	19	19	12	24-5-10	11	13	14	22-5-10	19	20	19	29-5-10	20	24	15
6-4-11	6	0	1	10-5-11	13	10	10	14-5-11	14	8	16	10-5-11	17	8	8
7-4-11	19	18	21	11-5-11	20	8	6	15-5-11	8	15	17	11-5-11	17	8	9
8-4-11	13	13	14	12-5-11	7	8	8	16-5-11	15	15	9	12-5-11	21	8	10
9-4-11	13	12	14	13-5-11	8	8	11	17-5-11	15	17	17	13-5-11	9	10	9
10-4-11	21	13	15	14-5-11	14	13	15	18-5-11	10	9	11	14-5-11	16	3	13
Min.	6	0	1	Min.	3	7	3	Min.	8	8	6	Min.	9	3	8
Max.	21	19	21	Max.	20	18	21	Max.	19	20	19	Max.	21	24	17
Med.	14,9	13,6	12,9	Med.	12,3	11,3	12,0	Med.	14,4	13,9	14,1	Med.	13,8	11,6	12,1

Las máximas concentraciones no se han registrado el mismo día en todos los casos. La media de las máximas concentraciones se registró entre las 11 y 15 horas solares, aunque algunas máximas aparecieron en otras horas del día, incluso en las horas nocturnas. Las máximas concentraciones aparecieron primero, a nivel del suelo, en el jardín de la Facultad de Ciencias a las 12:36 horas y 0,2 (00:12) y 1,3 (1:18) horas más tarde aparecieron en las terrazas de la Escuela de Ingenierías Agrarias, a 6 m, y de la Facultad de Ciencias, a 16 m, respectivamente. La coincidencia de las máximas concentraciones horarias a la misma hora para los 3 captadores apareció sólo en 2 ocasiones; en el tipo *Quercus* el 31 de marzo de 2009 a las 17:00 horas y en *Olea* el 20 de mayo de 2010 a las 10:00 horas. La coincidencia de máximas concentraciones entre los dos captadores situados en el mismo lugar pero a diferente altura se registró en un 23,3% de los casos. En relación a la variación temporal, las máximas concentraciones horarias entre parejas de captadores mostraron un promedio de diferencia de

2,6 a 3 horas con máximos de diferencia de 14 horas. La tabla 44 y la figura 58 muestran la comparación en altura y distancia de las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos predominantes en cada primavera. En la mayoría de los casos se han encontrado diferencias estadísticamente significativas, salvo en las comparaciones horarias en altura y distancia de *Quercus*, y de *Olea* en altura en la primavera de 2009. Tampoco se encontraron diferencias en la comparación horaria en altura de *Poaceae* y *Plantago* en 2010, y la comparación horaria en distancia de *Quercus* y de *Olea* en 2011.

Tabla 44. Comparación en altura y distancia de las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos de *Quercus*, *Poaceae*, *Olea* y *Plantago* entre los tres lugares durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Periodo		<i>Quercus</i>			<i>Poaceae</i>			<i>Olea</i>			<i>Plantago</i>		
		FCj- FCt	FCt- EIAt	FCj- EIAt	FCj- FCt	FCt- EIAt	FCj- EIAt	FCj- FCt	FCt- EIAt	FCj- EIAt	FCj- FCt	FCt- EIAt	FCj- EIAt
Primavera 2009	Z	-0.117	-0.427	-0.733	-8.212	-5.778	-6.202	-1.867	-3.780	-4.783	-6.969	-5.107	-3.165
	p	0.907	0.669	0.464	<0.001	<0.001	<0.001	0.062	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002
Primavera 2010	Z	-2.921	-5.882	-6.625	-1.814	-7.306	-6.583	-3.736	-7.698	-6.677	-0.359	-2.240	-1.692
	p	0.003	<0.001	<0.001	0.070	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.719	0.025	0.091
Primavera 2011	Z	-2.032	-0.897	-1.945	-5.556	-4.560	-2.002	-8.085	-8.018	-1.141	-3.452	-3.335	-6.773
	p	0.042	0.370	0.052	<0.001	<0.001	0.045	<0.001	<0.001	0.254	0.001	0.001	<0.001

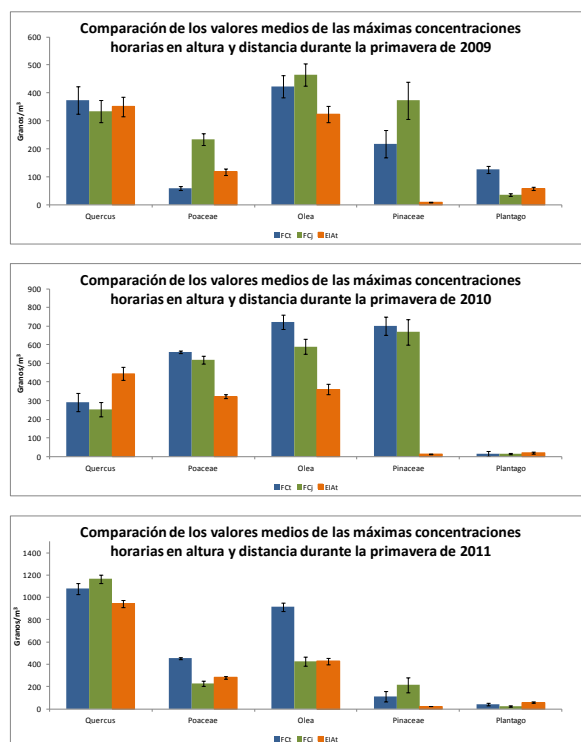


Figura 58. Comparación de los valores medios de las máximas concentraciones horarias en altura y distancia en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2009, 2010 y 2011.

En la tabla 45 se muestra la correlación de las máximas concentraciones horarias en cada lugar estudiado en altura y distancia de los principales tipos polínicos. En todos los casos, salvo *Plantago* en 2011 entre el jardín y la terraza de la Facultad de Ciencias, se han encontrado correlaciones positivas estadísticamente significativas.

Tabla 45. Correlaciones en altura y distancia de las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos de *Quercus*, *Poaceae*, *Olea* y *Plantago* entre los tres lugares durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Tipo polínico		Primavera 2009		Primavera 2010		Primavera 2011	
		FCt-FCj	FCt-EIAt	FCt-FCj	FCt-EIAt	FCt-FCj	FCt-EIAt
<i>Quercus</i>	r	0.800**	0.691**	0.829**	0.790**	0.868**	0.691**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>Poaceae</i>	r	0.646**	0.560**	0.683**	0.736**	0.750**	0.774**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>Olea</i>	r	0.582**	0.665**	0.848**	0.785**	0.622**	0.710**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>Plantago</i>	r	0.362**	0.309**	0.312**	0.217*	0.175	0.223*
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.017	0.057	0.014

En la figura 59 se presentan la relación de algunos tipos polínicos analizados que han presentado correlaciones estadísticamente significativas en altura y/o distancia durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

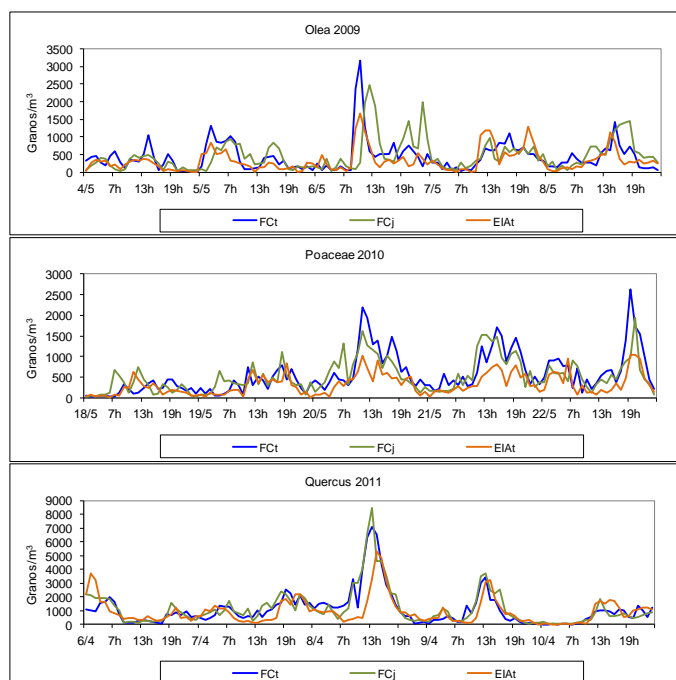


Figura 59. Correlación de los tipos polínicos de *Quercus*, *Poaceae* y *Olea* en la terraza (FCt) y en el jardín (FCj) de la Facultad de Ciencias, y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011.

En las tablas 46, 47, 48 y 49 se muestran las correlaciones entre las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea* y *Plantago*) y los parámetros meteorológicos en cada lugar (FCt, FCj y EIAt). *Poaceae* ha sido el tipo que ha presentado un mayor número de correlaciones (52) con los parámetros meteorológicos analizados seguido de *Quercus* (44), *Olea* (33) y *Plantago* (33). Los parámetros meteorológicos que presentan un mayor número de correlaciones (9) con *Poaceae* han sido la humedad relativa, la radiación solar, la temperatura media y la velocidad del viento. *Quercus* presentó el mismo número para humedad relativa y temperatura media. *Olea* y *Plantago* presentaron idéntico valor con la radiación solar (8). También resultaron importantes las correlaciones encontradas con la velocidad del viento y la temperatura media (7 en ambos tipos polínicos).

Tabla 46. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de *Quercus* entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Parámetro meteorológico		Primavera 2009			Primavera 2010			Primavera 2011		
		FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt
Dv.	r	-0.088	-0.030	-0.004	0.255**	0.318**	0.250**	-0.208*	-0.161	-0.091
	p	0.341	0.749	0.964	0.005	<0.001	0.006	0.023	0.078	0.323
Hr.	r	-0.402**	-0.432**	-0.547**	-0.414**	-0.430**	-0.325**	-0.349**	-0.310**	-0.427**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
Pp.	r	.	.	.	-0.476**	-0.567**	-0.368**	.	.	.
	p	.	.	.	<0.001	<0.001	<0.001	.	.	.
Rs.	r	0.345**	0.352**	0.540**	0.311**	0.147	0.166	0.295**	0.262**	0.164
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.108	0.070	0.001	0.004	0.073
Tmed.	r	0.612**	0.693**	0.726**	0.247**	0.210*	0.276**	0.369**	0.327**	0.453**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.007	0.021	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
Ts.	r	0.566**	0.631**	0.680**	0.139	0.149	0.194*	0.232*	0.190*	0.416**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.131	0.104	0.034	0.011	0.038	<0.001
Vv.	r	0.205*	0.206*	0.341**	-0.185*	-0.266**	-0.258**	0.133	0.057	0.119
	p	0.025	0.024	<0.001	0.044	0.003	0.005	0.149	0.537	0.197

Tabla 47. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de *Poaceae* entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Parámetro meteorológico		Primavera 2009			Primavera 2010			Primavera 2011		
		FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt
Dv.	r	-0.204*	0.071	-0.091	-0.423**	-0.412**	-0.429**	-0.123	-0.128	-0.006
	p	0.025	0.441	0.323	<0.001	<0.001	<0.001	0.178	0.162	0.949
Hr.	r	-0.548**	-0.644**	-0.506**	-0.433**	-0.612**	-0.607**	-0.565**	-0.542**	-0.693**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Pp.	r	0.119	-0.088	-0.112	.	.	.	-0.313**	-0.322**	-0.297**
	p	0.196	0.337	0.222	.	.	.	<0.001	<0.001	0.001
Rs.	r	0.726**	0.582**	0.622**	0.467**	0.461**	0.529**	0.381**	0.532**	0.407**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Tmed.	r	0.706**	0.663**	0.547**	0.422**	0.614**	0.589**	0.386**	0.490**	0.564**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ts.	r	0.687**	0.696**	0.519**	0.342**	0.603**	0.493**	0.218*	0.301**	0.404**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.001	<0.001
Vv.	r	0.606**	0.459**	0.506**	0.412**	0.495**	0.530**	0.239**	0.237**	0.214*
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.008	0.009	0.018

Tabla 48. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de *Olea* entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Parámetro meteorológico		Primavera 2009			Primavera 2010			Primavera 2011		
		FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt
Dv.	r	-0.031	-0.150	-0.101	0.089	0.112	0.021	-0.263**	-0.266**	-0.190*
	p	0.735	0.101	0.275	0.336	0.222	0.819	0.004	0.003	0.038
Hr.	r	-0.333**	-0.257**	-0.187*	-0.315**	-0.364**	-0.338**	-0.021	0.105	0.129
	p	<0.001	0.005	0.041	<0.001	<0.001	<0.001	0.820	0.255	0.161
Pp.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	p	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rs.	r	0.370**	0.376**	0.223*	0.456**	0.483**	0.493**	0.416**	0.217*	0.159
	p	<0.001	<0.001	0.015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.017	0.082
Tmed.	r	0.391**	0.271**	0.183*	0.263**	0.290**	0.331**	0.046	-0.068	-0.060
	p	<0.001	0.003	0.045	0.004	0.001	<0.001	0.619	0.460	0.515
Ts.	r	0.355**	0.251**	0.152	-0.042	-0.011	0.099	-0.094	-0.217*	-0.135
	p	<0.001	0.006	0.098	0.651	0.906	0.282	0.308	0.017	0.141
Vv.	r	0.504**	0.368**	0.333**	0.287**	0.303**	0.272**	0.210*	0.014	-0.048
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.001	0.003	0.022	0.876	0.603

Tabla 49. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de *Plantago* entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

Parámetro meteorológico		Primavera 2009			Primavera 2010			Primavera 2011		
		FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt	FCj	FCt	EIAt
Dv.	r	0.031	-0.120	-0.055	-0.099	-0.065	-0.244**	-0.033	-0.247**	-0.112
	p	0.736	0.192	0.551	0.280	0.481	0.007	0.718	0.007	0.225
Hr.	r	-0.632**	-0.452**	-0.470**	-0.166	-0.283**	-0.427**	0.048	-0.212**	0.027
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.069	0.002	<0.001	0.605	0.020	0.772
Pp.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	p	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rs.	r	0.553**	0.657**	0.507**	0.387**	0.404**	0.513**	0.202*	0.222*	0.107
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.027	0.015	0.244
Tmed.	r	0.623**	0.486**	0.489**	0.194*	0.320**	0.438**	-0.054	0.246**	0.019
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.034	<0.001	<0.001	0.556	0.007	0.836
Ts.	r	0.582**	0.451**	0.401**	0.072	0.235*	0.391**	-0.074	0.221*	0.023
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.431	<0.001	<0.001	0.419	0.015	0.799
Vv.	r	0.454**	0.475**	0.359**	0.061	0.138	0.227*	-0.034	0.092	-0.014
	p	<0.001	<0.001	<0.001	0.507	0.133	0.013	0.713	0.316	0.880

En la figura 60 se muestra algunas relaciones entre los tipos polínicos estudiados (*Quercus*, *Olea*, *Plantago*, *Poaceae*) y la velocidad del viento, la temperatura media y la humedad relativa durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.

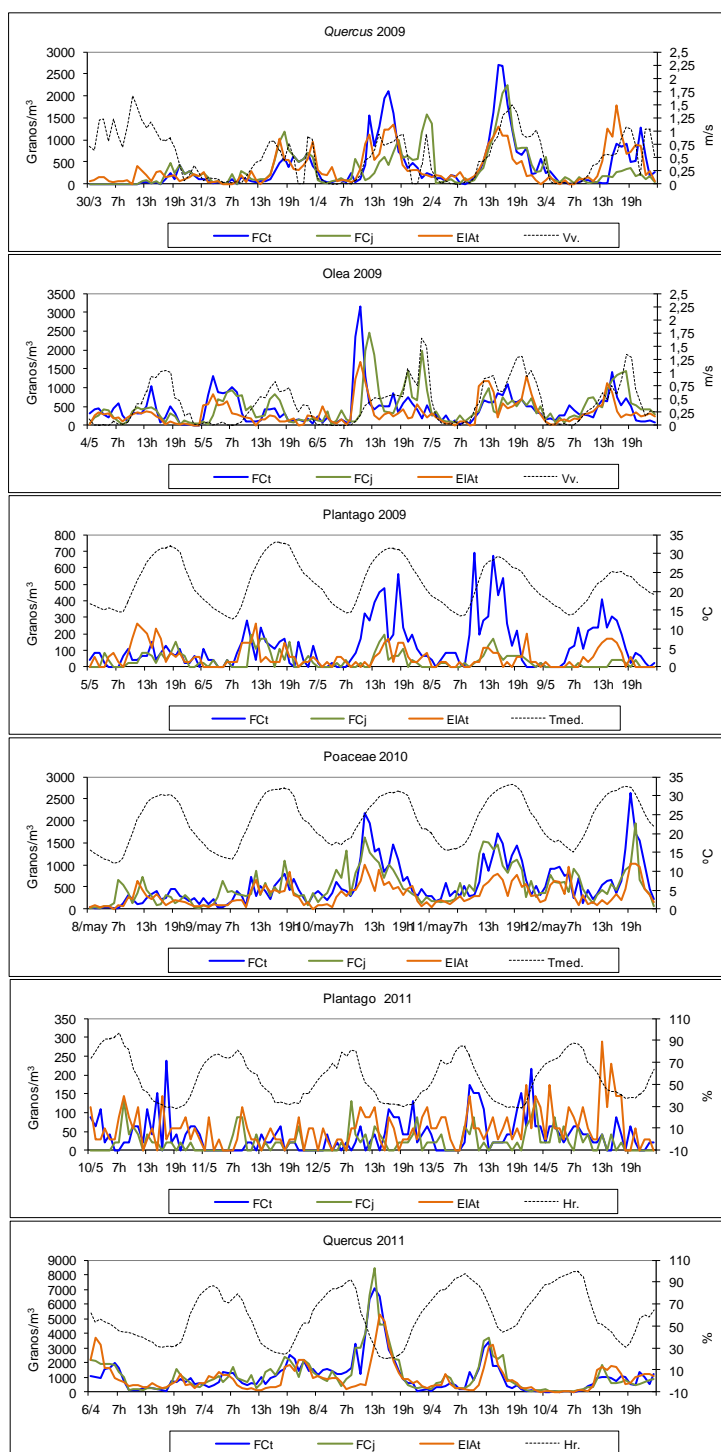


Figura 60. Correlación de los parámetros meteorológicos (dirección del viento, humedad relativa y temperatura media del aire) con las máximas concentraciones registradas de los tipos polínicos de *Quercus*, *Poaceae*, *Olea* y *Plantago* en la terraza (FCt) y en el jardín (FCj) de la Facultad de Ciencias y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011.

3.3.12. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN POLÍNICA MÁXIMA HORARIA EN DISTANCIA DE CUPRESSACEAE

En la tabla 50 se muestran las horas solares en la que se han registrado las mayores concentraciones de *Cupressaceae* en cada lugar muestreado (FCt y EIAt).

Tabla 50. Horas solares que han registrado las máximas concentraciones horarias de *Cupressaceae* entre los lugares estudiados durante el periodo invernal de 2010 a 2012.

Tipo	Lugar	
	FCt	EIAt
<i>Cupressaceae</i>		
24-2-10	11	24
25-2-10	14	4
26-2-10	12	14
27-2-10	10	10
28-2-10	10	12
18-2-11	14	13
19-2-11	12	12
20-2-11	15	14
21-2-11	12	11
22-2-11	10	9
29-2-12	19	12
1-3-12	12	14
2-3-12	14	15
3-3-12	15	13
4-3-12	13	13
Min.	10	4
Max.	19	24
Med.	12,9	12,7

Las máximas concentraciones tampoco se han registrado el mismo día en todos los casos. La media de las máximas concentraciones se registró sobre las 13 horas solares, aunque algunas máximas aparecieron en horas nocturnas. Las máximas concentraciones aparecieron primero, a 6 m, en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias a las 12:42 horas y 0.2 (0:12) horas más tarde aparecieron en la terraza de la Facultad de Ciencias, a 16 m.

La coincidencia de las máximas concentraciones horarias a la misma hora para los 2 captadores apareció sólo en 3 ocasiones; el 27 de febrero de 2010 a las 10:00 horas, el 19 de febrero de 2011 a las 12:00 horas y 4 de marzo de 2012 a las 13:00 horas solares. En relación a la variación temporal, las máximas concentraciones horarias entre parejas de captadores mostraron un promedio de diferencia de 2,9 horas con máximos de diferencia de 13 horas.

La tabla 51 y la figura 61 muestran la comparación y la correlación de las máximas concentraciones horarias en distancia de la terraza de la Facultad de Ciencias y de la terraza de

la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el invierno de 2010, 2011 y 2012. En todos los inviernos se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. Además, se han encontrado correlaciones en el invierno de 2011 y 2012.

Tabla 51. Comparación y correlación en distancia de las máximas concentraciones horarias de *Cupressaceae* entre los lugares durante el invierno de 2010, 2011 y 2012.

	Invierno 2010	Invierno 2011	Invierno 2012
Z	-4.590	-4.381	-6.584
p	<0.001	<0.001	<0.001
r	0.120	0.585**	0.542**
p	0.192	<0.001	<0.001

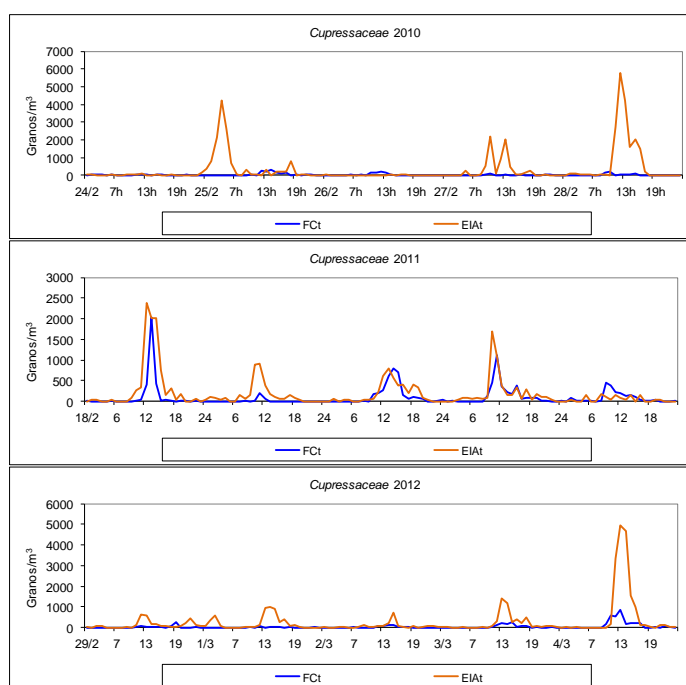


Figura 61. Correlación de *Cupressaceae* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAI) durante el invierno de 2010, 2011, 2012.

La tabla 52 y la figura 62 muestran las correlaciones entre las máximas concentraciones horarias de *Cupressaceae* y los parámetros meteorológicos en cada lugar (FCt y EIAI). *Cupressaceae* ha presentado 27 correlaciones con los parámetros meteorológicos analizados. Los parámetros meteorológicos que presentan un mayor número de correlaciones (6) han sido la radiación solar y la temperatura media. También resultaron importantes las correlaciones encontradas (5) con la humedad relativa y velocidad del viento.

Tabla 52. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de *Cupressaceae* entre los lugares estudiados durante el invierno de 2010, 2011 y 2012.

Parámetro meteorológico		Invierno 2010		Invierno 2011		Invierno 2012	
		FCt	EIAt	FCt	EIAt	FCt	EIAt
Dv.	r	0.077	0.012	0.151	-0.111	-0.155	-0.134
	p	0.401	0.895	0.099	0.227	0.091	0.145
Hr.	r	-0.139	-0.308**	-0.678**	-0.340**	-0.427**	-0.611**
	p	0.130	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Pp.	r	-0.192*	-0.045	.	.	.	.
	p	0.036	0.622	.	.	.	.
Rs.	r	0.409**	0.311**	0.659**	0.654**	0.646**	0.597**
	p	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Tmed.	r	0.213*	0.308**	0.557**	0.438**	0.602**	0.619**
	p	0.020	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ts.	r	0.132	0.057	0.435**	0.220*	0.557**	0.528**
	p	0.151	0.537	<0.001	0.016	<0.001	<0.001
Vv.	r	0.034	0.337**	0.641**	0.288**	0.598**	0.536**
	p	0.709	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001

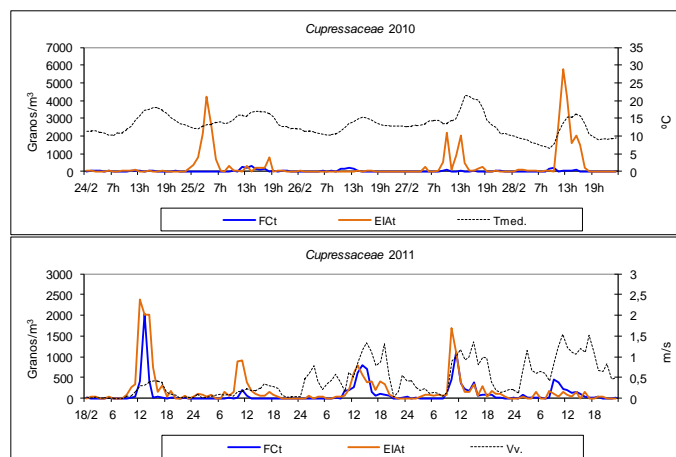


Figura 62. Correlación de los parámetros meteorológicos (temperatura media y velocidad del viento) con las máximas concentraciones registradas de *Cupressaceae* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2010 y 2011

3.4. HONGOS

3.4.1. EN MÉTODOS NO VIABLES

3.4.1.1. CONCENTRACIÓN FÚNGICA TOTAL

Se han contado un total de 101736 esporas fúngicas y se han identificado un total de 68 tipos fúngicos durante el periodo de estudio (tabla 53).

Tabla 53. Tipos fúngicos identificados durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.

Tipo			
<i>Agaricus</i>	<i>Cladosporium berbarum</i>	<i>Leptosphaeria transparente</i>	<i>Podosporium</i>
<i>Agrocybe</i>	<i>Coprinus</i>	<i>Lycoperdon</i>	<i>Polythrincium</i>
<i>Alternaria</i>	<i>Cortinarius</i>	<i>Massaria</i>	<i>Spegazzinia</i>
<i>Arthrimum</i>	<i>Corynespora</i>	<i>Melanoma</i>	<i>Spondylocladiella</i>
<i>Ascobolus</i>	<i>Cunninghamella</i>	Mixomicetos	<i>Stachybotrys</i>
Ascósporas	<i>Curvularia</i>	<i>Nigrospora</i>	<i>Stemphyllium</i>
<i>Aspergillus-Penicillium</i>	<i>Deightonella</i>	<i>Oidium</i>	<i>Telephora</i>
Basidiósporas	<i>Diatrypaceae</i>	<i>Paraphaerosphaeria</i>	<i>Torula</i>
<i>Beltrania</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Periconia</i>	<i>Ulocladium</i>
<i>Boletus</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Peronospora</i>	Unicelulares
<i>Botrytis</i>	<i>Exosporium</i>	<i>Pithomyces</i>	Uredóspora A
<i>Bovista</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Pleospora</i>	Uredóspora B
Briófitos	<i>Fusicladium</i>	Pteridófitos A	<i>Ustilago avenae</i>
<i>Cercospora</i>	<i>Ganoderma</i>	Pteridófitos B	<i>Ustilago cynodontis</i>
<i>Cerebella-Monodictis</i>	<i>Helicomycetes</i>	<i>Puccinia</i>	<i>Venturia A</i>
<i>Chaetomium</i>	Hifas	<i>Rhizopus</i>	<i>Venturia B</i>
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Leptosphaeria</i>	<i>Septonema</i>	<i>Xylariaceae</i>

En la tabla 54 se muestra la concentración media diaria del total y de los principales tipos fúngicos registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias durante el el periodo de estudio de 2009-2010, 2010-2011 y en el periodo total 2009-2011, representando el 81% del total. *Cladosporium cladosporioides* ha sido el más abundante con una concentración media en el periodo total de estudio de 936 esporas/m³.

Tabla 54: Concentración fúngica media diaria total y de las principales esporas durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³).

Tipo	2009-2010	2010-2011	2009-2011
Total	1811	2074	1942
<i>Alternaria</i>	39	54	47
<i>Aspergillus-Penicillium</i>	60	53	56
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	884	988	936
<i>Cladosporium herbarum</i>	182	172	177
<i>Drechslera</i>	35	19	27
Hifas	70	80	75
<i>Leptosphaeria</i>	40	49	44
<i>Pleospora</i>	15	26	20
<i>Ustilago</i>	106	203	155
<i>Venturia</i>	21	13	17

3.4.1.2. CONCENTRACIÓN FÚNGICA MENSUAL

En la tabla 55 se muestra la concentración total media mensual durante el periodo 2009 a 2011, octubre (5121 esporas/m³) fue el mes que registró una mayor concentración fúngica y febrero (408 esporas/m³) el que menos.

Tabla 55. Concentración total media mensual de esporas totales durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³).

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
644	408	523	1885	3275	2500	1834	1866	1871	5121	1736	855

3.4.1.3. VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA ESPACIAL

En la figura 63 se muestran las concentraciones medias diarias totales y de los tipos principales. En el periodo de 2009 a 2011 la concentración total media resultó no ajustarse a una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.823, p-valor<0.001), tras realizar una transformación logarítmica los datos totales se ajustaron a una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.978, p-valor=0.059) sin embargo los datos transformados logarítmicamente de los principales tipos fúngicos (*Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium*, *Cladosporium cladosporioides* y *herbarum*, *Drechslera*, Hifas, *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Ustilago* y *Venturia*) no siguieron una distribución normal.

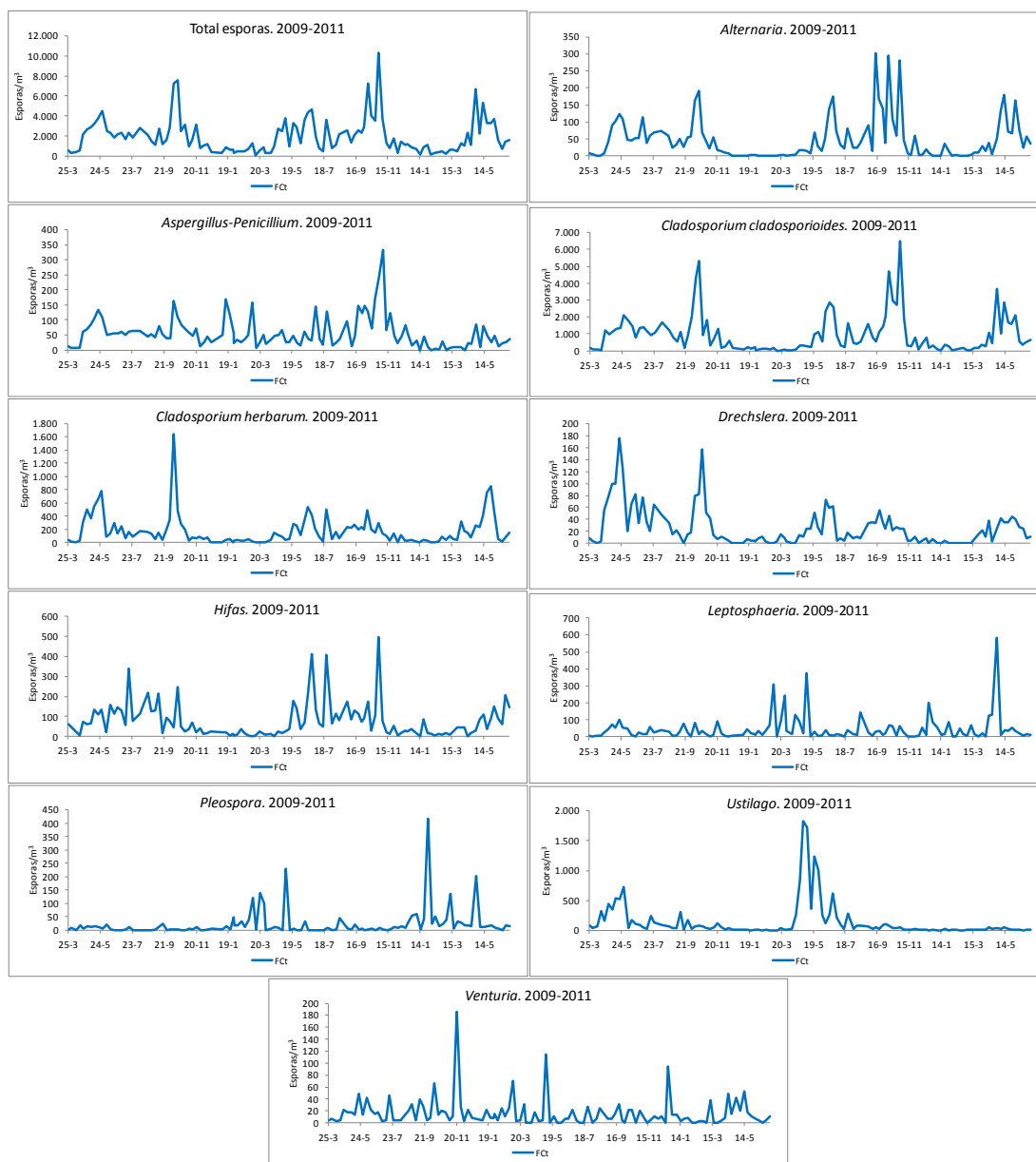


Figura 63. Concentración media diaria total y de los tipos principales en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³).

En la figura 64 se muestran las concentraciones totales medias diarias y de los tipos principales. Otoño, ha sido la estación que ha registrado las concentraciones más elevadas seguido de primavera y verano, e invierno las concentraciones más bajas. La comparación anual y estacional usando el ANOVA para la concentración total no encontró, en el primer caso, diferencias estadísticamente significativas ($F=0.222$, $p\text{-valor}=0.639$), sin embargo la segunda comparación sí mostró diferencias estadísticamente significativas ($F=19.654$, $p\text{-valor}<0.001$). La comparación estacional usando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para los tipos fúngicos por separado mostró diferencias estadísticamente significativas excepto *Leptosphaeria* y *Venturia*.

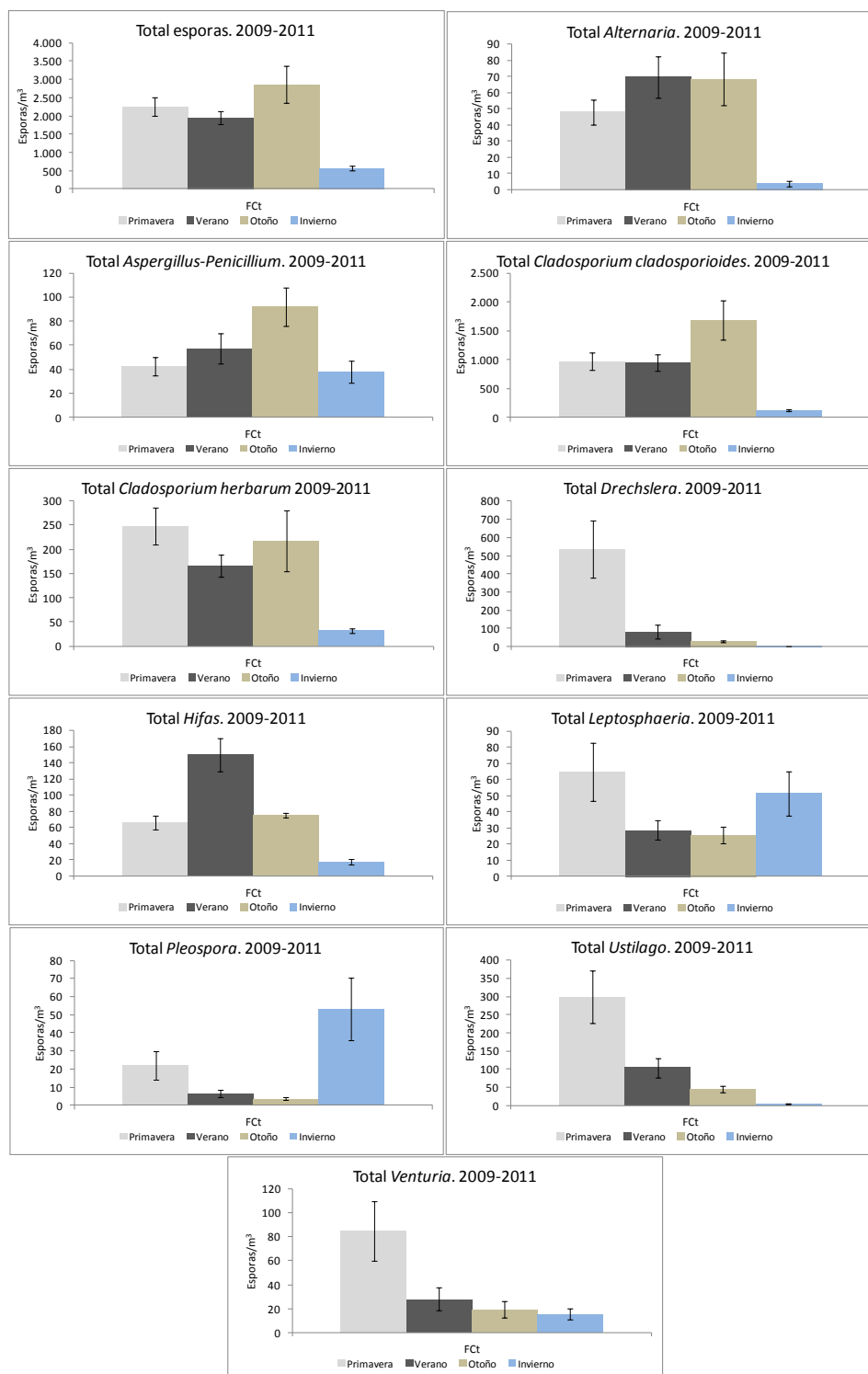


Figura 64. Concentración, con barras de error, del total y de los tipos fúngicos principales en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³).

3.4.1.4. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA TOTAL Y DE LOS TIPOS MAYORITARIOS CON LA METEOROLOGÍA

Los análisis de correlación con los datos meteorológicos durante el periodo total desde 2009 hasta 2011 se muestran en la tabla 56.

Tabla 56. Correlaciones de la concentración total de los tipos fúngicos principales con los parámetros meteorológicos en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.

2009-2011											
Parámetro meteorológico		Total	<i>Alternaria</i>	<i>Asper-Penic.</i>	<i>Clad. clad.</i>	<i>Clad. herb.</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Leptosp.</i>	<i>Pleospora</i>	<i>Ustilago</i>	<i>Venturia</i>
Dv.	r	-0.019	0.025	0.045	0.078	-0.063	0.105	-0.334**	-0.400**	0.096	-0.345**
	p	0.842	0.791	0.635	0.407	0.504	0.265	<0.001	<0.001	0.309	<0.001
Hs.	r	0.265**	0.449**	-0.024	0.343**	0.372**	0.421**	-0.130	-0.338**	0.562**	-0.147
	p	0.004	0.000	0.803	<0.001	<0.001	<0.001	0.165	<0.001	<0.001	0.116
Hr.	r	-0.330**	-0.529**	-0.101	-0.408**	-0.433**	-0.488**	0.166	0.322**	-0.560**	0.037
	p	<0.001	<0.001	0.285	<0.001	<0.001	<0.001	0.075	<0.001	<0.001	0.698
Pp.	r	-0.111	-0.256**	0.005	-0.234*	-0.250**	-0.346**	0.353**	0.430**	-0.248**	0.325**
	p	0.242	0.006	0.957	0.013	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Rd.	r	0.176	0.151	0.004	0.089	0.235*	0.255**	0.009	-0.146	0.363**	-0.064
	p	0.060	0.107	0.967	0.344	0.011	0.006	0.922	0.119	<0.001	0.499
Rfa.	r	0.345**	0.491**	-0.040	0.377**	0.457**	0.493**	-0.077	-0.328**	0.675**	-0.111
	p	0.000	0.000	0.674	<0.001	<0.001	<0.001	0.414	0.000	0.000	0.236
Rs.	r	0.355**	0.507**	-0.039	0.388**	0.465**	0.507**	-0.068	-0.325**	0.680**	-0.114
	p	<0.001	<0.001	0.683	<0.001	<0.001	<0.001	0.473	<0.001	<0.001	0.226
Tmax.	r	0.510**	0.657**	0.176	0.568**	0.612**	0.588**	-0.003	-0.350**	0.626**	0.049
	p	<0.001	<0.001	0.060	<0.001	<0.001	<0.001	0.978	<0.001	<0.001	0.605
Tmed.	r	0.544**	0.673**	0.218*	0.583**	0.629**	0.606**	0.083	-0.330**	0.616**	0.129
	p	<0.001	<0.001	0.019	<0.001	<0.001	<0.001	0.379	<0.001	<0.001	0.168
Tmin.	r	0.554**	0.637**	0.254**	0.561**	0.599**	0.548**	0.201*	-0.233*	0.509**	0.254**
	p	<0.001	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	0.031	0.012	<0.001	0.006
Ts.	r	0.531**	0.660**	0.216*	0.571**	0.581**	0.602**	0.057	-0.393**	0.619**	0.114**
	p	<0.001	<0.001	0.021	<0.001	<0.001	<0.001	0.544	<0.001	<0.001	<0.001
Vv.	r	0.040	0.126	-0.030	0.025	0.053	0.188*	0.032	-0.134	0.259**	-0.022
	p	0.669	0.179	0.754	0.794	0.572	0.044	0.734	0.154	0.005	0.819

Los análisis de correlación con los datos meteorológicos mostraron correlaciones estadísticamente significativas con las horas de sol, la humedad relativa, la radiación fotosintética activa, la radiación solar, la temperatura máxima, media, mínima y la del suelo. Los tipos *Cladosporium cladosporioides* y *C. herbarum* mostraron correlaciones estadísticamente significativas con la mayoría de los parámetros meteorológicos, además la temperatura mínima ha sido el único parámetro que se ha correlacionado estadísticamente con todos los tipos fúngicos estudiados.

3.4.1.5. COMPARACIONES CONCENTRACIÓN FÚNGICA HORARIA

La concentración de los principales tipos de esporas fue generalmente más alta durante las horas centrales del día y se mantenía elevada durante las horas de la tarde. Durante la noche, los niveles decrecían (figura 65).

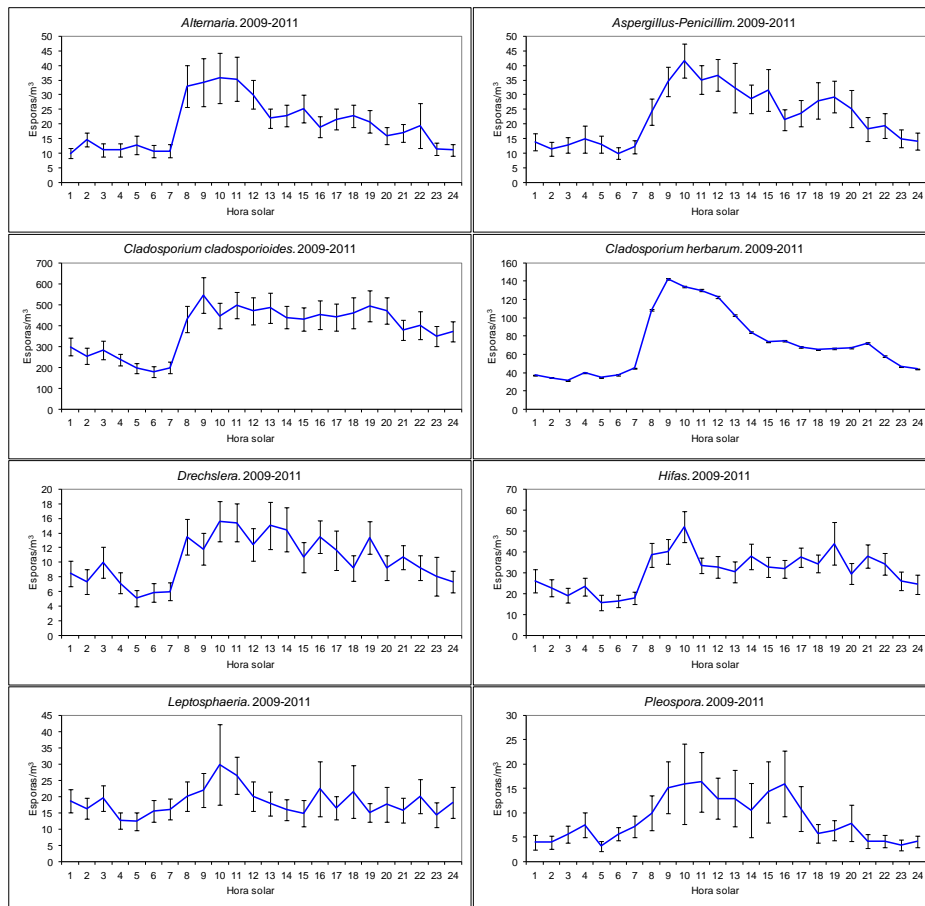


Figura 65. Concentración horaria de los principales tipos fúngicos en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³).

Algunos tipos mostraron un modelo homogéneo con ligeras diferencias entre el pico máximo y el mínimo. *Alternaria* registró su pico máximo entre las 8:00 y las 11:00 horas solares; *Aspergillus-Penicillium* entre las 10:00 y las 11:00 horas solares; *Cladosporium cladosporioides* y *C. herbarum* entre las 8:00 y las 10:00 horas solares; Hifas y *Leptosphaeria* entre las 9:00 y las 10:00 horas solares; *Pleospora* con dos picos máximos, uno entre las 9:00 y las 11:00 horas solares y el otro entre las 16:00 y las 17:00 horas solares. *Ustilago* presentó su pico máximo entre las 9:00 y las 16:00 horas solares. Otros tipos fúngicos presentan otro modelo de distribución heterogéneo, *Drechslera* con sucesivos picos a lo largo de las horas centrales del día desde las 9:00 hasta las 20:00 horas solares y *Venturia* con las concentraciones más elevadas durante la noche, desde las 21:00 hasta las 24:00 horas solares.

3.4.2. EN MÉTODOS VIABLES

3.4.2.1. CONCENTRACIÓN FÚNGICA TOTAL

Se han contabilizado un total de 8775 colonias que se han identificado en 81 taxones. En la tabla 57 se muestra las concentraciones medias de las colonias registradas durante el periodo de 2009 a 2011 en CFU/m³.

Tabla 57: Concentración media de las colonias registradas en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m³).

Tipo	CFU/m ³	Tipo	CFU/m ³	Tipo	CFU/m ³
<i>Absidia corymbifera</i>	1.67	<i>Cladosporium macrocarpum</i>	0.93	<i>Penicillium glabrum</i>	3.01
<i>Alternaria alternata</i>	13.30	<i>Cladosporium oxysporum</i>	0.55	<i>Penicillium hirsutum</i>	0.75
<i>Alternaria chlamydospora</i>	0.75	<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	2.96	<i>Penicillium implicatum</i>	0.50
<i>Alternaria longipes</i>	0.84	<i>Drechslera biseptata</i>	1.58	<i>Penicillium islandicum</i>	0.33
<i>Alternaria tenuissima</i>	14.80	<i>Epicoecum nigrum</i>	0.50	<i>Penicillium italicum</i>	1.33
<i>Arthrinium phaeospermum</i>	0.25	<i>Fusarium poae</i>	7.05	<i>Penicillium janczewki</i>	0.17
<i>Aspergillus candidus</i>	2.25	<i>Eurotium herbarium</i>	0.42	<i>Penicillium olsonii</i>	0.50
<i>Aspergillus chevaleri</i>	0.08	Levaduras	19.30	<i>Penicillium purpurogenum</i>	0.33
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2.17	<i>Micelia sterilia</i>	45.10	<i>Penicillium sclerotium</i>	3.23
<i>Aspergillus nidulans</i>	0.25	<i>Moniliella suaveolens</i>	0.33	<i>Penicillium spinulosum</i>	0.08
<i>Aspergillus niger</i>	21.40	<i>Mucor sp.</i>	0.17	<i>Penicillium thomii</i>	1.78
<i>Aspergillus niveus</i>	1.42	<i>Mucor plumbeus</i>	0.68	<i>Penicillium variable</i>	0.08
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0.92	<i>Nigrospora oryzae</i>	0.17	<i>Rhizomucor miebei</i>	0.58
<i>Aspergillus restrictus</i>	0.08	<i>Paecilomyces variotii</i>	1.47	<i>Rhizopus stolonifer</i>	5.62
<i>Aspergillus sojae</i>	0.17	<i>Penicillium arenicola</i>	0.42	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	0.58
<i>Aspergillus sydowii</i>	0.92	<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	2.89	<i>Spegazzinia tessarthra</i>	0.50
<i>Aspergillus terreus</i>	0.25	<i>Penicillium bilaiae</i>	0.17	<i>Stachybotrys chartarum</i>	1.00
<i>Aspergillus ustus</i>	0.75	<i>Penicillium brevicompactum</i>	0.75	<i>Syncephalastrum racemosum</i>	0.33
<i>Aspergillus versicolor</i>	1.33	<i>Penicillium camemberti</i>	0.42	<i>Torula herbarum</i>	0.17
<i>Aspergillus wentii</i>	0.94	<i>Penicillium chrysogenum</i>	7.32	<i>Trichoderma harzianum</i>	9.48
<i>Aspergillus n.i.</i>	0.17	<i>Penicillium citrinum</i>	1.14	<i>Ulocladium consortiale</i>	4.72
<i>Botrytis cinerea</i>	1.92	<i>Penicillium decumbens</i>	0.33	<i>Ulocladium tuberculatum</i>	0.92
<i>Chaetomium funicola</i>	0.75	<i>Penicillium digitatum</i>	0.42	<i>Ustilago tritici</i>	0.08
<i>Chrysonilia sitophila</i>	0.18	<i>Penicillium duclauxii</i>	0.08	<i>Wallemia sp.</i>	0.92
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	106	<i>Penicillium expansum</i>	6.31	<i>Xylaria sp.</i>	0.92
<i>Cladosporium elatum</i>	1.68	<i>Penicillium fellutanum</i>	0.08	Zigomicetos	0.17
<i>Cladosporium herbarum</i>	17.1	<i>Penicillium funiculosum</i>	0.34	Otros	0.17

3.4.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TAXONES IDENTIFICADOS

***Absidia corymbifera* (Cohn) Sacc. Trott**

Colonias en MEA expansivas, blancas o marrón grisáceas, micelio profusamente ramificado con estolones e hifas rizoidales. Esporangióforos solitarios o en grupos, elevándose de hifas aéreas, subhialinos. Esporangios esféricos a piriformes, columela representando 40-60% del esporangio, con apófisis cónica conspicua, hemisférica, con una o más proyecciones apicales. Esporas 3-4 μm , esféricas o largamente elipsoidales, pared lisa.

***Alternaria alternata* (Fr.) Keissl**

Colonias en MEA 50-70 mm en 7 días, planas o flocosas, blanquecinas o gris marrones, reverso marrón o casi negro. Conidióforos generalmente no ramificados. Conidios 23-56 μm , obclavados a elipsoidales, pico corto y cilíndrico, marrones, pared rugulosa, septación muriforme, cicatriz apical solitaria, dispuestos generalmente en cadenas simples de 10 o más.

***Alternaria chlamydospora* Mouchacca**

Conidióforos no ramificados. Conidios 26-70 μm , obclavados u obpiriformes, haciéndose muy irregulares en forma, multicelulares, generalmente en cadenas, pardo-dorados, pared lisa débilmente verrugosa, pico corto y pálido. Se forman clamidósporas multicelulares e irregulares sobre las hifas.

***Alternaria longipes* (Ellis & Everth.) Mason**

Conidióforos generalmente no ramificados. Conidios 35-100 μm , obclavados, generalmente con un pico de hasta 1/3 la longitud del cuerpo conidial, marrón oscuro, pared lisa o finamente verrugosa, septación muriforme, cicatriz apical solitaria, dispuestos en cadenas generalmente no ramificadas de 10 o más.

***Alternaria tenuissima* (Kunze: Pers.) Wiltsh**

Conidióforos solitarios o en grupos, simples o ramificados. Conidios 22-95 μm , obclavados o estrechándose gradualmente en un pico de hasta la mitad de la longitud total, marrón-dorados, pared lisa o débilmente verrugosa, con 4-7 septos transversales y 1-2 septos longitudinales, dispuestos en cadenas no ramificadas de 3-5.

***Arthrinium phaeospermum* (Corda) M. B. Ellis**

Colonias en MEA cubriendo la placa en pocos días, flocosas, blanquecinas o grisáceas, con algunas zonas rosadas oscureciéndose con la edad, reverso amarillento o pardo. Conidióforos elevándose a partir de una célula madre lageniforme, erectos o ascendentes, flexuosos, hialinos. Conidios 8-12 μm , lenticulares, marrón oscuros, provistos de una hendidura germinal ecuatorial.

***Aspergillus candidus* Link**

Colonias en MEA 8-14 mm en 7 días, blanquecinas a cremosas. Reverso amarillo pálido.

Cabeza conidial radiada, blanca. Conidióforo de pared lisa a finamente rugoso. Vesículas 10-40 μm , esféricas a subesféricas, biseriadas u ocasionalmente

***Aspergillus chevalieri* Mangin. Teleomorfo: *Eurotium chevalieri* Mangin.**

Colonias en MEA 16-25 mm en 7 días, planas, densas a flocosas, amarillo brillante, más oscuras en el centro, a veces con pigmentos amarillentos difundidos. Cabeza conidial radiada, gris-verdosa. Conidióforos hialinos. Vesículas esféricas, uniseriadas. Conidios 4,5-5,5 μm , ovoides a elipsoidales con extremos planos, espinulosos, hialinos.

***Aspergillus fumigatus* Fres.**

Colonias en MEA 45-55 mm en 7 días, afieltradas, verde oscuras. Reverso amarillo crema con tintes verdosos. Cabeza conidial columnar. Conidióforos de pared lisa, a menudo verdosos apicalmente. Vesículas 20-30 μm , subclavadas. Conidios 2,5-3 μm , verrucosos, subesféricos.

***Aspergillus nidulans* (Eidam) Winter. Teleomorfo: *Emericella nidulans* (Eidam) Winter**

Colonias en MEA (25)35-60 en 7 días, planas y velutinas, cleistotecios a veces abundantes, con células Hülle, blanquecinas a verdosas, reverso pálido. Cabeza conidial corta, columnar. Conidióforos parduscos. Vesículas 8-10 μm , hemisféricas, biseriadas. Conidios 3-4 μm , esféricos, rugulosos, subhialinos, verdosos en masa.

***Aspergillus niger* Tiegh.**

Colonias en MEA, marrón negruzcas. Reverso amarillo pálido u oscuro. Cabeza conidial radiada. Conidióforos con pared lisa, hialina o pigmentada. Vesículas 50-100 μm , subesféricas,

biseriadas. Métulas dos veces tan largas como las fiálides. Conidios 3,5-5 μm , subesféricos, marrones, verrugosos y acostillados.

***Aspergillus niveus* Blochwitz. Teleomorfo: *Fennellia nivea* (Wiley & Simmons)**

Samson

Colonias en MEA 18-30 mm en 7 días, débilmente sulcadas, densas y velutinas, blanquecinas con tientes amarillentos, exudado claro, amarillento o rojizo, reverso pardo amarillento a verde oscuro. Cabeza conidial pequeña, radiada o algo columnar, blanca, variando a marfil con el tiempo. Conidióforos con pared lisa, hialinos. Vesículas 8-15 μm , hemisféricas, biseriadas. Métulas cubriendo hasta un tercio de la vesícula. Conidios 2-2,5 μm , esféricos, hialinos, pared lisa.

***Aspergillus ochraceus* Wilhelm**

Colonias en MEA 40-55 mm en 7 días, planas, blanquecinas o amarillentas, esclerocios blancos o rosados, exudados de color claro a veces presentes, reverso gris anaranjado a pardo. Cabeza conidial radiada, dividiéndose en varias columnas con la edad. Conidióforos pardos, pared escábrida. Vesículas 35-50 μm , esféricas, con pared delgadas, hialinas, biseriadas. Métulas cubriendo la vesícula entera. Conidios 2,5-2,5 μm , esféricos a subesféricos, pared lisa o finamente escábrida.

***Aspergillus restrictus* G. Smith**

Colonias en MEA 6-12 mm en 7 días, sulcadas o arrugadas, blanquecinas, con tonos verdosos, reverso pálido o verde oscuro. Cabeza conidial columnar, a menudo retorcida, verde-oliva oscuro. Conidióforos hialinos, pared lisa o finamente escábrida. Vesículas 6-12 μm , ampuliformes a hemisféricas, uniseriadas, células conidiógenas cubriendo el tercio superior de la vesícula. Conidios 4-7 μm , escábridos, verde oscuro en masa, casi cilíndricos cuando jóvenes y piriformes en la madurez.

***Aspergillus sojae* Sakag. & K. Yamada**

Cabezas conidiales radiadas a laxamente columnares, oliváceas a color café, generalmente uniseriadas. Conidióforos hialinos, lisos o rugosos. Fiálides cubriendo la mitad de la vesícula. Conidios 5,5-7 μm , esféricos, pared rugosa, color oscuro.

***Aspergillus sydowii* (Bain. & Sart.) Thom & Church**

Colonias en MEA 16-25 mm en 7 días, planas, densas, velutinas o ligeramente floccosas, blanquecinas, cabezas conidiales azul turquesa, reverso pálido. Cabeza conidial radiada. Conidióforos hialinos, pared lisa. Vesículas 4-6 μm , esféricas a subesféricas, fértiles en casi toda la superficie, biseriadas. Conidios 2,5-4 μm , equinulados, verde en masa, esféricos a subsféricos.

***Aspergillus terreus* Thom**

Colonias en MEA 45-55 mm en 7 días, afieltradas, marrón amarillentas. Cabeza conidial densamente columnar. Conidióforos hialinos, pared lisa. Vesículas 10-20 μm , subesféricas, biseriadas. Métulas tan largas como las fiálides. Conidios 1,5-2,5 μm , esféricos a anchamente elipsoidales, estriados.

***Aspergillus ustus* (Bain.) Thon & Church**

Colonias en MEA 40-50 mm en 7 días, planas, densas a velutinas, o ligeramente floccosas, blanquecinas con cabezas conidiales verdosas, reverso verde pálido o pardo. Cabeza conidial radiada a algo columnar con la edad, a menudo dividiéndose en varias columnas. Conidióforos con tonos pardos, pared lisa. Vesículas 7-15 μm , biseriadas. Métulas cubriendo la mitad o el tercio superior de la vesícula. Conidios 3-4,5 μm , esféricos, pared escábrida, marrón amarillo oscuro.

***Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi**

Colonias en MEA 9-17(22) mm en 7 días, afieltradas, algunas veces floccosas, blanquecinas al principio, luego amarillentas, anaranjadas o verdosas. Reverso amarillo pálido. Cabeza conidial radiada. Conidióforos hialinos, pared lisa. Vesículas 12-16 μm , subesféricas a elipsoidales, biseriadas. Fiálides mayores o iguales que las métulas. Conidios 2-3 μm , esféricos, equinulados.

***Aspergillus wentii* Wehmer**

Colonias en MEA 14-27 mm en 7 días, velutinas a floccosas, marrón a marrón café con a la edad. Reverso amarillo pálido. Conidióforos de pared lisa. Cabeza conidial globosa a radiada. Vesículas 20-80 μm , globosas a subglobosa, fértil en toda la superficie, biseriadas. Fiálides cilíndricas, estrechándose en el cuello. Conidios 4,5-5 μm , elipsoidales a globosos, lisos a rugoso.

***Botrytis cynerea* Persoon**

Colonias en MEA 6 cm en 10 días, hialinas inicialmente luego grisáceas a pardo-grisáceas. Conidióforos marrones inferiormente, pared lisa, ramificados apicalmente con ramas alternas. Conidios 8-14 μm , obovoides, generalmente con un hilum protuberante, marrón pálido, hidrofóbicos, pared lisa. Microconidios producidos en esporodoquios sobre fiálides en forma de botella.

***Chaetomium funicola* Cooke**

Colonias en MEA 35-40 mm en 7 días, planas, micelio escaso, blanquecino, a veces gris pálido en el centro por el desarrollo de peritecios, reverso gris oliváceo pálido o gris pardo. Ascoma esférico a ovoide, gris oscuro oliváceo. Pelos ascomales rectos y rígidos, ramificados de forma dicotómica, verrugosos. Ascospóricos, clavados. Ascósporas 6-7,5 μm , ovoides, marrones, atenuadas en los bordes, débilmente apiculadas hacia el poro germinativo, polo opuesto con un punto más pálido.

***Chrysonilia sitophila* (Mont.) Arx.**

Teleomorfo: *Neurospora sitophila* Shear & Dodge. Colonias en MEA 2,5 cm en 1 día, con penachos irregulares especialmente en el margen, inicialmente sin color y haciéndose rosado o anaranjados con el tiempo. Hifas conidiógenas ascendentes, pared lisa, septadas, con ramas laterales que llevan cadenas de conidios. Conidios 10-15 μm , de tipo artroconidio conectados por disyuntores, unicelulares, generalmente reunidos en masas irregulares, pared lisa, ovoides a elipsoidales.

***Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries**

Colinas en MEA expansivas, aterciopeladas a pulverulentas, verde oliváceas a marrón oliváceas, reverso oliváceo negruzco, con margen delgado blanquecino, crecen 20 mm en 7 días. Conidióforos de longitud variable, sin engrosamientos, con ramificaciones laterales y terminales, con cadenas ramificadas de conidios. Conidios elipsoidales a limoniformes, pared lisa o débilmente verrucosa, marrón oliváceos, unicelulares, cicatriz oscura.

***Cladosporium elatum* (Harz) Nannf**

Colinas en MEA expansivas, pulverulentas, gris o verde-oliváceas, reverso oliváceo negruzco. Conidióforos generalmente ausentes. Conidios 4-15 μm , en largas cadenas,

fusiformes, sub-esféricas o en forma de limón, generalmente unicelulares, cónico clavados, pared lisa, marrón pálidos o marrón oliváceos.

***Cladosporium herbarum* (Pers.) Link**

Colinas en MEA moderadamente expansivas, aterciopeladas, verde oliváceas a marrón oliváceas, reverso oliváceo negruzco, margen estrecho blanquecino, crecen 9-18 mm en 7 días. Conidióforos con engrosamientos terminales e intercalares y prolongaciones geniculadas, marrón oliváceos pálido a marrones, pared lisa. Conidios cuando unicelulares 5,5-13 μm , elipsoidales a cilíndricos, con extremos redondeados, claramente verrugosos, cicatriz protuberante marrón, a menudo bicelulares o pluricelulares.

***Cladosporium macrocarpum* Pruess**

Colonias en MEA crecen 20 mm en 7 días, sulcadas radialmente, aterciopeladas, verde grisáceo. Reverso oscuro. Conidióforos laterales, rectos y algunas veces ramificados, pared lisa o finamente rugulosa, geniculados, nodosos, con hinchazones intercalares. Ramoconidios primarios poco frecuentes, ramoconidios secundarios con 1 hilum basal y 1-2 hilum distales, generalmente no septados, cilíndricos a fusiformes. Conidios intercalares 9-15 μm , cilíndricos a fusiformes, generalmente aceptados. Conidios terminales 4-10 μm , elipsoidales u obovoides, aceptados, con 1 hilum basal, pardo grisáceos, verrugosos a equinulados, pared y septos oscuros y gruesos.

***Cladosporium oxysporum* Berk. & Curt**

Colinas en MEA moderadamente expansivas, aterciopeladas y a menudo flocosas en el centro, oliváceas o verde-oliváceas, reverso verdoso-oscuro. Conidióforos derechos o débilmente flexuosos, verde-oliváceos pálidos a marrón claro, claramente nodosos con engrosamientos terminales o intercalares. Ramoconidios cilíndricos a clavados, unicelulares o bicelulares. Conidios esféricos a subesféricos, pared lisa, marrón-oliváceos pálido.

***Cladosporium sphaerospermum* Penz**

Colinas en MEA moderadamente expansivas, aterciopeladas a pulverulentas, verde-oliva a marrón oliváceas, sulcadas radialmente, reverso verdoso-negruzcas, crecen 8-18 mm en 7 días.

Conidióforos marrón oliváceos pálido, pared lisa o verrugosa, no nodosa. Ramoconidios hasta con 3 septos, alargados, pared lisa o verrugosa. Conidios 3-5 μm , subesféricos, marrón oliváceos oscuro, verrugosos.

***Drechslera biseptata* (Sacc. & Roum.) Richardson & Fraser**

Conidióforos generalmente en grupos pulviniformes, marrón-negrucos, erectos, pared gruesa y lisa, entremezclados, extremos flexuosos. Conidios 23-33 μm , rectos, anchamente redondeados en ambos extremos, marrón pálido, 2-3 distioseptados, anchamente clavados, pared finamente rugosa.

***Epicoccum nigrum* Link**

Colonias en MEA 6 cm en 10 días, lanosas a afieltradas, amarillo anaranjadas, rojizas o marrones, a veces verdosas. Reverso similar, a menudo más intensamente coloreado. Esporodoquios pulviniformes a los 8-10 días, como puntos negruzcos. Conidióforos en racimos, derechos o flexuosos, rematados por células conidiógenas isodiamétricas, hialinas o marrón pálidas. Conidios 15-25 μm , globosos a piriformes, base infundibuliforme, cicatriz ancha, marrón dorado oscuro, verrugosos, con hasta 15 septos.

***Fusarium poae* (Peck) Wollenw**

Colonias en MEA con micelio algodonoso, blanco o rosa pálido, rojizo a violeta cerca del sustrato. Reverso pardo amarillento o rosado. Conidióforos inicialmente no ramificados, luego ramificados con monofálides anchas. Microconidios 6-10 μm , producidos en abundancia, unicelulares, napiformes a piriformes. Macroconidios 18-38(56) μm , más escasos, débilmente curvados, generalmente con 2-3(5) septos.

***Moniliella suaveolens* (Lindner) Arx**

Colinas en MEA 15-40 mm en 7 días, flocosas a velutinas, blanquecinas a oliváceas, reverso incoloro u oliváceo. Conidióforos poco diferenciados con conidios en cadenas acrópetas. Conidios 9-13 μm , subesféricos, elipsoidales o cilíndricos, aseptados, pared lisa.

***Mucor plumbeus* Bonorden**

Colonias en MEA de crecimiento rápido, grisáceas o verde-oliva claro.

Esporangióforos con pared débilmente costrosa, constreñida y a menudo curvado bajo el esporangio. Esporangios inicialmente hialinos y haciéndose marrón oscuros o pardo grisáceos con la edad, pared espinulosa. Columela piriforme a obovoide, base truncada o elipsoidal, lisa y a menudo con proyecciones, collarete presente. Esporangiósporas 7-8(10) μm , globosas, marrón amarillentas, débilmente rugosas. Clamidósporas presentes en cultivos viejos.

***Nigrospora oryzae* (Berk. & Broome) Petch. Teleomorfo: *Khuskia oryzae* H.J. Huds.**

Colonias en MEA cubriendo la placa en pocos días, densas a flocosas, rosadas, naranja pálido a grisáceas, reverso gris pálido, anaranjado o gris azulado.

Conidióforos de pared oscura con conidios en racimos. Conidios 12-15 μm , solitarios, negruzcos, esféricos a oblatos, pared lisa.

***Paecilomyces variotii* Bain**

Colonias en MEA de crecimiento rápido, pulverulentas a flocosas, funiculosas a afelpadas, marrón amarillento o color arenoso, olor dulzón, cercen 3-7 cm en 7 días. Conidióforos con densas ramas verticiladas, con 2-7 fiálides. Fiálides cilíndricas o elipsoidales estrechándose abruptamente en un pico delgado y largo. Conidios 3-5 μm , subesféricos, elipsoidales a fusiformes, hialinos a amarillentos, pared gruesa, de lisa a débilmente verrugosa.

***Penicillium arenicola* Chalab.**

Colonias en CYA entre 25-45 μm , aterciopeladas a flocosas de color amarillento claro a oliva-café, pigmento difusible rojo-café a veces presente; reverso oliva-café a café oscuro. Algunos aislamientos dan microcolonias a 5°C, usualmente no crece a 37°C. Conidióforos que nacen desde hifas superficiales, 400-800 μm de largo y 4-7 μm de ancho, de paredes lisas a asperuladas, gruesas, de color café que dan origen a penicilios variables, bi o terverticilados o más ramificados con un patrón poco uniforme a acerosas, 7-10 (-15) μm de largo; conidios esféricos a subesféricos o anchamente piriformes con un disyuntor prominente, 3-4. 5 μm de largo, lisos a visiblemente rugosos en cadenas desordenadas.

***Penicillium aurantiogriseum* Dierckx**

Colonias en MEA azul verdosos, velutinos, reverso amarillento que difunde en el medio. Conidióforos rugosos, generalmente terverticilados. Métulas 10 μm . Fiálides 9-10 10 μm , en forma de botella. Conidios 3,5-4 10 μm , subesféricos a elipsoidales, pared lisa, grisáceo azulados.

***Penicillium bilaiae* Chalab**

Colonias en CYA 22-28 mm flocosas a funiculadas, exudado a veces presente, claro o color café, pigmento difusible de color café a menudo presente, reverso café oscuro. Conidióforos

solitarios o en funículos, pared lis, rectos o sinuosos, monoverticilados, dilatados apicalmente. Conidios 2,5-3 μm , subesferoidales a elipsoidales, rugosos en grado diverso.

***Penicillium brevicompactum* Dierckx**

Colonias en MEA de color gris verdoso a amarillo verdoso, velutinas. Conidióforos de pared lisa, generalmente terverticilados. Métulas 9-12 $10 \mu\text{m}$, compactas. Fiálides 6-9 $10 \mu\text{m}$, en forma de botella. Conidios 2,5-3,5 $10 \mu\text{m}$, elipsoidales, pared lisa o débilmente verrugosa.

***Penicillium camemberti* Thom**

Colonias en MEA gris verdosos, de velutinas a granulosas, raramente fasciculadas, reverso amarillo pálido. Conidióforos hialinos, bi o terverticilados, elementos adpresos, pared rugosa a lisa. Métulascilíndricas con 3-6 fiálides. Fiálides cilíndricas estrechándose en un corto cuello. Conidios 4-5 μm , en cadenas enredadas, globosos a subglobosos o anchamente elipsoidales, hialinos o débilmente verdosos, pared lisa.

***Penicillium chrysogenum* Thom**

Colonias en MEA azul verdosas a verdes, aterciopeladas a flocosas, reverso amarillo pálido.

Conidióforos de pared lisa, generalmente terverticilados. Métudlas 8-12 $10 \mu\text{m}$. Fiálides 7-10 $10 \mu\text{m}$, en forma de botella. Conidios 2,5-4 $10 \mu\text{m}$, elipsoidales, pared lisa, azul.

***Penicillium citrinum* Thom**

Colonias en MEA azul grisáceo a verde, aterciopeladas, radialmente sulcadas. Reverso amarillo beig. Conidióforos de pared lisa, biverticilados. Métulas 12-15 $10 \mu\text{m}$, divergentes, en verticilados de 3-5. Fiálides 7-12 $10 \mu\text{m}$, en forma de botella. Conidios 2,2-3 $10 \mu\text{m}$, esféricos a subesféricos, pared lisa o finamente rugosa.

***Penicillium decumbens* Thom**

Colonias en MEA 25-36 mm en 7 días, aterciopeladas, gris verdosas, con gotas de exudación ocasionales. Conidióforos de pared lisa, monoverticilados. Fiálides 8-14 $10 \mu\text{m}$, en forma de botella. Conidios 2-3 $10 \mu\text{m}$, elipsoidales a subesféricos, pared lisa.

***Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc**

Colonias en MEA amarillentas o pardo verdosas, velutinas, reverso pálido. Conidióforos hialinos, ramificados irregularmente. Métulas poco abundantes, cilíndricas, ramas terminando en 3-6 fiálides. Fiálides a menudo solitarias, cilíndricas con un cuello corto. Conidios 3,5-8 μm , elipsoidales a cilíndricos, pared lisa, verde oliva en masa.

***Penicillium duclauxii* Delacr**

Colonias en MEA 5-6 cm en 14 días, blanquecina, cabezas conidiales amarillentas organizadas concéntricamente. Conidióforos en coremios, pared lisa o rugosa, biverticilados, simétricos. Métulas en grupos 2-5. Fiálides paralelas, 3-6 por verticilo. Conidios 2-2,5 μm , elípticos a subglobosos, pared gruesa, rugulosa en espiral, organizados en cadenas.

***Penicillium expansum* Link**

Colonias en MEA verde azuladas, reverso crema. Conidióforos de pared lisa, terverticilados. Métulas 12-18 μm . Fiálides 8-11 μm , en forma de botella, dispuestas de forma apretada, estrechándose en un pico corto y estrecho. Conidios 3-3,5 μm , elipsoidales, pared lisa.

***Penicillium fellutanum* Biourge**

Colonias en MEA 14-18 mm en 7 días, radialmente sulcadas, velutinas con área central flocosa, verde oscuras, ocasionalmente con exudados, reverso pálido. Conidióforos mono o biverticilados, con 2-4 métulas o fiálides solitarias, pared lisa. Métulas distalmente vesiculadas. Fiálides ampuliformes. Conidios 2,5-3,2 μm , elipsoidales, pared finamente rugosa, dispuestos en columnas irregulares.

***Penicillium funiculosum* Thom**

Colonias en MEA gris verdoso, funiculosas, reverso pálido, 26-35 mm en 7 días. Conidióforos hialinos, biverticilados, pared lisa, con 5-8 métulas. Métulas cilíndricas, con 3-6 fiálides. Fiálides lanceoladas. Conidios 2,5-3,5 μm , subglobosos a elipsoidales, verdosos, lisos o finamente rugosos.

***Penicillium glabrum* (Wehmer) Westling**

Colonias en MEA 34-57 mm en 7 días, grisáceo verdosas, ocasionalmente con gotas de exudados claras. Conidióforos cortos, hialinos a amarillo claro, monoverticilados, raramente

bimetulados, pared lisa, con 10-12 fiálides. Fiálides cilíndricas estrechándose en un cuello largo. Conidios 2,5-3 μm , producidos en largas columnas, globosos a subglobosos, hialinos a verdosos, lisos o finamente rugulosos.

***Penicillium hirsutum* Dierckx**

Colonias en MEA amarillo verdosas, reverso amarillo. Conidióforos hialinos, terverticilados, elementos adpresos, pared rugosa. Métulas cilíndricas, con 5-8 fiálides. Fiálides cilíndricas, estrechándose en un conspicuo cuello. Conidios 2,2-3,8 μm globosos a subglobosos, verdosos, lisos.

***Penicillium implicatum* Biourge**

Colonias en MEA 15-20 mm en 7 días, radialmente sulcadas, velutinas, blanquecinas, grisáceas o verdosas. Conidióforos hialinos, pared lisa, monoverticilados. Fiálides delgadas, cuello corto. Conidios 2,5-3 μm , elipsoidales o subesferoidales, pared lisa o finamente rugosa, dispuestos en columnas estrechas.

***Penicillium islandicum* Sopp**

Colonias en MEA 17-22 mm en 7 días, velutinas a débilmente flocosas, naranja intenso o marrón anaranjado, reverso anaranjado o ferrugíneo. Conidióforos biverticilados, pared lisa. Fiálides acerosas, abruptamente contraídas en el cuello. Conidios 3-3,5 μm , elipsoidales a subesféricos, pared lisa, dispuestos en cortas columnas.

***Penicillium italicum* Wehmer**

Colonias en MEA 22-60 mm en 7 días, gris verdosas, granulosas, reverso pálido. Conidióforos hialinos, terverticilados, ramas adpresas. Métulas cilíndricas, con 3-6 fiálides. Fiálides delgadas, cilíndricas, con cuello corto. Conidios 4-5 μm , cilíndricos, haciéndose elipsoidales a subglobosos, verdosos, pared lisa.

***Penicillium janczewskii* K. M. Zalessky**

Colonias en MEA 18-24(30) mm en 7 días, planas o radialmente sulcadas, densas a flocosas, blancas a amarillo pálido, ocasionalmente anaranjadas o rosadas, márgenes blanquecinos o verde grisáceos, algunas veces difundiendo pigmentos anaranjados o amarillentos, reverso asalmonado. Conidióforos con pared lisa, monoverticilados, con 4 métulas divergentes, ocasionalmente con ramas intercalares. Métulas ocasionalmente

hinchadas apicalmente. Fiálides ampuliformes con cuello corto. Conidios 2,5-3,5 μm , esféricos, espinosos, marrón oliváceos, dispuestos en columnas cortas.

***Penicillium olsonii* Bain. & Sartory**

Colonias en MEA 25-35 mm en 7 días, aterciopeladas, gris verdoso, con gotas de exudación, reverso amarillento o pardo pálido. Conidióforos hialinos, apicalmente débilmente hinchados, terverticilados, elementos adpresos, pared lisa, con 2-6 ramas. Métulas generalmente hinchadas, con 5-10 fiálides. Fiálides cilíndricas estrechándose en un cuello corto. Conidios 2,5-3 μm , subglobosos a elipsoidales, verdosos, lisos o finamente rugosos.

***Penicillium purpurogenum* Stoll**

Colonias en MEA 19-30 mm en 7 días, gris verdosos, funicolosas, reverso pálido. Conidióforos de pared lisa, hialinos, conspicuamente costrosos, biverticilados. Métulas 10-14 μm . Fiálides 10-14 μm , acerosas. Conidios 3-3,5, elipsoidales, algunas veces subesféricos, apiculados, irregularmente rugulosos.

***Penicillium sclerotiorum* J. F. H. Beyma**

Colonias en MEA 30-40 mm en 7 días, arrugadas, margen blanco, centro amarillento o anaranjado, exudado presente de amarillento a rojizo, reverso anaranjado amarillento. Conidióforos monoverticilados, pared lisa. Fiálides numerosas, ampuliformes. Conidios 2,5-3, elipsoidales, pared finamente rugosa, dispuestos en columnas.

***Penicillium spinulosum* Thom**

Colonias en MEA planas, flocosas, exudado frecuente. Conidióforos de pared lisa o rugosa, monoverticilados. Fiálides 6-10 μm , en forma de botella. Conidios 3-3,5 μm , esféricos, irregularmente rugosos o equinulados.

***Penicillium thomii* Maire**

Colonias en MEA 40-55 mm en 7 días, planas o arrugadas en el centro, generalmente flocosas, rosadas o más pálidas, reverso marrón anaranjado. Conidióforos monoverticilados, pared rugosa. Fiálides largas y apretadas, cuello estrecho. Conidios 3,5-4 μm , elipsoidales, rugosos, en columnas irregulares.

***Penicillium variabile* Sopp**

Colonias en MEA 10-18 mm en 7 días, amarillentas o verde oscuro. Conidióforos hialinos, biverticilados, pared lisa, con 4-7 métulas. Métulas cilíndricas, con 5-7 fiálides. Fiálides lanceoladas. Conidios 3,5-5 μm , elipsoidales, verdosos, lisos o finamente rugulosos.

***Rhizomucor miehei* (Cooney & Enerson) Schipper**

Colonias en MEA creciendo lentamente, 40-70 mm en 7 días a 25°, grisáceas. Hifas estolón con pared rugosa. Hifas rizoidales poco desarrolladas. Esporangióforos ramificados simpódicamente, pared pardusca, débilmente costrosa. Esporangios grisáceos, brillantes, pared costrosa. Columela obovoide a débilmente piriforme, parda o grisácea, con pequeñas protusiones. Collarete inconspicuo. Esporangiósporas 3-4 μm , subglobosas a elipsoidales.

***Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg) Vuillemin**

Colonias en MEA blanquecinas haciéndose pardo grisáceas por la presencia de esporangios y esporangióforos. Esporangióforos solitarios o en grupos de 2-7. Hifas estolón hialinas o marrón oscuras, pared lisa o débilmente rugosas. Esporangios globosos a subglobosos, marrón negruzcos al madurar. Columela globosa a ovoide. Esporangiósporas 7-15 μm , poligonales a ovoides o elípticas, estriadas.

***Scopulariopsis brevicaulis* (Sacc.) Bainier**

Colonias en MEA (15)40-50 mm en 7 días, expansivas, pulverulentas a velutinas, arrugadas de forma irregular, naranja grisáceo a pardo anaranjado. Conidióforos erectos, cortos, ramificados. Células conidiógenas ampuliformes a cilíndricas alargadas con zonas anuladas donde se producen cadenas de conidios.

***Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) Hughes**

Colonias en MEA 22 mm en 7 días, grisáceas, con sinemas coriáceos. Conidióforos simples o ramificados, hialinos, pared lisa en la base y rugosa hacia el ápice. Fiálides en grupos de 4-10, obovoides, lisas, base hialina y ápice más oscuro. Conidios 6-12 μm , reunidos en cabezas pegajosas, elipsoidales, hialinos, aceptados, burdamente rugosos o tuberculados, negruzcos.

***Spegazzinia tessarthra* (Berk. & M.A. Curtis) Sacc.**

Colonias en MEA negruzcas, reverso negruzco. Micelio con fijas de color oliváceo oscuro. Conidios 8-14 μm , cuadrangulares a romboédricos, aplanados, lisos o verrugosos, negros, tetracelulares,.

***Syncephalastrum racemosum* Cohn**

Colonias en MEA expansivas, con micelio aéreo abundante, grisáceo. Esporangióforos elevándose sobre hifas rizoidales, ramificadas de forma irregular, cada rama con una vesícula de 80 μm produciendo merosporangios sobre toda la superficie. Merosporangios 33 μm , grisáceos, cilíndricos, con 3-18 esporas en una fila simple. Merósporas 3-7 μm , esféricas a ovoides, pared lisa, marrón pálido.

***Torula herbarum* (Pers.) Link**

Colonias negruzcas, pulverulentas. Conidióforos ramificados. Células conidiógenas oscuras. Conidios 4-10 μm , sobre cadenas acrópetas, esferoidales, pared rugosa o equinulada.

***Trichoderma harzianum* Rifai**

Colonias en MEA cubriendo rápidamente la placa, irregulares, blanquecinas o amarillentas con penachos verdosos, reverso blanco pálido o amarillento. Hifas hialinas. Conidióforos ramificados en forma piramidal, ramas cortas hacia la parte distal y ramas más largas hacia la base, ramificaciones en ángulo recto. Fiálides 4-7 μm , en verticilos de 3-5, en forma de botella, abruptamente atenuadas hacia el extremo distal. Conidios 2,5-3 μm , subesféricos, pared lisa, subhialinos o verde pálido. Clamidósporas terminales o intercalares, pared lisa, hialinas.

***Ulocladium consortiale* (Thüm.) E.G. Simmons**

Colonias pardo oliváceas a negruzcas, aterciopeladas. Conidióforos erectos, ascendentes, simples o ramificados, pared lisa o ligeramente rugulosa. Conidios 18-30 μm , esféricos, subesféricos a romboidales, pardo oliváceos, lisos o verrugosos, muriformes, base cónica o redondeada, solitarios o en cadenas cortas.

***Ulocladium tuberculatum* E.G. Simmons**

Colonias en MEA grisáceo negruzcas, reverso negruzco, efusas. Hifas, conidióforos y conidios de color oliváceo oscuro. Conidióforos erectos. Conidios generalmente solitarios, ovoides a subesféricos, 10-16 μm , septados, verrugosos a groseramente tuberculados.

***Ustilago tritici* C. Bauhin**

Colonias de crecimiento muy lento, aspecto cremoso, húmedo, lampiñas y blancas que, con el tiempo, se vuelven amarillas. Al envejecer, la superficie se pliega y toma un aspecto membranoso.

***Wallemia sebi* (Fr.) Arx**

Colinas en MEA creciendo muy lentamente, puntiformes, pulverulentas en masa, marrón herrumbroso a marrón púrpura. Hifas hialinas, pared delgada y lisa, formando un micelio compacto. Conidióforos erectos, en disposición paralela densa, subhialinos, no ramificados, pared lisa, débilmente constreñido apicalmente por debajo de un collarite que produce artroconidios cilíndricos, verrugosos. Conidios 2-3,5 μm , unicelulares, marrón pálido, inicialmente cúbicos y luego esféricos, pared verrugosa.

***Xylaria* sp.**

Colinas blanco grisáceas, oscureciéndose hacia el centro. Hifas hialinas. Estromas negruzcos. Ascósporas negras, pared engrosada, ovado fusiformes, 16-22 μm .

3.4.2.3. TIPOS FÚNGICOS PREDOMINANTES

En la tabla 58 se muestra la concentración de los cuatro tipos principales de colonias registradas (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*) separados de acuerdo a la metodología empleada con el captador Burkard portátil cónico (BPSpc), con tamiz (BPSpt) y con el AES con tamiz (AEST) durante el periodo de estudio de 2009-2010, 2010-2011 y en el periodo total 2009-2011. Estos tipos representan el 52% del total de colonias registradas. *Cladosporium* ha sido el tipo fúngico más abundante con una concentración media de 97 CFU/m³, seguido de *Alternaria* (18 CFU/m³), *Aspergillus* (16 CFU/m³) y de *Penicillium* (11 CFU/m³).

Tabla 58: Concentración de las colonias principales registradas en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m³).

	2009-2010		2010-2011		2009-2011
	BPSpc	BPSpt	AEST	BPSpt	
Total	74	339	342	347	276
<i>Alternaria</i>	10	17	26	22	18
<i>Aspergillus</i>	2	11	36	14	16
<i>Cladosporium</i>	20	113	141	113	97
<i>Penicillium</i>	4	17	15	9	11

3.4.2.4. VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA MENSUAL

En la tabla 59 se muestra la concentración total media mensual de los tipos de muestreo, captador Burkard portátil cónico (BPSpc), con tamiz (BPSpt) y con el AES con tamiz (AEST), en 2009, 2010 y 2011. La media de todos los métodos de muestreo del periodo total estudiado ha mostrado que octubre (495 CFU/m³) es el mes que registra una mayor concentración fúngica y agosto (111 CFU/m³) el que menos.

Tabla 59. Concentración total media mensual en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m³)

	Captador	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2009-2010	BPSpc	61	30	48	30	73	78	49	23	49	223	81	101
	BPSpt	209	238	653	282	320	146	136	147	195	657	347	457
2010-2011	AEST	335	222	188	381	447	546	272	132	130	530	263	319
	BPSpt	287	179	146	297	503	671	195	141	201	568	265	331
2009-2011		223	167	259	248	336	360	163	111	144	495	239	302

En la figura 66 se muestran las concentraciones medias mensuales de algunos tipos fúngicos determinados a nivel de especie (*Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium expansum*, levaduras y *Trichoderma* sp.).



Figura 66. Concentración media mensual en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m³).

3.4.2.5. VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA TEMPORAL

En la figura 67 se muestran las concentraciones totales medias diarias en CFU/m³ con los captadores Burkard cónico y con tamiz en el periodo 2009-2010 y el Burkard con tamiz y AES con tamiz en 2010-2011.

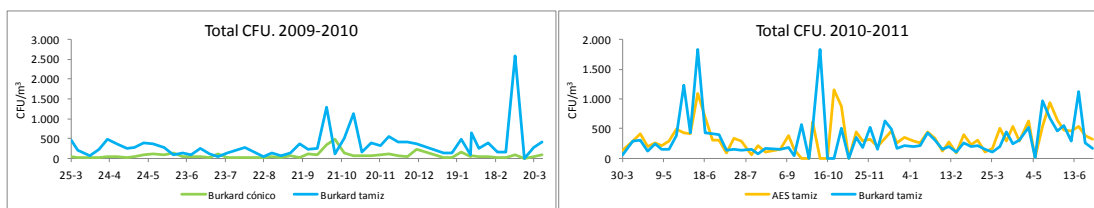


Figura 67. Concentración total media diaria en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m³).

En la figura 68 se muestran las concentraciones totales estacionales del periodo de estudio (2009-2011) en CFU/m³. Durante el primer año (2009-2010) y en ambos métodos de muestreo (Burkard cónico y con tamiz) otoño ha sido la estación que ha registrado las concentraciones más elevadas y verano la estación con las concentraciones más bajas. En el segundo año (2010-2011), la primavera y el otoño han sido las estaciones que han registrado mayores concentraciones y verano e invierno las que menos. En el captador con estructura cónica se han encontrado grandes diferencias entre todas las estaciones, en especial en primavera y verano.

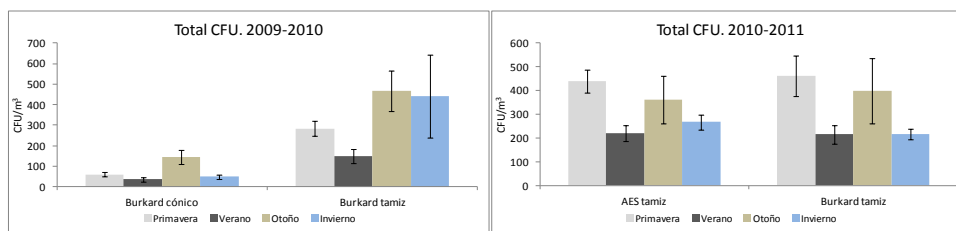


Figura 68. Concentración estacional, con las barras de error, durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m³).

Un estudio preliminar de 2 captadores de un total de 5 muestras con una frecuencia de muestreo de 10 minutos, ambos con el tamiz, uno solamente con este dispositivo y el otro con la estructura cónica no mostró diferencias estadísticamente significativas (t-test 0.220, p-valor 0.837) (tabla 60).

Tabla 60: Resultados de muestreos con dos captadores Burkard portátiles para placas de Petri, ambos con un tamiz, uno de ellos con estructura cónica y el otro sin ella, valores en colonias absolutas.

	Con estructura cónica		Sin estructura cónica	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar
Total	75.0	7.2	73.8	8.9
<i>Aspergillus</i>	16.2	6.0	14.8	6.0
<i>Cladosporium</i>	20.8	3.3	26.6	6.3

3.4.2.5.1. PERIODO 2009-2010

En el periodo de 2009-2010 la concentración media total resultó no ajustarse a una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.531, p-valor<0.001). Tras realizar una transformación logarítmica los datos totales se ajustaron a una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.990, p-valor=0.657), sin embargo los datos transformados logarítmicamente de los principales tipos fúngicos (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*) no siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.861, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.721, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.909, p-valor<0.001 y Shapiro-Wilk=0.754, p-valor<0.001, respectivamente).

La comparación estacional usando el ANOVA para la concentración total mostró diferencias estadísticamente significativas para ambos métodos de muestreo, el captador con estructura cónica (F=7.890, p-valor<0.001) y el captador con tamiz (F=3.144, p-valor<0.034). La comparación estacional usando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para los cuatro tipos fúngicos por separado mostró diferencias estadísticamente significativas excepto *Cladosporium* en cada uno de los captadores (figura 69).

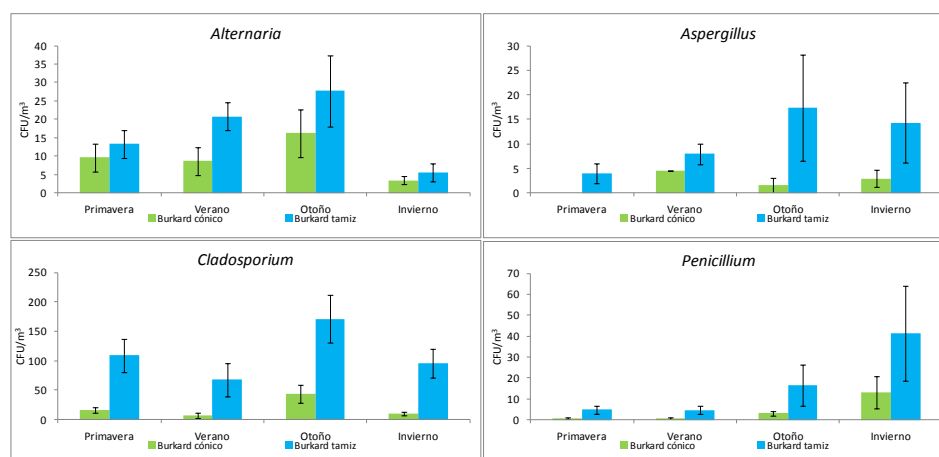


Figura 69. Concentración estacional, con barras de error, de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010 (CFU/m³).

Las correlaciones de los datos diarios de la concentración media total y de los principales tipos se muestran en la tabla 61 y figura 70. Se han encontrado correlaciones significativas positivas entre los dos captadores de las concentraciones totales, de *Alternaria* y *Cladosporium*, pero no para *Aspergillus* o *Penicillium*.

Tabla 61: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010.

2009-2010	Tipo					
	Coefficientes	Total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>
r		0.512**	0.556**	0.255	0.353*	0.094
p		<0.001	<0.001	0.074	0.012	0.515

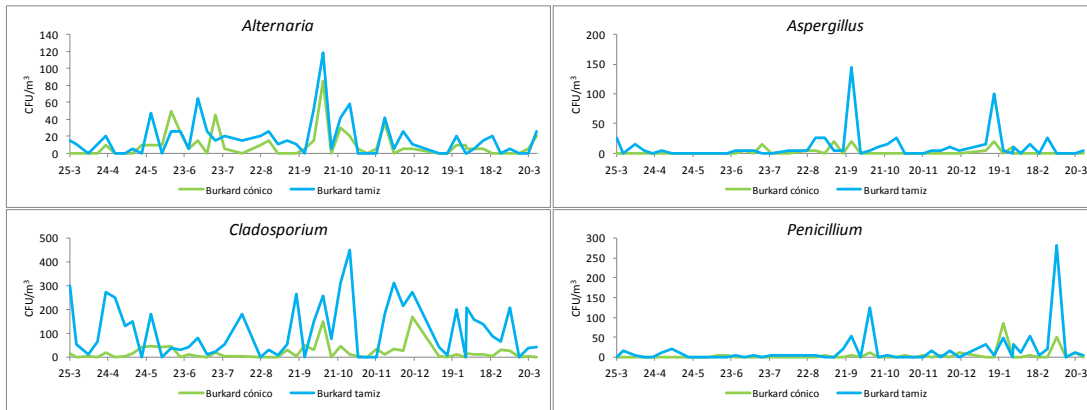


Figura 70 Concentración de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010 (CFU/m³).

Los análisis de correlación de las concentraciones registradas totales y por tipos principales en ambos captadores con los datos meteorológicos se muestran en la tabla 62.

Tabla 62: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en el captador Burkard portátil cónico (BPSc) y con tamiz (BPSt) con los parámetros meteorológicos en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010.

2009-2010											
Parámetro meteorológico		Total BPSc	Total BPSt	<i>Alternaria</i> BPSc	<i>Aspergillus</i> BPSc	<i>Cladosporium</i> BPSc	<i>Penicillium</i> BPSc	<i>Alternaria</i> BPSt	<i>Aspergillus</i> BPSt	<i>Cladosporium</i> BPSt	<i>Penicillium</i> BPSt
Dv.	r	-0.250	-0.361*	-0.076	0.121	-0.228	-0.158	0.070	-0.139	-0.061	-0.246
	p	0.080	0.010	0.598	0.403	0.111	0.274	0.631	0.335	0.672	0.085
Hs.	r	0.142	0.519**	-0.008	-0.188	0.154	0.225	-0.127	0.181	0.311*	0.268
	p	0.325	<0.001	0.954	0.192	0.284	0.115	0.378	0.207	0.028	0.060
Hr.	r	-0.122	-0.429**	0.213	0.172	-0.046	-0.334*	0.317*	-0.225	-0.239	-0.362**
	p	0.399	0.002	0.137	0.232	0.750	0.018	0.025	0.116	0.094	0.010
Pp.	r	0.066	0.300*	-0.080	-0.231	0.121	0.171	-0.205	0.056	0.137	0.241
	p	0.651	0.034	0.580	0.106	0.404	0.236	0.153	0.702	0.342	0.091
Rd.	r	-0.232	-0.188	-0.067	-0.151	-0.121	-0.204	-0.005	-0.183	-0.147	-0.031
	p	0.105	0.191	0.643	0.296	0.403	0.155	0.970	0.203	0.308	0.833
Rfa.	r	-0.168	-0.447**	0.186	0.130	-0.077	-0.338*	0.275	-0.262	-0.259	-0.350
	p	0.245	0.001	0.196	0.367	0.594	0.016	0.053	0.066	0.070	0.013
Rs.	r	-0.177	-0.445**	0.171	0.116	-0.086	-0.339*	0.264	-0.262	-0.256	-0.339*
	p	0.218	0.001	0.236	0.422	0.553	0.016	0.064	0.066	0.073	0.016
Tmax.	r	0.037	-0.326*	0.285*	0.150	0.021	-0.185	0.346*	-0.096	-0.229	-0.329*
	p	0.798	0.021	0.045	0.300	0.885	0.198	0.014	0.509	0.109	0.020
Tmed.	r	0.085	-0.294*	0.288*	0.169	0.045	-0.120	0.342*	-0.064	-0.178	-0.258
	p	0.558	0.038	0.043	0.240	0.758	0.405	0.015	0.661	0.216	0.070
Tmin.	r	0.106	-0.247	0.290*	0.151	0.068	-0.027	0.334*	-0.039	-0.131	-0.139
	p	0.463	0.083	0.041	0.295	0.639	0.855	0.018	0.789	0.366	0.334
Ts.	r	-0.050	-0.352*	0.225	0.172	-0.032	-0.212	0.326*	-0.052	-0.220	-0.241
	p	0.728	0.012	0.117	0.233	0.827	0.139	0.021	0.720	0.125	0.092
Vv.	r	-0.390*	-0.412*	-0.121	0.089	-0.341*	-0.241	0.057	-0.221	-0.121	0.005
	p	0.005	0.003	0.402	0.541	0.015	0.092	0.695	0.122	0.404	0.972

3.4.2.5.2. PERIODO 2010-2011

En el periodo de 2010-2011 la concentración media total resultó no ajustarse a una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.789, p-valor<0.001), ni tras realizar una transformación logarítmica (Shapiro-Wilk=0.780, p-valor<0.001). Los datos transformados logarítmicamente de los principales tipos fúngicos (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*) no siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.699, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.734, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.660, p-valor<0.001 y Shapiro-Wilk=0.661, p-valor<0.001, respectivamente).

La comparación estacional usando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la concentración total mostró diferencias estadísticamente significativas para el captador AES con tamiz ($\chi^2=8.420$, p-valor=0.038) y no encontró diferencias estadísticamente significativas en el captador Burkard con tamiz ($\chi^2=7.495$, p-valor=0.058). La comparación estacional para los cuatro tipos fúngicos por separado no mostró diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los captadores (figura 71).

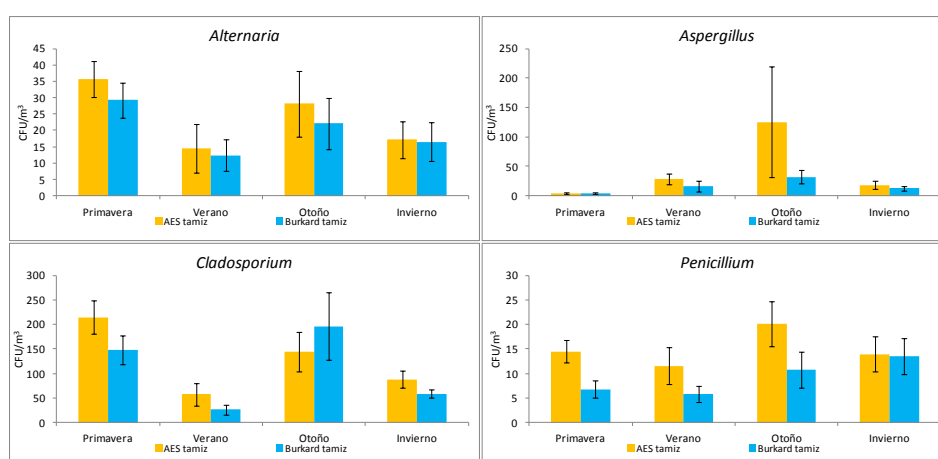


Figura 71. Concentración estacional, con barras de error, de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011 (CFU/m³).

Las correlaciones de los datos diarios de la concentración media total y de los principales tipos se muestran en la tabla 63 y figura 72. Se han encontrado correlaciones significativas positivas entre los dos captadores de las concentraciones totales y de los principales tipos fúngicos.

Tabla 63: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011

	Coeficientes	Tipo				
		Total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>
2010-2011	r	0.628**	0.530**	0.627**	0.697**	0.534**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001



Figura 72. Concentraciones de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011 (CFU/m³).

Los análisis de correlación de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales en los captadores Burkard (BPSpt) y AES (AEST) con los datos meteorológicos se muestran en la tabla 64. No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas con la concentración total CFU de ambos captadores. Sólo el tipo de *Aspergillus* mostró correlaciones estadísticamente significativas negativas en ambos captadores con la radiación solar, la radiación fotosintética activa y la velocidad del viento. *Penicillium* mostró correlaciones estadísticamente significativas negativas en el captador AES con la radiación difusa.

Tabla 64: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales con los parámetros meteorológicos en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011.

2010-2011											
Parámetro meteorológico		Total BPSpt	Total AEst	Alternaria BPSpt	Aspergillus BPSpt	Cladosporium BPSpt	Penicillium BPSpt	Alternaria AEst	Aspergillus AEst	Cladosporium AEst	Penicillium AEst
Dv.	r	-0.090	0.062	0.175	-0.163	-0.027	-0.046	-0.125	-0.129	-0.001	-0.219
	p	0.477	0.621	0.162	0.194	0.832	0.716	0.321	0.306	0.995	0.079
Hs.	r	0.048	0.129	0.120	-0.241	-0.033	0.008	0.146	-0.195	0.063	-0.045
	p	0.706	0.306	0.341	0.053	0.793	0.949	0.244	0.119	0.617	0.720
Hr.	r	-0.010	-0.046	-0.012	0.179	0.232	-0.016	-0.068	0.095	0.125	0.009
	p	0.937	0.718	0.926	0.153	0.063	0.896	0.591	0.453	0.322	0.941
Pp.	r	0.188	0.039	0.002	0.134	0.163	-0.080	0.011	0.138	0.003	0.172
	p	0.140	0.759	0.985	0.294	0.201	0.535	0.932	0.280	0.979	0.176
Rd.	r	-0.031	-0.058	0.033	-0.338**	-0.167	-0.181	-0.059	-0.200	-0.083	-0.272*
	p	0.808	0.644	0.795	0.006	0.183	0.149	0.642	0.111	0.511	0.029
Rfa.	r	0.093	0.177	0.160	-0.318**	0.002	-0.125	0.170	-0.273*	0.117	-0.118
	p	0.461	0.158	0.204	0.010	0.988	0.322	0.175	0.028	0.352	0.348
Rs.	r	0.081	0.171	0.153	-0.326**	-0.023	-0.131	0.161	-0.265*	0.105	-0.128
	p	0.519	0.174	0.222	0.008	0.858	0.300	0.199	0.033	0.404	0.308
Tmax.	r	-0.004	0.028	-0.086	-0.143	-0.157	-0.079	-0.012	-0.029	-0.088	-0.124
	p	0.976	0.824	0.494	0.257	0.213	0.531	0.923	0.817	0.488	0.327
Tmed.	r	0.053	0.030	-0.047	-0.125	-0.116	-0.133	-0.006	-0.055	-0.078	-0.110
	p	0.676	0.810	0.708	0.321	0.356	0.291	0.965	0.663	0.539	0.383
Tmin.	r	0.142	0.025	-0.017	-0.065	-0.057	-0.165	0.009	-0.015	-0.045	-0.053
	p	0.259	0.844	0.893	0.606	0.650	0.190	0.943	0.908	0.724	0.672
Ts.	r	0.044	0.036	-0.020	-0.113	-0.108	-0.197	-0.022	-0.049	-0.053	-0.136
	p	0.728	0.778	0.877	0.370	0.391	0.115	0.859	0.696	0.675	0.279
Vv.	r	0.162	0.050	0.228	-0.264*	0.079	-0.150	0.105	-0.254*	0.021	-0.018
	p	0.196	0.691	0.067	0.033	0.529	0.232	0.404	0.041	0.866	0.890

En la primavera de 2010 y 2011 también se ha estudiado la comparación estacional no mostrando diferencias estadísticamente significativas para el captador AES con tamiz ($\chi^2=0,621$, p-valor=0,430) y para el captador Burkard con tamiz ($\chi^2=0,349$, p-valor=0,554). La correspondiente comparación estacional para los cuatro tipos fúngicos por separado no mostró diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los captadores salvo para el tipo de *Cladosporium* ($\chi^2=9,428$, p-valor=0,002). En los dos captadores se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas positivas entre las concentraciones totales y la concentración de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Penicillium*. *Aspergillus* no mostró correlaciones estadísticamente significativas (tabla 65 y figura 73).

Tabla 65: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante la primavera de 2010 y 2011.

2010-2011	Tipo					
	Coefficientes	Total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>
	r	0.716**	0.431**	0.351	0.835**	0.532**
p	<0.001	0.022	0.067	<0.001	0.004	

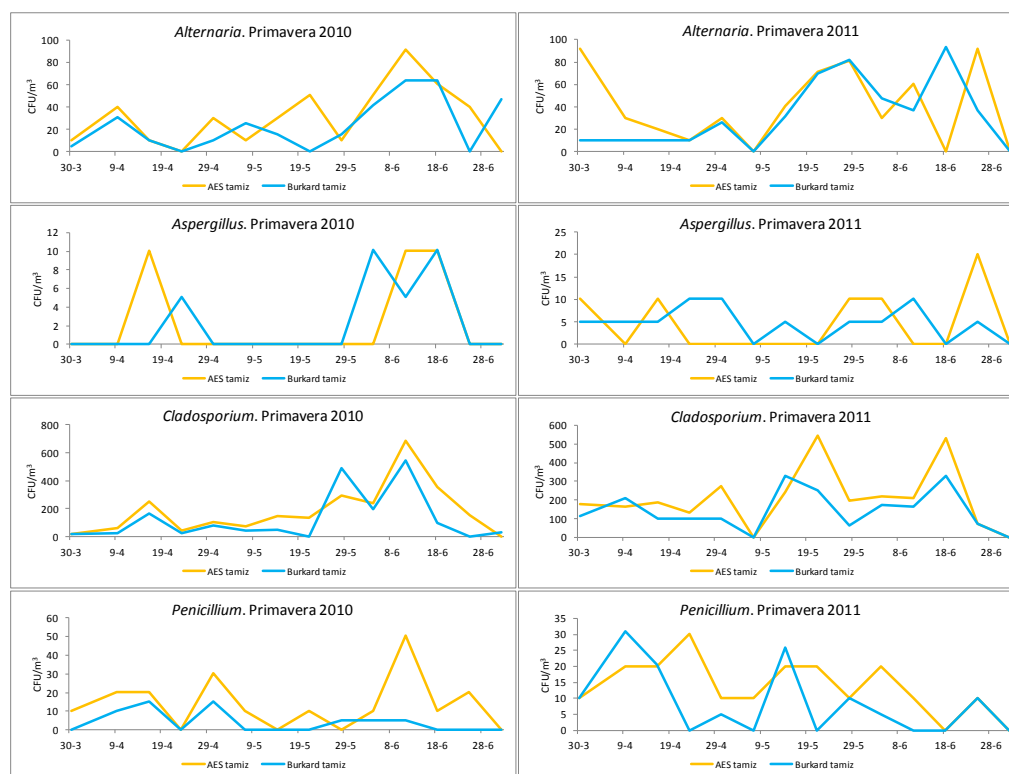


Figura 73. Concentraciones de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante la primavera de 2010 y 2011 (CFU/m³).

Los análisis de correlación de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales en los captadores Burkard (BPSpt) y AES (AEST) con los datos meteorológicos se muestran en la tabla 66. Se encontraron correlaciones estadísticamente significativas con la concentración total CFU de ambos captadores para la radiación solar y la radiación fotosintética activa. El tipo de *Alternaria* mostró correlaciones estadísticamente significativas positivas en ambos captadores con la radiación solar y la radiación fotosintética activa.

Tabla 66: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) con los parámetros meteorológicos durante la primavera de 2010 y 2011.

2010-2011											
Parámetro meteorológico		Total BPSpt	Total AEst	Alternaria BPSpt	Aspergillus BPSpt	Cladosporium BPSpt	Penicillium BPSpt	Alternaria AEst	Aspergillus AEst	Cladosporium AEst	Penicillium AEst
Dv.	r	-0.051	-0.147	0.236	-0.137	0.066	-0.122	-0.169	-0.220	-0.079	-0.442*
	p	0.795	0.454	0.226	0.487	0.737	0.538	0.389	0.260	0.690	0.018
Hs.	r	0.300	0.299	0.389*	0.083	0.2921	0.3094	0.3497	0.225	0.206	0.123
	p	0.120	0.121	0.041	0.675	0.1315	0.109	0.068	0.249	0.293	0.532
Hr.	r	-0.080	-0.073	0.009	0.098	0.143	-0.130	-0.157	-0.137	0.154	0.078
	p	0.687	0.710	0.965	0.619	0.466	0.508	0.425	0.488	0.433	0.695
Pp.	r	0.134	0.044	0.072	0.134	0.091	-0.046	-0.160	-0.056	0.069	0.220
	p	0.513	0.831	0.726	0.514	0.657	0.823	0.434	0.785	0.737	0.281
Rd.	r	-0.085	-0.249	-0.133	-0.485**	-0.3	-0.233	-0.308	-0.093	-0.238	-0.460*
	p	0.666	0.201	0.501	0.009	0.1212	0.233	0.110	0.638	0.222	0.014
Rfa.	r	0.399*	0.396*	0.524**	0.086	0.273	0.129	0.374*	0.292	0.315	-0.058
	p	0.035	0.037	0.004	0.664	0.160	0.511	0.050	0.132	0.102	0.771
Rs.	r	0.401*	0.406*	0.538**	0.121	0.308	0.179	0.387*	0.288	0.323	0.004
	p	0.034	0.031	0.003	0.541	0.1108	0.359	0.041	0.137	0.094	0.983
Tmax.	r	0.254	0.250	0.101	0.064	-0.006	0.137	0.220	0.145	-0.034	-0.069
	p	0.193	0.200	0.609	0.746	0.977	0.487	0.260	0.462	0.864	0.728
Tmed.	r	0.337	0.297	0.152	0.069	0.014	0.086	0.167	0.103	0.014	-0.070
	p	0.080	0.125	0.439	0.729	0.945	0.663	0.396	0.601	0.943	0.724
Tmin.	r	0.484**	0.354	0.107	0.088	0.012	-0.060	0.056	0.008	0.153	-0.002
	p	0.009	0.064	0.587	0.656	0.951	0.761	0.778	0.967	0.437	0.991
Ts.	r	0.445*	0.338	0.320	0.066	0.089	-0.105	0.161	0.050	0.151	-0.187
	p	0.018	0.079	0.097	0.740	0.651	0.593	0.414	0.800	0.444	0.342
Vv.	r	-0.176	-0.263	0.043	-0.452*	0.032	-0.234	-0.228	-0.109	-0.036	-0.403*
	p	0.370	0.176	0.828	0.016	0.871	0.231	0.243	0.580	0.855	0.034

3.5. COMPARACIÓN POLEN-ESPORAS

En el periodo de 2009-2011 la concentración media diaria, con una frecuencia de muestreo semanal, de esporas y granos de polen resultó no ajustarse a una distribución normal (Shapiro-Wilk=0.824, p-valor<0.001; Shapiro-Wilk=0.568, p-valor<0.001).

La concentración promedio diaria de esporas y de granos de polen ha sido 1954 esporas/m³ y 140 granos/m³, respectivamente. La comparación anual usando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la concentración total mostró diferencias estadísticamente significativas para la concentración de granos de polen ($\chi^2=7.366$, p-valor=0.007) y no se encontró diferencias estadísticamente significativas para la concentración de esporas ($\chi^2=0.392$, p-valor=0.531). La comparación estacional mostró diferencias estadísticamente significativas para la concentración de esporas ($\chi^2=37.362$, p-valor<0.001) y de granos de polen ($\chi^2=66.245$, p-valor<0.001), siendo el otoño la estación que ha registrado mayores concentración fúngicas (2845 esporas/m³) y la primavera la estación con mayores concentraciones polínicas (344 granos/m³) (figura 74).

Para los datos diarios, no se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas entre los dos captadores para las concentraciones totales ($r= 0.082$, p-valor = 0.385) (figura 75).

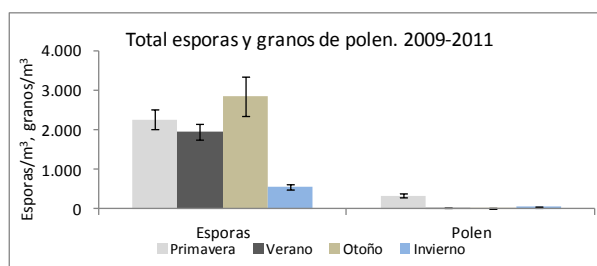


Figura 74. Concentración fúngica y polínica estacional, con las barras de error, en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³ y granos de polen/m³).

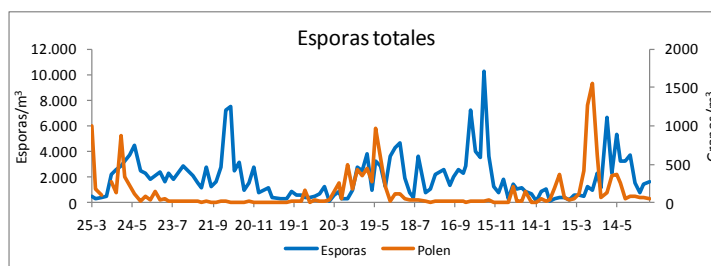


Figura 75. Concentración fúngica y polínica media semanal en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³, granos de polen/m³).

3.6. COMPARACIÓN ESPORAS-COLONIAS DE HONGOS

La concentración media del total en el periodo estudiado (2009 y 2011) ha sido de 1954 esporas/m³ y 285 CFU/m³. Esta diferencia también apareció en *Cladosporium*, *Alternaria* y *Aspergillus-Penicillium* con concentraciones medias de 1119 esporas/m³ y 101 CFU/m³; 49 esporas/m³ y 19 CFU/m³ y 56 esporas/m³ y 28 CFU/m³, respectivamente. Las ratios de las esporas/colonias de hongos se muestran en la tabla 67. La primavera fue la estación que registró la mayor cantidad de esporas, sin embargo otoño fue la estación con el mayor número de colonias (figura 76). Este modelo apareció en *Alternaria* y *Cladosporium* pero para *Aspergillus-Penicillium* fue el otoño la estación que registró mayores concentraciones de esporas y colonias.

Tabla 67: Ratio esporas/colonias de hongos para la concentración total y de los tipos principales desde 2009 a 2011.

	Total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus-Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>
Ratio	6.85	2.57	2	11.08

En la tabla 68 se muestran las correlaciones al realizar distintas comparaciones de las concentraciones totales y de *Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium* y *Cladosporium* durante el periodo 2009-2011 estudiado. Se ha encontrado correlación estadísticamente significativa entre el total de esporas y de colonias, y para *Alternaria* y *Cladosporium* pero no para *Aspergillus-Penicillium* (figura 77). La comparación de las concentraciones medias diarias y las concentraciones medias a las 12 horas solares de cada día muestreado en el captador Burkard fijo ha encontrado correlaciones estadísticamente significativas entre la concentración total, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium* (figura 78). En la comparación entre las concentraciones fúngicas registradas en el captador Burkard con tamiz, durante el periodo 2009-2011 estudiado, y la concentración registrada en los captadores Burkard con estructura cónica, durante el periodo 2009-2010, y el AES, durante el periodo 2010-2011, se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas en el total, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium*.

Tabla 68: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.

Tipo de comparación	Coefficientes	Total	<i>Alternaria</i>	<i>Asper.- Pen.</i>	<i>Cladosporium</i>
Esporas-colonias medias diarias	r	0.273**	0.255**	0.018	0.241**
	p	0.003	0.006	0.846	0.009
Esporas media diaria - Esporas media a 12 horas	r	0.818**	0.603**	0.533**	0.833**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
BPSt- BPSc yAES medias diarias	r	0.382**	0.525**	0.475**	0.407**
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

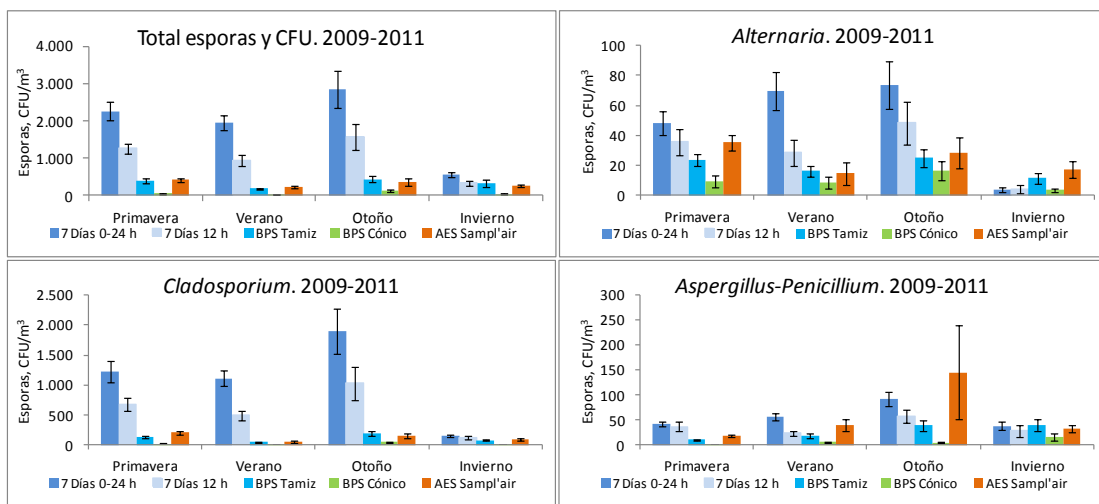


Figura 76. Concentración media estacional, con las barras de error, del total de esporas y colonias, y de los tipos fúngicos de *Cladosporium*, *Alternaria* y *Aspergillus-Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³ y CFU/m³).

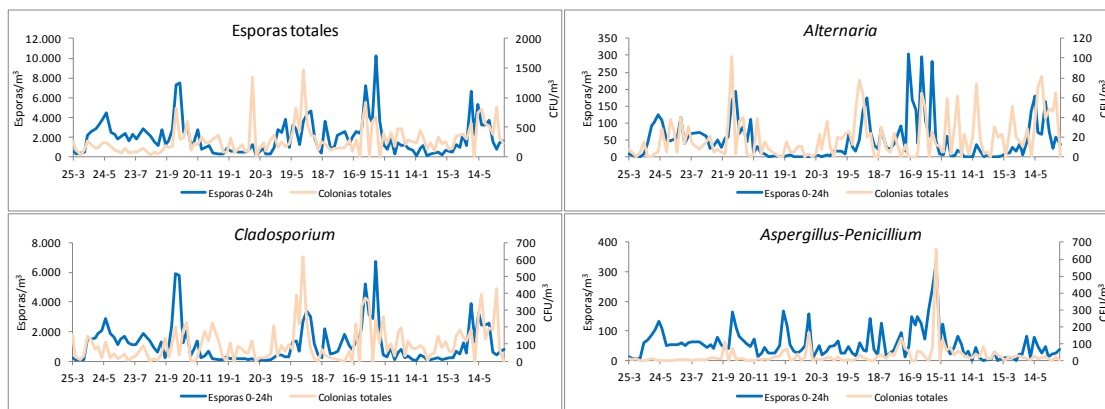


Figura 77. Concentración media diaria del total de esporas y colonias, y de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³ y CFU/m³).

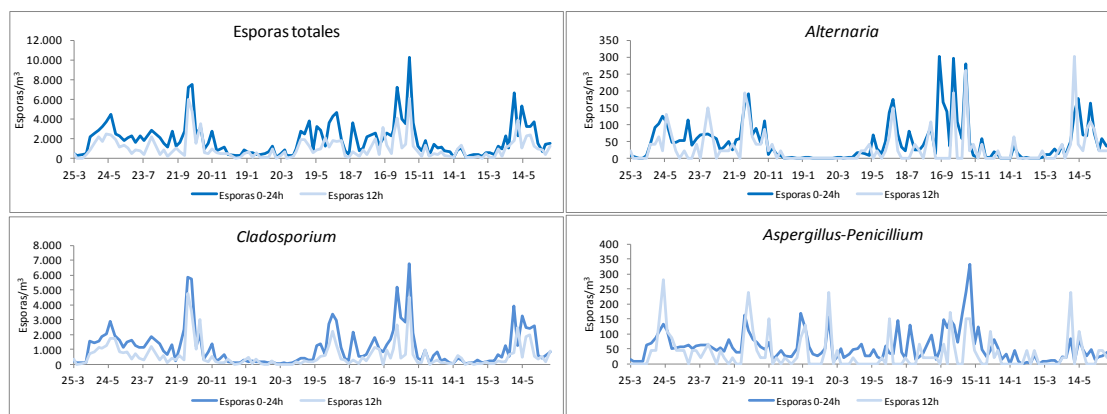


Figura 78. Concentración media diaria y a las 12 horas solares del total de esporas y colonias, y de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³).

En las tablas 69 y 70 se muestran las correlaciones entre los parámetros meteorológicos y la concentración total y de los tipos fúngicos predominantes *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium* registrados en métodos no viables y viables mediante los diferentes métodos de muestreo; Burkard fijo (BSTf), Burkard portátil con estructura cónica (BSTpc), con tamiz (BSTpt) y AES con tamiz (AEst). Los parámetros meteorológicos más correlacionados han sido la humedad relativa (12), la radiación total y fotosintética activa (10), y la temperatura máxima, mínima y del suelo (9). De los tipos fúngicos, se han encontrado un mayor número de correlaciones con los parámetros en las concentraciones medias diarias de *Alternaria* y *Cladosporium* (9 en ambos) registradas en el método no viable con el captador Burkard fijo, mientras que en el método viable ha sido el tipo *Aspergillus-Penicillium* (10) registrado en con los captadores Burkard con estructura cónica y AES con tamiz.

Tabla 69: Correlaciones de los parámetros meteorológicos con las concentraciones totales y de *Alternaria* con los parámetros meteorológicos durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.

2009-2011											
Parámetro meteorológico		Total BSTf diaria	Total BSTf 12h	Total BPTpt	Total BSTpc-AESt	Total BSTpt-pc-AESt	<i>Alternaria</i> BSTf diaria	<i>Alternaria</i> BSTf 12h	<i>Alternaria</i> BPTpt	<i>Alternaria</i> BSTpc-AESt	<i>Alternaria</i> BSTpt-pc-AESt
Dv.	r	-0.018	-0.082	-0.085	-0.196*	-0.158	0.026	0.094	-0.134	0.110	0.014
	p	0.846	0.386	0.369	0.036	0.091	0.786	0.320	0.154	0.243	0.881
Hs.	r	0.266**	0.154	0.047	-0.147	-0.111	0.429**	0.148	0.121	0.195*	0.221*
	p	0.004	0.099	0.621	0.117	0.239	<0.001	0.113	0.196	0.037	0.018
Hr.	r	-0.332**	-0.168	0.077	0.239*	0.214*	-0.503**	-0.193*	0.018	-0.061	-0.074
	p	<0.001	0.073	0.415	0.010	0.022	<0.001	0.039	0.845	0.518	0.430
Pp.	r	-0.111	0.001	0.058	0.236*	0.215*	-0.259**	-0.058	-0.003	-0.072	-0.058
	p	0.241	0.989	0.540	0.012	0.022	0.006	0.544	0.978	0.449	0.538
Rd.	r	0.177	0.173	-0.065	-0.067	-0.075	0.141	0.110	-0.055	0.029	0.020
	p	0.059	0.064	0.488	0.479	0.428	0.132	0.241	0.563	0.762	0.835
Rfá.	r	0.347**	0.237*	0.081	-0.130	-0.080	0.465**	0.215*	0.137	0.191*	0.222*
	p	<0.001	0.011	0.391	0.165	0.393	<0.001	0.021	0.144	0.040	0.017
Rs.	r	0.356**	0.242**	0.087	-0.121	-0.070	0.481**	0.221*	0.150	0.204*	0.237*
	p	<0.001	0.009	0.353	0.197	0.460	<0.001	0.018	0.110	0.029	0.011
Tmax.	r	0.512**	0.385**	0.053	-0.140	-0.061	0.639**	0.259**	0.064	0.104	0.150
	p	<0.001	<0.001	0.573	0.135	0.514	<0.001	0.005	0.496	0.270	0.109
Tmed.	r	0.546**	0.421**	0.050	-0.100	-0.040	0.655**	0.275**	0.066	0.115	0.156
	p	<0.001	<0.001	0.594	0.286	0.670	<0.001	0.003	0.483	0.221	0.096
Tmin.	r	0.555**	0.462**	0.051	-0.033	0.008	0.620**	0.297**	0.085	0.134	0.174
	p	<0.001	<0.001	0.591	0.724	0.930	<0.001	0.001	0.366	0.154	0.063
Ts.	r	0.533**	0.394**	-0.033	-0.128	-0.115	0.638**	0.289**	0.025	0.126	0.136
	p	<0.001	<0.001	0.728	0.172	0.221	<0.001	0.002	0.790	0.180	0.149
Vv.	r	0.043	-0.006	-0.186*	-0.082	-0.153	0.110	0.106	-0.026	0.129	0.100
	p	0.646	0.945	0.047	0.386	0.103	0.241	0.258	0.786	0.170	0.287

Tabla 70: Correlaciones de los parámetros meteorológicos con las concentraciones de *Cladosporium* y de *Aspergillus-Penicillium* con los parámetros meteorológicos durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.

2009-2011											
Parámetro meteorológico		<i>Cladosporium</i> BSTf diaria	<i>Cladosporium</i> BSTf 12h	<i>Cladosporium</i> BPTpt	<i>Cladosporium</i> BSTpc- AEst	<i>Cladosporium</i> BSTpt-pc- AEst	<i>Asp.-Pen.</i> BSTf diaria	<i>Asp.-Pen.</i> BSTf 12h	<i>Asp.-Pen.</i> BPTpt	<i>Asp.-Pen.</i> BSTpc- AEst	<i>Asp.-Pen.</i> BSTpt-pc- AEst
Dv.	r	0.050	-0.034	-0.125	-0.034	-0.099	0.045	0.033	-0.264**	-0.162	-0.275**
	p	0.595	0.721	0.183	0.717	0.292	0.635	0.727	0.004	0.084	0.003
Hs.	r	0.349**	0.204*	0.004	-0.132	-0.114	-0.024	-0.035	-0.132	-0.286**	-0.260**
	p	<0.001	0.029	0.968	0.160	0.224	0.803	0.712	0.159	0.002	0.005
Hr.	r	-0.407**	-0.279**	0.193*	0.262**	0.281**	-0.101	0.009	0.140	0.224*	0.225*
	p	<0.001	0.002	0.039	0.005	0.002	0.285	0.924	0.136	0.016	0.016
Pp.	r	-0.239*	-0.130	0.073	0.149	0.137	0.005	0.035	0.159	0.127	0.179
	p	0.011	0.171	0.444	0.116	0.149	0.957	0.714	0.093	0.181	0.057
Rd.	r	0.122	0.175	-0.085	-0.128	-0.111	0.004	-0.063	-0.253**	-0.299**	-0.294**
	p	0.194	0.061	0.364	0.171	0.240	0.967	0.504	0.006	0.001	0.001
Rfa.	r	0.396**	0.278**	0.041	-0.131	-0.089	-0.040	-0.030	-0.164	-0.371**	-0.325**
	p	<0.001	0.003	0.664	0.163	0.345	0.674	0.748	0.080	<0.001	<0.001
Rs.	r	0.406**	0.280**	0.050	-0.118	-0.076	-0.039	-0.033	-0.160	-0.374**	-0.327**
	p	<0.001	0.002	0.599	0.209	0.421	0.683	0.723	0.087	<0.001	<0.001
Tmax.	r	0.580**	0.427**	-0.056	-0.195**	-0.152	0.176	0.129	-0.059	-0.259**	-0.195*
	p	<0.001	<0.001	0.554	0.037	0.106	0.060	0.170	0.531	0.005	0.037
Tmed.	r	0.594**	0.456**	-0.048	-0.154	-0.119	0.218*	0.157	-0.045	-0.249**	-0.178
	p	<0.001	<0.001	0.607	0.101	0.204	0.019	0.095	0.632	0.007	0.057
Tmin.	r	0.571**	0.483**	-0.033	-0.101	-0.064	0.254**	0.190*	0.025	-0.188	-0.095
	p	<0.001	<0.001	0.730	0.284	0.497	0.006	0.042	0.787	0.044	0.311
Ts.	r	0.576**	0.461**	-0.093	-0.162	-0.157	0.216*	0.157	-0.110	-0.264**	-0.219*
	p	<0.001	<0.001	0.322	0.084	0.094	0.021	0.093	0.243	0.004	0.018
Vv.	r	0.019	0.053	-0.167	0.017	-0.077	-0.030	-0.070	-0.245**	-0.258**	-0.292**
	p	0.842	0.572	0.074	0.858	0.416	0.754	0.459	0.008	0.005	0.002

4. DISCUSIÓN

4.1. GRANOS DE POLEN

4.1.1. GRANOS REGISTRADOS. ESPECTRO POLÍNICO.

En el presente trabajo se han identificado 46 tipos polínicos. Otros estudios que comparan la distancia y la altura entre estaciones de muestreo registran un número igual o mayor de tipos polínicos, 60 en 8 meses consecutivos (Bryant et al., 1984), 46 en 24 meses consecutivos (Chakraborty et al., 2001) y 52 en 12 meses primaverales (Caeiro et al., 2007), localizados en distintas ciudades durante cuatro años de estudio. Este trabajo estudia el contenido aerobiológico de una ciudad en tres años consecutivos durante los periodos invernales y primaverales (18 meses). Silva (1996) en Badajoz, Gutiérrez-Bustillo et al. (2001) en Madrid, Vega Maray et al. (2002) en León y Sánchez-Reyes (2010) en Salamanca identificaron en dos años de muestreo consecutivos 80, 62, 41 y 45 tipos polínicos, respectivamente. Estas diferencias en el número total de granos de polen registrados pueden atribuirse a la falta de los tipos polínicos estivales y otoñales, períodos no incluidos en este estudio.

En primavera, el 89% del total de los granos están representados por 5 tipos polínicos predominantes. Trabajos que realizan comparaciones entre diferentes lugares contemplan un número de tipos polínicos representativos similares: 5 (Galán et al., 1995 a), 4 (Gottardini et al., 1997), 6 (Alcázar et al., 1998), 7 (Arobba et al., 2000), 10 (Chakraborty et al., 2001), 6 (Thibaudon & Sulmont, 2002), 4 (Jato et al., 2006) y 6 (Velasco-Jiménez et al., 2012).

El 11% restante del total de los granos de polen están representados por tipos polínicos minoritarios. Entre otros, los tipos de especies típicamente entófilas como *Echium*, *Lactuceae* y *Anthemidae*, que liberan menor cantidad de polen, teniendo, por tanto, una presencia más reducida en el espectro polínico (Kasprzyk, 2004). Además, se debe tener en cuenta la altura a la que normalmente se localizan los captadores aerobiológicos, factor que puede impedir el registro de dichos tipos (Hart et al., 1994).

Por otra parte, en invierno, el 77 % del total de los granos están representados por 5 tipos polínicos mayoritarios *Cupressaceae*, *Fraxinus-Phillyrea*, *Urticaceae pp*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea*.

El espectro polínico anual de ciudades españolas que delimitan a Badajoz de norte a sur, presentan el siguiente orden. En Castilla y León: *Quercus* (33%), *Poaceae* (10%), *Platanus* (10%) y *Cupressaceae* (7%), en la ciudad de León (Vega Maray et al., 2002). En la Comunidad de Madrid: *Platanus* (21%), *Cupressaceae* (16%), *Quercus* (12%), *Poaceae* (9%) y *Olea* (6%) (Gutiérrez-Bustillo et al., 2001). En Castilla y la Mancha: *Cupressaceae* (24%), *Quercus* (21%), *Urticaceae* (16%),

Pinaceae (11%), *Olea* (7%) y *Poaceae* (6%) en la ciudad de Cuenca (Morales et al., 2010). En Toledo: *Cupressaceae* (24%), *Quercus* (22%) y *Olea* (11%) (Vaquero et al., 2010). En Ciudad Real: *Olea* (25%), *Poaceae* (15%), *Quercus* (13%), *Cupressaceae* (8%), *Pinaceae*. (6%), *Plantago* (5%) y *Amaranthaceae-Chenopodiaceae* (5%) (Feo et al., 1998).

En Cáceres, en el año 1996, el orden porcentual decreciente fue: *Poaceae* (37%), *Quercus* (20%), *Plantago* (14%), *Olea* (8%) y *Alnus glutinosa* (2%). En cambio, en 1997: *Quercus* (60%), *Olea* (10%), *Plantago* (8%), *Poaceae* (7%) y *Cupressaceae* (3%) (Tavira, 2000).

En Andalucía: *Quercus* (20%), *Olea* (19%), *Poaceae* (16%), *Cupressaceae* (6%) y *Amaranthaceae-Chenopodiaceae* (5%) en Huelva. *Cupressaceae* (24%), *Olea* (22%), *Quercus* (11%) y *Poaceae* (6%) en Málaga (Trigo et al., 2000).

Las ciudades más próximas a Badajoz, Cáceres y Huelva, han registrado como tipos polínicos más comunes *Quercus*, *Poaceae* y *Olea*.

Tormo et al. (1999) indicaron que en Extremadura la presencia de *Quercus* y *Poaceae* se debía a la abundancia de la vegetación circundante. Estas evidencias ponen de manifiesto la importancia de la distribución de la flora en los alrededores del captador, además apuntaron a la meteorología como factores que determinan el orden mayoritario de los tipos polínicos de una ciudad.

Para completar con la Península Ibérica, en concreto, con las zonas próximas a la ciudad de Badajoz, Caeiro et al. (2007) mostraron en las ciudades portuguesas situadas de norte a sur durante las primaveras comprendidas entre 2002 y 2006, los siguientes órdenes de aparición de tipos polínicos. *Urticaceae* (17%), *Pinaceae* (17%), *Poaceae* (17%), *Quercus* (16%), *Olea* (6%) y *Platanus* (6%) en Oporto. *Olea* (23%), *Pinaceae* (22%), *Poaceae* (13%), *Urticaceae* (12%), *Cupressaceae* (8%) y *Quercus* (7%) en Coimbra. *Urticaceae* (35%), *Olea* (15%), *Poaceae* (11%), *Quercus* (10%), *Cupressaceae* (8%) y *Platanus* (7%) en Lisboa. *Quercus* (28%), *Poaceae* (26%), *Olea* (11%), *Urticaceae* (9%), *Platanus* (9%) y *Cupressaceae* (4%) en Évora. *Olea* (41%), *Poaceae* (15%), *Quercus* (14%), *Urticaceae* (10%), *Plantago* (5%) y *Amaranthaceae-Chenopodiaceae* (3%) en Portimão. De todas las ciudades, Évora es la que coincide con Badajoz en los tres primeros tipos polínicos predominantes (*Quercus*, *Poaceae* y *Olea*) debido al factor de proximidad, la similitud de su flora (principalmente encinas, alcornoques, gramíneas y olivos) y la dirección predominante de los vientos del oeste. De este modo, queda nuevamente de manifiesto la importancia de la distribución de la flora y la meteorología característica de cada ciudad como factores más influyentes en el orden mayoritario de los tipos polínicos.

Respecto a la distribución de los tipos polínicos dentro de la ciudad de Badajoz, durante el periodo invernal en la terraza de la Facultad de Ciencias, el orden de importancia de los tipos

polínicos mayoritarios de forma decreciente ha sido: *Cupressaceae* (39%), *Fraxinus-Phillyrea* (16%), *Urticaceae pp* (4%), *Alnus glutinosa* (6%) y *Urticaceae* (5%), mientras que en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias: *Cupressaceae* (65%), *Fraxinus-Phillyrea* (8%), *Urticaceae pp* (2%), *Alnus glutinosa* (3%) y *Urticaceae* (3%). Durante el periodo primaveral en la terraza de la Facultad de Ciencias, el orden de importancia de los tipos polínicos mayoritarios de forma decreciente ha sido: *Quercus* (35%), *Poaceae* (22%), *Olea* (22%), *Pinaceae* (9%) y *Plantago* (4%), mientras que en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias: *Quercus* (44%), *Poaceae* (19%), *Olea* (15%), *Plantago* (5%) y *Pinaceae* (1%). Destacar las diferencias de *Cupressaceae* mostrando un valor superior en la Escuela de Ingenierías que en la Facultad de Ciencias, mientras que *Pinaceae* registró un valor mayor en este último lugar. Estos resultados pueden explicarse a las fuentes de variación como la proximidad del elevado número de individuos de *Cupressus sp.* en los alrededores del captador de la Escuela de Ingenierías Agrarias y de individuos de *Pinus sp.* en las inmediaciones de los captadores de la Facultad de Ciencias.

4.1.2. CONCENTRACIÓN POLÍNICA ANUAL

Las diferencias estadísticamente significativas encontradas en las concentraciones medias totales interanuales en invierno y primavera, podrían deberse a la meteorología registrada cada año. Las elevadas precipitaciones de 2010 probablemente provocaron un retraso en la polinización de los tipos polínicos mayoritarios, así como un incremento en las concentraciones polínicas. Mandrioli et al. (1996) encontraron igualmente diferencias interanuales, indicando que los registros polínicos del segundo año fueron menores que los del primero. Trigo et al. (2000) y Caeiro et al. (2007) indicaron diferencias entre estaciones de muestreo de algunos tipos polínicos. Otros trabajos relacionados no contemplaron diferencias interanuales (Leuschner et al., 1981; Bryant et al., 1989; Rantio-Lehtimäki et al., 1990b; Galán et al., 1995 a; Gottardini & Cristofolini, 1997; Frenz et al., 1997; Arobba et al., 2000; Alcázar et al., 2009).

Durante los meses invernales, enero ha sido el mes que ha registrado menores concentraciones. Mayo ha sido, de los meses primaverales, el que ha registrado mayores concentraciones polínicas, mientras que junio el que ha registrado menores valores. Estos resultados están en consonancia con los trabajos de Fornaciari et al. (1996), en Perugia (Italia), y Caeiro et al. (2007) en Évora (Portugal).

4.1.3. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA DIARIA CON LA ALTURA

Las diferencias de concentración entre diferentes captadores puede explicarse por las variaciones en las condiciones ambientales. La separación espacial puede llevar asociada diferencias en las fuentes y en las condiciones meteorológicas que se reflejan en el comportamiento fenológico y en las estaciones de muestreo (Piotrowska, 2004; Alcázar et al., 2009). La ratio altura (F_{Ct}/F_{Cj}) varía dependiendo del tipo polínico estudiado, obteniendo valores comprendidos entre el valor máximo de *Castanea sativa* (3.06) y el mínimo en *Alnus glutinosa* (0.05). Rantio-Lehtimäki et al. (1991 b) encontraron ratios máximas en *Artemisia* (11.48), *Urtica* (7.66) y *Poaceae* (4.42), y mínimas en *Alnus glutinosa* (1.02) y *Pinaceae* (1.44). La ratio de este estudio de *Quercus* (1.05) puede asemejarse al valor (1.32) encontrado por Rantio-Lehtimäki et al. (1991 b). Este resultado está en consonancia con la teoría que indica que el transporte a larga distancia puede observarse más eficientemente a nivel más alto que a niveles inferiores.

Por un lado, la ausencia de diferencias estadísticamente significativas de la concentración polínica total media diaria entre ambos niveles (el suelo y la terraza) en las primaveras de 2009, 2010 y 2011 ($Z=-0.919$, $p\text{-valor}=0.358$) y, por otra parte, la correlación estadísticamente significativa encontrada entre ambos niveles en la primavera de 2009 ($r=0.963$, $p\text{-valor}<0.001$), de 2010 ($r=0.949$, $p\text{-valor}<0.001$) y de 2011 ($r=0.894$, $p\text{-valor}<0.001$), se hallan en consonancia con los resultados obtenidos en estudios previos por Rantio-Lehtimäki et al. (1991 b); Galán et al. (1995 a); Alcázar et al. (1999) y Thibaudon & Sulmont (2002), pero discrepan de otros trabajos Raynor et al. (1973); Bryant et al. (1989); Malik et al. (1990); Chakraborty et al. (2001); Asensio et al. (2003). Estos estudios se han realizado en zonas geográficas muy diversas, con diferentes alturas de muestreo y con características meteorológicas específicas de cada lugar, lo que podría explicar de una manera u otra esta diferencia. Raynor et al. (1973), en Nueva York, estudiaron la diferencia de 5 niveles diferentes comprendidos entre 1.5 m y 108 m, mientras que en Londres, Bryant et al. (1989) situaron los captadores a 45 m. Asensio et al. (2003), en Valladolid, estudiaron la influencia de la altura en 8 niveles de pisos. Otros trabajos que muestran resultados similares al presente estudio tienen un diseño de muestreo parecido, Rantio-Lehtimäki et al. (1991 b) estudiaron la diferencia entre captadores situados a 20 m en vertical y 200 m en horizontal, situando un captador en un jardín. Galán et al. (1995 a) y Alcázar et al. (1999), en un campus universitario de Córdoba, situaron los captadores a 15 m de diferencia vertical. Idéntica diferencia es contemplada por Thibaudon & Sulmont (2002) en la Facultad de Ciencias de Amiens.

La comparación de los tipos polínicos mayoritarios, *Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* ha mostrado para todos los tipos en primavera (a excepción de *Pinaceae* en 2009, y *Quercus* y *Olea* en 2010) ausencia de diferencias estadísticamente significativas y correlaciones estadísticamente significativas entre ambos niveles de altura. La diferencia en el caso de *Pinaceae* en la primavera de 2009 puede deberse a que las condiciones locales de meteorología (velocidad y dirección del viento, principalmente) pudieron afectar en la liberación de este tipo polínico, caracterizado por liberar gran cantidad de granos y realizarse en un corto periodo de días, además de un posible efecto barrera del edificio donde se encuentra el captador en la terraza y la masa de pinos junto al mismo. Bryant et al. (1989) encontraron diferencias estadísticamente significativas con la altura en *Populus*, *Salix*, *Quercus*, *Poaceae* y *Tilia*. Por el contrario, no hallaron diferencias en *Taxus*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus*, *Betula*, *Carpinus*, *Aesculus*, *Pinus* y *Urtica*. Con estos resultados apuntaron que la abundancia relativa de especies a diferente altura puede indicar la procedencia desde fuentes regionales o bien desde lugares más cercanos. El polen local, incluyendo los árboles ornamentales de calles y parques, se registra predominantemente en los niveles más bajos, mientras los niveles más altos registran fuentes de polen de áreas más alejadas de la zona metropolitana. Galán et al. (1995a) mostraron para sus tipos polínicos mayoritarios, *Chenopodiaceae*, *Olea*, *Plantago*, *Poaceae* y *Urticaceae* ausencia de diferencias significativas en altura, con la excepción del tipo polínico *Urticaceae*. Thibaudon & Sulmont (2002) encontraron diferencias en *Fraxinus* y *Salix*, pero no para *Quercus*, *Poaceae* y *Urtica*.

En la comparación de la altura se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas en cada primavera para todos los tipos polínicos mayoritarios (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago*). Estos resultados están en consonancia con el trabajo de Rantio-Lehtimäki et al. (1991b) que reflejaron correlaciones estadísticamente significativas en los dos niveles para todos los tipos polínicos; *Alnus glutinosa*, *Artemisia*, *Betula*, *Juniperus*, *Poaceae*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Quercus*, *Rumex*, *Salix*, *Ulmus* y *Urtica*.

4.1.4. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA DIARIA CON LA DISTANCIA

Cuando más de dos estaciones son comparadas, es difícil obtener conclusiones definitivas, aunque es posible identificar ciertas tendencias con varios años de estudio (Leuschner & Boehm, 1981; Jäger et al., 1996). Tales variaciones son más marcadas si se trata más de diferencias latitudinales que longitudinales, ya que en general, hay mayores cambios en el clima de norte a sur que de este a oeste. Sin embargo, otros factores geográficos pueden afectar a las

condiciones climáticas y, consecuentemente, a las estaciones de polen. Otra posible fuente de variabilidad es el uso del suelo (Corden et al., 2002), incluyendo la distribución de plantas ornamentales (Fernandes et al., 2010). Además, se debe tener en cuenta el impacto humano desde dos puntos de vista, el diseño de las ciudades y la selección de especies ornamentales (Staffolani et al., 2011).

Un parámetro indicador de la variabilidad es la ratio distancia (FCt/EIAt), cuyo valor invernal (0.57) fue inferior al primaveral (1.31), corroborando las mayores concentraciones medias diarias invernales en la Escuela de Ingenierías Agrarias y las primaverales en la Facultad de Ciencias. En invierno, los valores están próximos a la unidad, con máximos de 1.56 para *Pinaceae* y de 1.49 para *Urtica membranacea*. En primavera, aparece una mayor amplitud con valores comprendidos entre las máximas de *Cyperaceae* (26.84) y mínimas de *Urticaceae* (0.10). Esta disparidad de valores de los dos tipos polínicos indica la influencia de la magnitud de la concentración en primavera y la proximidad a los captadores de las fuentes emisoras de polen.

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre la concentración polínica total media diaria de las terrazas de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo invernal ($Z = -4.879$, $p\text{-valor} < 0.001$) y primaveral ($Z = -5.309$, $p\text{-valor} < 0.001$), y también, se han encontrado correlaciones estadísticamente significativa entre ambos lugares en el invierno de 2010 ($r = 0.704$, $p\text{-valor} < 0.001$), de 2011 ($r = 0.801$, $p\text{-valor} < 0.001$) y 2012 ($r = 0.495$, $p\text{-valor} < 0.001$), y en la primavera de 2009 ($r = 0.745$, $p\text{-valor} < 0.001$), de 2010 ($r = 0.848$, $p\text{-valor} < 0.001$) y de 2011 ($r = 0.878$, $p\text{-valor} < 0.001$). Estos resultados coinciden con otros resultados obtenidos por Fornaciari et al. (1996), Gottardini & Cristofolini (1997), Frenz et al. (1997), Arobba et al. (2000), Trigo et al. (2000) y Velasco-Jiménez et al. (2012), pero discrepan de otros trabajos que estudian captadores más alejados como los recientes estudios de Caerio et al. (2007) que comparan estaciones portuguesas, de norte a sur, desde Oporto hasta Portimão. Alcázar et al. (2009) también encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos polínicos herbáceos de Córdoba y Poznan (Polonia). Como apuntan estas investigaciones, las diferencias observadas en los registros polínicos pueden deberse a las diferentes condiciones meteorológicas, pero además pueden ser atribuibles a las diferentes especies o géneros entre ambos lugares de estudio. Si bien es cierto que en el presente estudio la distancia entre las estaciones de muestreo fue menor que en los anteriores estudios, Fornaciari et al. (1996) compararon la influencia de la distancia en 5 km, Frenz et al. (1997) en 5.6 km, Arobba et al. (2000) en 3 km y Velasco-Jiménez et al. (2012) en 9 km.

En la mayoría de las comparaciones durante el periodo invernal se han encontrado, entre ambos lugares, diferencias estadísticamente significativas para *Cupressaceae* y *Urticaceae pp.*, sin embargo no se han encontrado para *Fraxinus-Phillyrea*, *Alnus glutinosa* y *Urtica membranacea*. En primavera la comparación entre ambos lugares de los tipos polínicos mayoritarios ha mostrado para *Quercus* y *Poaceae* ausencia de diferencias estadísticamente significativas, mientras que *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago* mostraron diferencias, pudiéndose atribuir a la distribución heterógena de la flora en los alrededores de las estaciones de muestreo, como es el caso de la mayor presencia de individuos de *Pinus sp.* alrededor de la Facultad de Ciencias con respecto a la Escuela de Agrarias. Fornaciari et al. (1996) indicaron que algunas diferencias fueron registradas en la abundancia relativa de los tipos polínicos como *Cupressaceae/Taxaceae*, *Olea*, *Corylaceae* y *Poaceae*. Trigo et al. (2000) encontraron pocas diferencias en el estudio comparativo de *Quercus* y *Poaceae*, no mostrando diferencias estadísticamente significativas en *Olea*, *Myrtaceae* y *Pinaceae*, sin embargo si hallaron diferencias estadísticamente significativas en *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Parietaria* y *Urtica membranacea*. Velasco-Jiménez et al. (2012) encontraron diferencias en los tipos de *Platanus*, *Populus* y *Urticaceae*.

Algunos estudios (Cariñaos et al., 2002; Gonzalo-Garijo et al., 2006) indican la importante contribución de la flora ornamental en la concentración del polen, destacando la influencia de las tierras de cultivos y formaciones boscosas. Dichos factores pueden haber tenido influencia en diferentes lugares como encontraron Velasco-Jiménez et al. (2012).

En la comparación de la distancia, al igual que en el caso de la altura, se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas en cada invierno (2010, 2011 y 2012) para los tipos polínicos mayoritarios (salvo para *Urticaceae pp.* en 2011 y 2012, y *Urtica membranacea* en 2010 y 2012). También, se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas en los tipos polínicos mayoritarios primaverales en 2009, 2010 y 2011.

Por tanto, los resultados se acercan a la teoría apuntada por Arobba et al. (2000) y reafirmada recientemente por Velasco-Jiménez et al. (2012), según la cual una sola estación de muestreo, para este fin, es suficientemente representativa para las grandes áreas urbanas, o incluso para el caso de los sitios superiores de más de 10 km de distancia. Sin embargo, existen variaciones locales, reflejadas en algunos tipos polínicos, que pueden tener una gran relevancia desde el punto de vista de alergológico.

4.1.5. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN POLÍNICA MEDIA HORARIA EN ALTURA Y DISTANCIA

En principio, al estudiar simultáneamente los captadores se puede asumir que las condiciones ambientales son las mismas y que cualquier diferencia entre los captadores puede ser debida a la precisión de los dispositivos. Un sencillo análisis de regresión (Giorato et al., 2003) mostró que los datos se correlacionaban pero las diferencias en las cantidades de polen no se evaluaron, de manera que la evidencia de variaciones importantes en los captadores podría haberse subestimado.

Un estudio previo realizado en el suroeste de España por Galán et al. (1991) mostró los modelos de variación horarios de los tipos polínicos encontrados en las primaveras de tres años consecutivos afirmándose que los modelos generales de distribución son el resultado de los factores fisiológicos intrínsecos de los diferentes tipos polínicos y las diferencias interanuales, pudiendo ser debidas a los efectos meteorológicos acumulativos.

Las concentraciones medias horarias de polen fueron utilizadas para ayudar a la comprensión de lo que se podría considerar las variaciones diarias normales de fuentes locales. Esto se basa en la suposición de que el polen durante el día dependería del tiempo de transporte (un producto de la distancia y velocidad del viento) desde la fuente al captador (Stach et al., 2007). De acuerdo con la teoría que afirma que los niveles máximos de concentración se registran en las horas centrales del día (Galán et al., 1991), la distribución de las concentraciones horarias de los tipos polínicos es más similar cuando se comparan los promedios de las 3 primaveras. Se puede observar que los máximos de concentración registrados entre las 10:00 y 12:00 horas solares corresponden a *Plantago*. En cambio, *Quercus* y *Olea* alcanzaron sus picos más tarde, entre las 13:00 y las 15:00 horas, y *Poaceae* entre las 15:00 y 17:00 horas. Por tanto, el promedio de las máximas concentraciones se registró entre las 10:00 y 17:00 horas solares, aunque algunas máximas aparecieron en otras horas del día, incluso en las horas nocturnas. El tipo invernal estudiado, *Cupressaceae*, presenta el máximo de concentración en la terraza de la Facultad de Ciencias entre las 10:00 y las 11:00 horas, y en la Escuela de Ingenierías Agrarias más tarde, entre las 13:00 y las 14:00 horas solares. Por tanto, los resultados del presente estudio son hasta cierto punto similares a los presentados por Galán et al. (1991) que mostraron concentraciones máximas registradas en Córdoba durante la mitad del día (12:00-18:00).

Para el promedio de los cuatro tipos primaverales estudiados (*Quercus*, *Olea*, *Poaceae* y *Plantago*) las máximas concentraciones horarias aparecieron primero en el jardín de la Facultad de Ciencias, a nivel del suelo, a las 12:36 horas, y 0,2 (00:12) y 1,3 (1:18) horas más tarde en las

terrazas de la Escuela de Ingenierías Agrarias, a 6 m, y de la Facultad de Ciencias, a 16 m. *Cupressaceae* apareció primero en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias a las 12:42 horas y 0.2 (0:12) horas más tarde en la terraza de la Facultad de Ciencias. Estos hechos podrían explicarse como consecuencia del avance durante el día de los máximos niveles de concentración conforme se incrementa la altura.

En relación a la variación temporal las máximas concentraciones horarias entre parejas de captadores en distancia mostraron un promedio de diferencia de 2.3 (2:18) horas en invierno y de 2.6 (2:36) a 3 horas en primavera, con máximos de diferencia de 13 y 14 horas, respectivamente. Estas diferencias pueden explicarse debido a variaciones en las condiciones ambientales. La separación espacial puede influir en las diferencias en las fuentes y las condiciones meteorológicas que se reflejan en el comportamiento fenológico y estacional del polen (Piotrowska, 2004; Alcázar et al., 2009). Existe un patrón general ampliamente confirmado de concentración de partículas que indica que disminuyen con la altitud (Rantio-Lehtimäki et al., 1991b; Galán et al., 1995a; Bergamini et al., 2004). No obstante las diferencias se han observado en este patrón dependiendo de la hora del día. Estas variaciones pueden ser explicadas por la diferente distribución de las fuentes (Alcázar & Comtois, 2000) o por la proximidad de los edificios (Bryant et al. 1989), y una dependencia de las partículas de gran tamaño con tendencia a ocupar los lugares más cercanos del suelo y las más pequeñas dominantes en mayores alturas (Chakraborty et al., 2001). La coincidencia de máximas concentraciones entre los dos captadores situados en el mismo lugar pero a diferente altura se registró en un 23.3% de los casos.

En invierno, para *Cupressaceae*, la coincidencia de las máximas concentraciones horarias a la misma hora apareció en 3 ocasiones, mientras que en primavera, para los cuatro tipos estudiados, ocurrió en 2 ocasiones. Los datos horarios mostraron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las máximas concentraciones entre los captadores y se observaron correlaciones estadísticamente significativas en todos los casos, salvo en el invierno de 2010 para *Cupressaceae*. Estos resultados se podrían deber a la influencia de la fenología de las fuentes y del factor del viento para transportar los granos de polen, como se ha apuntado en otros estudios (Velasco-Jiménez et al., 2012). De hecho la velocidad del viento ha influido en las máximas concentraciones horarias de los tipos estudiados, encontrándose correlaciones estadísticamente significativas positivas en la mayoría de los casos, por lo que este factor sería el responsable en su mayor parte. También, se han encontrado similares correlaciones para la radiación solar y la temperatura media. La humedad relativa ha registrado correlaciones estadísticamente significativas negativas. La otra causa

potencial de variaciones horarias son las fuentes de polen distribuidas alrededor de los captadores. En el presente estudio, sin embargo como se observa en las figuras del inventario los árboles de *Quercus*, *Olea* y *Cupressaceae* están distribuidos en los alrededores de los campus de la Universidad y de la Escuela de Ingenierías Agrarias, por lo que en este caso sería difícil considerar que pueda ser la causa de las diferencias horarias de las máximas concentraciones observadas. Además, se debe tener en cuenta que es imposible establecer de forma definitiva que el polen registrado durante el día se origina a partir de fuentes puramente locales porque el polen transportado desde las zonas más distantes pueden llegar en cualquier momento ya sea para mejorar las contribuciones de más fuentes locales durante el día, o dar lugar a altas concentraciones de la noche (Skjøth et al., 2009).

4.1.6. METEOROLOGÍA

El análisis de la concentración diaria total en invierno y primavera ha proporcionado correlaciones estadísticamente significativas. En invierno se han encontrado en la Facultad de Ciencias y en la Escuela de Ingenierías Agrarias con la radiación difusa, la radiación fotosintética activa, la radiación solar, la temperatura máxima, media y mínima. Además, en la Facultad de Ciencias se han registrado correlaciones para la dirección del viento, las horas de sol y la precipitación. No se han encontrado para la velocidad del viento. En primavera, con la radiación fotosintética activa, la radiación solar, la temperatura máxima y media, mientras que la dirección y la velocidad del viento no han mostrado correlaciones estadísticamente significativas. Estos resultados pueden deberse que en invierno los incrementos de radiación y temperatura conllevan incrementos de las concentraciones de polen total, mientras que en primavera dichos incrementos, al finalizar la estación, no conlleva asociado mayores concentraciones polínicas totales medias diarias, debido a que la mayoría del polen ha sido liberado. Bryant et al. (1989), con datos meteorológicos semanales, encontraron correlaciones estadísticamente significativas positivas con la temperatura y las horas de sol.

El tipo *Cupressaceae* ha mostrado en ambos captadores correlaciones estadísticamente significativas con la radiación difusa, la radiación fotosintética activa, la radiación solar, la temperatura máxima, media y mínima. Alcázar et al. (1999) encontraron correlaciones estadísticamente significativas con las horas de sol, la humedad relativa y la temperatura máxima.

Como se observa en la figura 18 del inventario, la proximidad de los individuos de *Alnus glutinosa* en los alrededores de ambos captadores de la Facultad de Ciencias, podría explicar que

haya ha sido el tipo polínico que ha encontrado correlaciones con todos los parámetros meteorológicos.

El tipo *Urticaceae pp.* presentó correlaciones con la dirección del viento, la radiación difusa y la temperatura máxima, media y mínima. Galán et al. (1995 a) encontraron correlación estadísticamente significativa con la temperatura mínima. Alcázar et al. (1999; 2009) con la temperatura media y mínima, en ambos trabajos, y en el segundo estudio, además, con la temperatura máxima, precipitación, humedad relativa y horas de sol.

Los tipos *Quercus* y *Olea* han presentado correlaciones con las horas de sol, la radiación difusa, la radiación fotosintética activa y la radiación solar, la temperatura máxima, media y mínima. Estos factores podrían estar más implicados en el transporte a larga distancia desde las fuentes más lejanas. Vázquez et al. (2003) afirmaron que los parámetros meteorológicos relacionados con el calor serían los más importantes, entre ellos la temperatura y la humedad relativa. García-Mozo et al. (2008) realizaron un estudio en ciudades de España afirmando que la respuesta de las especies de *Quercus* en primavera a la temperatura era clara. Sin embargo, en un estudio con planteamiento experimental similar al presente, Galán et al. (1995 a) no encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre *Olea* y la humedad relativa, precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima.

El tipo *Poaceae* se ha correlacionado con todos los parámetros meteorológicos, salvo con la velocidad del viento. El jardín de la Facultad de Ciencias no presentó correlación con la dirección del viento, pudiéndose atribuir a la distribución concéntrica de gramíneas en las inmediaciones del captador. Galán et al. (1995 a) no encontraron correlaciones estadísticamente significativas con la humedad relativa, precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima, sin embargo Alcázar et al. (1999) hallaron correlaciones estadísticamente significativas con la humedad relativa, temperatura máxima, media y mínima.

La abundancia y proximidad de las fuentes locales de los individuos de *Pinus sp.* en los alrededores de los captadores del jardín y de la terraza de la Facultad de Ciencias podría explicar que se hayan encontrado correlaciones estadísticamente significativas para el tipo *Pinaceae* con la dirección y la velocidad del viento, sin embargo no se han encontrado en la Escuela de Ingenierías Agrarias debido a la ausencia de fuentes similares en este lugar. Rantio-Lehtimäki et al. (1991b) estudiaron la velocidad del viento, no encontrando correlaciones estadísticamente significativas en los dos niveles salvo para los tipos de *Pinaceae*, *Populus* y *Ulmus*.

En *Plantago* se han encontrado, como en el caso de *Poaceae*, similares correlaciones. El trabajo de Galán et al. (1995 a) y de Alcázar et al. (2009) presentaron correlaciones

estadísticamente significativas con la temperatura media, máxima, mínima, precipitación, humedad relativa y horas de sol. Además, no se han encontrado correlaciones con la dirección y la velocidad del viento. Sólo en la Escuela de Ingenierías Agrarias se encontraron correlaciones con la dirección del viento como se ha citado en trabajos previos (Tormo et al., 2001; Silva et al., 2007).

4.2. ESPORAS DE HONGOS

4.2.1. ESPORAS DE HONGOS REGISTRADAS

De los 68 tipos fúngicos analizados los mayoritarios, en orden decreciente, fueron *Cladosporium cladosporioides*, *Ustilago*, *Cladosporium herbarum*, hifas, *Aspergillus-Penicillium*, *Alternaria*, *Leptosphaeria*, *Drechslera*, *Pleospora* y *Venturia*. Grinn-Gofron (2011) examinó 70 tipos, siendo los más numerosos *Cladosporium*, *Alternaria*, *Ganoderma*, *Didymella*, *Leptosphaeria*, *Drechslera*, *Pleospora*, *Torula*, *Epicoccum* y *Pleospora*.

Anteriormente, se han registrado como tipos predominantes en Badajoz; *Cladosporium*, basidiósporas, hifas, *Alternaria* y *Ustilago* (Paredes, 1997); *Cladosporium*, *Ustilago*, *Basidiósporas*, *Alternaria* y *Drechslera* (Gonzalo et al., 1996); *Cladosporium cladosporioides*, *Ustilago liso*, *Cladosporium herbarum*, *Colletotrichum*, *Ustilago rugoso*, *Aspergillus-Penicillium* (Maya, 2010), y en Mérida; *Cladosporium*, *Clitocybe*, *Unicelulares* y *Alternaria* (Hernández, 2005). El tipo más abundante encontrado en Extremadura es *Cladosporium* y también tiene un lugar importante *Ustilago*.

En Madrid, se encontraron como tipos más abundantes *Cladosporium*, *Ustilago*, *Coprinus*, *Agaricales* y *Aspergillus-Penicillium* (Díez et al., 2006). En otras ciudades mediterráneas como Cagliari aparecieron *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Drechslera* y *Epicoccum*, y en Perugia; *Cladosporium*, *Fusarium*, *Ustilago*, *Alternaria* y *Drechslera* (Ballero et al., 1992).

En el continente americano, los tipos fúngicos más importantes encontrados en Argentina fueron *Leptosphaeria*, *Cladosporium*, *Alternaria* y *Agrocybe* (Mallo et al., 2010), en Brasil; *Cladosporium*, *Ascósporas*, *Coprinus*, *Leptosphaeria* y *Ganoderma* (De Antoni et al., 2006), y en Puerto Rico; basidiósporas, ascósporas, *Cladosporium*, *Aspergillus-Penicillium* y *Ganoderma* (Quintero et al., 2010).

En el continente asiático, en India, por una parte; *Cladosporium*, *Aspergillus-Penicillium*, basidiósporas, *Nigrospora* y ascósporas (Jothish et al., 2004). Chakraborty et al. (2000) encontraron *Aspergillus-Penicillium*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Drechslera* y *Cladosporium*. En Taiwan; ascósporas, *Cladosporium*, *Aspergillus-Penicillium*, *Ganoderma* y *Arthrinium-Papularia* como tipos principales (Ho et al., 2005).

Queda de manifiesto la amplia distribución de *Cladosporium*, pudiendo estar atribuida a su condición mayoritaria de saprótrofo y su facilidad para crecer en multitud de substratos. También hay que destacar la abundancia de otros tipos fúngicos como *Ustilago*, *Alternaria*, *Aspergillus-Penicillium*, *Leptosphaeria*, *Drechslera*, basidiósporas y ascósporas.

En el presente estudio se obtuvieron concentraciones medias del tipo *Cladosporium* (formado por *Cladosporium cladosporioides* y *Cladosporium herbarum*) de 1113 esporas/m³. Un valor similar ha sido encontrado en estudios previos de Badajoz, 1424 esporas/m³ (Paredes, 1996) y de Mérida, 1642 esporas/m³ (Hernández, 2005).

También se obtuvieron resultados similares a los encontrados en los dos trabajos previamente referenciados, para los tipos en el orden comparativo comentado anteriormente: hifas (75 esporas/m³, 75 esporas/m³, 117 esporas/m³), *Leptosphaeria* (40 esporas/m³, 42 esporas/m³, 43 esporas/m³), *Venturia* (17 esporas/m³, 36 esporas/m³, 9 esporas/m³), *Drechslera* (27 esporas/m³, 48 esporas/m³, 21 esporas/m³), *Aspergillus-Penicillium* (56 esporas/m³, 10 esporas/m³, 48 esporas/m³) y *Pleospora* (20 esporas/m³, 23 esporas/m³, 27 esporas/m³).

En relación a los valores medios en este estudio se obtuvo una concentración total diaria de 1942 esporas/m³, Paredes (1997) registró 2249 esporas/m³ y Hernández (2005) 3192 esporas/m³. Estas diferencias pueden deberse a la periodicidad de muestreo, diaria en los dos últimos trabajos, frente a la semanal del presente estudio, además de estudiarse en años diferentes. También se han encontrado valores inferiores, 609 esporas/m³ (Diez et al., 2006).

Otro factor a tener en cuenta es la continentalidad, en las zonas costeras se registra una menor concentración debido a los vientos procedentes del mar que transportan poco contenido de esporas. Oliveira et al. (2009), en Oporto, encontraron una concentración de 531 esporas/m³ y Aira et al. (2006), en Galicia, encontraron similar disminución en *Cladosporium*. En Argentina, Mallo et al. (2010) registraron 540 esporas/m³.

En cuanto a la distribución anual de la concentración total, los meses que registraron mayores concentraciones fueron mayo (3275 esporas/m³) y octubre (5121 esporas/m³), los valores mínimos se registraron en febrero (408 esporas/m³).

En Badajoz, Gonzalo et al. (1996) encontraron las máximas concentraciones en mayo. Paredes (1997) obtuvo los valores máximos en mayo, junio y octubre, y los mínimos desde diciembre hasta abril. Fernández-Rodríguez (2010) obtuvo las concentraciones máximas en otoño y las mínimas en invierno. Maya (2010) encontró dos periodos de máximas concentraciones mayo-junio y octubre. En Mérida, Hernández (2005) registró los máximos en abril, septiembre y octubre, y los mínimos desde diciembre hasta febrero.

En Madrid, Díaz et al. (2006) encontraron dos periodos de máximas concentraciones desde mayo hasta junio y octubre. Herrero et al. (1996), en Palencia, encontraron las máximas concentraciones en los meses de primavera y verano, siendo junio el que registró una mayor concentración.

Stepalska et al. (2005) registraron los máximos en los meses estivales debido a los veranos suaves y húmedos registrados en Cracovia. Oliveira et al. (2009), en Oporto, encontraron los valores máximos en julio y octubre y los mínimos en enero y febrero. En Taiwan, Ho et al. (2005) también encontraron los valores máximos en los meses de verano y De Antoni et al. (2006), en Brasil, obtuvieron los máximos en verano y otoño.

De modo que el modelo de dispersión de las esporas de hongos parece ser similar a nivel mundial en los lugares de clima tempado, continental o mediterráneo, encontrándose durante el verano y el otoño las concentraciones más altas (Kasprzyk, 2008) y en el verano e invierno las más bajas debido a temperaturas elevadas, baja humedad relativa y precipitaciones escasas o nulas en el primer periodo, y las bajas temperaturas, riesgo de heladas y predominio de viento en los meses invernales, favoreciendo en ambos periodos la inhibición del metabolismo de muchos hongos (Li & Kendrick, 1994).

4.2.2. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA MEDIA HORARIA

Se apuntan a la ubicación geográfica, la actividad humana, el ciclo de crecimiento de los organismos y los factores meteorológicos como los criterios principales que controlan las variaciones temporales de las esporas en aire (Hameed et al., 2009). El modelo general encontrado, con una frecuencia de muestreo semanal, para la concentración de los principales tipos de esporas fue generalmente más elevado durante las horas centrales del día y se mantiene durante las horas de la tarde, mientras que durante la noche los niveles decrecen. Las concentraciones más bajas de esporas se observaron durante la noche cuando desciende la temperatura y aumenta la humedad relativa (Stepalska & Wolek, 2009). En otros estudios aparece la diferenciación horaria en cuatro períodos para los diferentes tipos fúngicos: durante la mañana (6:00-10:00 h), desde el mediodía hasta la tarde (10:00-16:00 h), de tarde (18:00-20:00 h) y una disminución gradual de la concentración nocturna (22:00-24:00 h) (Hameed et al., 2009).

El modelo descrito se ha encontrado en *Cladosporium* con el máximo registrado entre las 8:00 y las 10:00 h. Resultados similares se han encontrado en estudios previos en Polonia (Stepalska & Wolek, 2009), en Suecia (Hjelmoroos, 1993) y en Finlandia (Kurkela, 1997). Horas más tarde, entre el mediodía y las 14:00 h se han registrado los máximos valores en

otros trabajos (Rantio-Lehtimäki et al. 1991, Fernández et al. 1998). La máxima concentración registrada entre las 14:00 y las 15:00 h fue encontrada por Burge (1986), mientras que Mediavilla et al. (1997) registraron el máximo entre las 20:00 y 22:00h. En todas las comparaciones se asumió su hora local, pudiendo ser la razón de las diferencias en el tiempo de las máximas concentraciones.

Las esporas de *Alternaria* registraron la concentración máxima diaria entre las 8:00 y las 11:00 h, resultados similares fueron apuntados por Stach (1997). Hjelmroos (1993) observó los máximos, a las 8:00 h en Suecia. Stepalska & Wolek (2009) entre la 13:00 y las 14:00 h, y Corden & Millington (2001) registraron en Inglaterra la concentración máxima sobre las 20:00 h. Sin embargo, Maya et al. (2012) registraron los máximos durante la tarde, desde las 18:00 hasta las 20:00 h. Estas diferencias nos hacen pensar que teniendo en cuenta la periodicidad de muestreo en el presente estudio, una vez a la semana, es difícil encontrar un patrón estacional para ser comparado con estudios con una periodicidad diaria de muestreo.

4.2.4. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN FÚNGICA CON METEOROLOGÍA

Los parámetros meteorológicos son factores críticos que afectan la supervivencia de los hongos (Hameed et al., 2012). En Badajoz, Paredes (1997) obtuvo el mayor número de correlaciones significativas positivas entre la concentración total media diaria y la temperatura media, máxima y mínima. En el presente estudio se han encontrado idénticas correlaciones. Además, se han registrado correlaciones con la humedad relativa, la radiación y las horas de sol, parámetros no analizados en el trabajo de referencia. En Mérida, Hernández (2005) también encontró correlaciones estadísticamente significativas positivas con las temperaturas, y negativas con la humedad relativa. Tampoco fue analizada la radiación ni las horas de sol.

El tipo *Aspergillus-Penicillium* ha presentado correlaciones estadísticamente significativas con la temperatura media, mínima y la del suelo. Estos resultados están en consonancia con los hallados por Hernández (2005) y Corden & Millington (2005). La temperatura del aire es uno de los factores meteorológicos más importantes que afecta a nivel de concentración de muchos tipos de esporas de hongos en el aire, sin embargo algunos autores no han encontrado correlaciones estadísticamente significativas para este tipo presentado en conjunto (Ho et al 2005; O'Gorman & Fuller 2008; Maya 2010; Grinn-Gofron, 2011). En otros trabajos ha sido la humedad relativa y la temperatura del punto de rocío los factores meteorológicos que más afectan (O'Gorman & Fuller 2008; Grinn-Gofron, 2011).

Fernández et al. (1998) encontraron que *Alternaria* ha mostrado un óptimo crecimiento con temperaturas comprendidas entre 22 y 28 °C, por tanto la presencia de *Alternaria* siguió un modelo condicionado por la temperatura y la humedad relativa. La temperatura afecta directamente a su presencia, pero cuando la humedad relativa alcanza un valor crítico el efecto es negativo (Maya et al., 2012). Los resultados de los estudios previos realizados en Polonia indican que la temperatura es la variable que más se correlaciona significativamente de manera positiva (Stepalska & Wolek, 2005). Se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas con las horas de sol, la humedad relativa, la precipitación, la radiación fotosintética activa, la radiación solar, y la temperatura máxima, media, mínima y la del suelo. Maya (2010) registró las mismas correlaciones más la precipitación. Paredes (1997) y Hernández (2005) obtuvieron resultados similares, aunque el último trabajo no encontró correlación con la humedad relativa. Díaz et al. (2001) y Sabariego et al. (2004) encontraron correlaciones positivas con la temperatura y las horas de sol, y negativas con la precipitación y la humedad relativa. Linares et al. (2005) encontraron correlaciones positivas con la temperatura media y mínima diaria, y negativa con la precipitación diaria. Stepalska et al. (2005) encontraron correlaciones positivas con la temperatura media y Corden et al. (2003) encontraron correlaciones con la dirección del viento.

La disminución de *Cladosporium* en los meses estivales puede deberse a valores bajos de humedad relativa asociada a escasas precipitaciones. *Cladosporium cladosporioides* y *Cladosporium herbarum* han encontrado correlaciones estadísticamente significativas con las horas sol, la humedad relativa, la precipitación, la radiación fotosintética activa, la radiación solar y la temperatura máxima, media, mínima y la del suelo. Idénticas correlaciones encontró Maya (2010) en el captador del jardín de la Facultad de Ciencias. En Mérida, Hernández (2005) está en consonancia en que las temperaturas influyen positivamente. En Badajoz y Cáceres, Paredes (1997) y Díaz et al. (2001) coinciden igualmente con las temperaturas, y encuentran que la humedad está correlacionada negativamente, al igual que en este estudio. Mediavilla et al. (1998) encontraron las mismas correlaciones en Córdoba indicando que la liberación de los conidios está regulada por un porcentaje de sequedad ambiental producido al aumentar la temperatura, razón por la que se obtiene una correlación negativa con la humedad relativa. En León, Fernández et al. (1998) encontraron correlaciones positivas con la temperatura máxima y mínima, y con la humedad relativa de forma negativa. En Almería, Sabariego et al. (2004) encontraron correlaciones positivas con la temperatura, y negativas con la precipitación.

La influencia de dichos parámetros fue encontrada en otras ciudades españolas y europeas pertenecientes a la región eurosiberiana como Palencia (Herrero et al., 1996), París (Vallery-

Radot et al., 1950), Londres (Hyde et al., 1953) y Estocolmo (Hjelmoroos, 1993). En la región fitogeográfica del Mediterráneo, como en la ciudad de Córdoba (Angulo et al., 1995) encontraron el mismo patrón estacional pero con valores máximos registrados generalmente un mes antes.

El tipo *Drechslera* mostró correlaciones estadísticamente significativas con todos los parámetros estudiados, salvo con la dirección del viento. Maya (2010) encontró correlaciones con los mismos parámetros, salvo con la dirección y la velocidad del viento. Paredes (1997) obtuvo correlaciones negativas con la humedad relativa. Hernández (2005) encontró relación con la velocidad del viento. Stepalska et al. (2005) encontraron correlación positiva con la temperatura máxima, mínima y horas de sol, y negativa con la humedad relativa. De esto se puede deducir que *Drechslera* se dispersa mejor en periodos cálidos y secos.

El tipo *Leptosphaeria* ha mostrado correlaciones estadísticamente significativas con la dirección del viento, la precipitación y la temperatura mínima. Maya (2010) las encontró con la precipitación y la temperatura mínima. Paredes (1997) obtuvo correlaciones significativas positivas con la precipitación y la humedad relativa, y negativas con las temperaturas. Li & Kendrick (1994) encontraron que la concentración de *Leptosphaeria* aumenta con las precipitaciones.

El tipo *Pleospora* mostró correlaciones estadísticamente significativas con todos los parámetros estudiados, salvo con la velocidad del viento. Maya (2010) encontró correlaciones con los mismos parámetros, salvo con la dirección y la velocidad del viento. Martínez et al. (1996) encontraron correlaciones significativas positivas con lluvia y humedad relativa, y negativas con las temperaturas. Paredes (1997) también obtuvo correlación positiva con las precipitaciones, y negativa con la dirección del viento, encontrando correlación positiva con el viento del suroeste, y negativa con el del noroeste. Hernández (2005) obtuvo las mismas correlaciones con la lluvia, la humedad relativa y la temperatura.

El tipo *Ustilago* ha presentado correlaciones estadísticamente significativas con todos los parámetros estudiados, salvo con la dirección del viento. Maya (2010) encontró correlaciones con los mismos parámetros, salvo con la dirección y la velocidad del viento. Paredes et al. (1997) encontraron correlación positiva con la temperatura máxima, media y mínima, la temperatura de punto de rocío y la tensión de vapor, y negativa con la humedad relativa. Hernández (2005) encontró correlación significativa positiva con la velocidad del viento. Además de indicar a la temperatura como factor de correlación positivo, coincide con la lluvia y la humedad relativa obteniendo valores de correlación negativo. Crotzer & Levetin (1996)

mostraron correlación positiva con horas de sol y temperatura media, y negativa con humedad relativa y lluvia.

El tipo *Venturia* presentó correlación estadísticamente significativa con la dirección del viento, la precipitación, la temperatura mínima y la temperatura del suelo. Maya (2010) sólo encontró correlación con la velocidad del viento. Paredes (1997) encontró correlación positiva con la precipitación, humedad relativa y con la temperatura mínima. Además, la dirección del viento también es significativa en su estudio. Martínez et al. (1996) encontraron correlación positiva con la humedad relativa y la precipitación, y negativa con la temperatura.

4.3. COLONIAS DE HONGOS

El muestreo con métodos viables normalmente no permite un estudio continuo, de modo que la planificación de los días y las horas a muestrear debe ser apropiada. Sin embargo, es posible una identificación más precisa de algunos hongos que crecen en medios de cultivos.

En los dos años de estudio se han registrado 80 taxones desarrollados en medios viables. También se han encontrado elevados números de hongos en trabajos previos; 430 en 5 ciudades de Lituania (Ligauskas et al., 2003), 165 en dos lugares de Turin (Airaudi & Filipello-Marchisio, 1996), 148 en un lugar de Atenas (Pyrri & Gotsi, 2012), 116 en un lugar de Kuwait (Moustafa & Kamel, 1976), 102 en 6 regiones de Egipto (Ismail et al., 2002) y 73 en Qatar (Al-Subai, 2002), teniendo en estos estudios una mayor frecuencia de muestreo. Se han considerado como géneros mayoritarios *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*, estos mismos géneros fueron indicados por O’Gorman & Fuller (2008). Las concentraciones medias en el presente estudio fueron 206 y 344 CFU/m³ en el primer y segundo año, respectivamente. Pyrri & Gosti (2012), en cuatro años de estudio, encontraron concentraciones medias que oscilaron desde 538 hasta 694 CFU/m³. Hameed et al. (2012) encontraron rangos entre 45 y 451 CFU/m³ con una concentración media anual de 216 CFU/m³.

El objetivo en el primer año de muestreo fue comparar los resultados de dos captadores portátiles con el mismo flujo de aspiración, y diferente estructura y número de orificios de entrada de partículas. Las especificaciones de la compañía Burkard para sus captadores personales portátiles con placa de Petri dan un flujo de aspiración de aire de 10 o 20 L/min. La especificación para sus captadores portátiles para placas, con el mismo motor, es de 10 L/m. Esto podría ser la razón por la cual muchos de los estudios publicados consultados indican un flujo de aspiración de 10 L/m, aunque el real es de 20 L/m (Jensen & Schafer, 1994). Incluso después de la utilización de medidores de flujo adquiridos de la empresa no

hemos podido aclarar por completo el problema debido a que las mediciones con ellos variaron ampliamente el grado de variación hasta 20 L/m.

Mientras los captadores Burkard portátiles parecen ser capaces de mostrar las variaciones estacionales en la concentración de CFU, los valores actuales de la concentración dependen en gran medida de cada dispositivo, el tamiz o el embudo cónico. Como no se encontraron diferencias en el estudio con tamiz, uno con estructura cónica y otro sin ella, el objetivo de la prueba preliminar fue analizar la eficacia relativa de utilizar el embudo sobre el tamiz. Los resultados mostraron claramente que el uso de un tamiz incrementa el número registrado de CFU, aproximadamente unas 4 veces. Otros captadores usan un tamiz con más orificios de entrada, 394, como es el caso del captador AES Samplair (Nesa et al., 2001), 400 en el captador Andersen (1958), 401 en el captador SAS (Lach, 1985) y 675 en el Bio Samp MBS-100 Midore Azen (Shintani et al., 2004).

El impacto de las partículas en el tamiz se basa en la aspiración de aire a través de pequeños orificios en la parte superior del captador. Esta es una tecnología probada y la base del conocido principio de muestreo de Anderson. La velocidad y la eficiencia del impacto de las partículas están en función del diámetro de los orificios de entrada en el tamiz y la velocidad de aspiración del motor.

La aplicación del factor de corrección correspondiente (Andersen, 1958, Peto & Powell, 1970) incrementa el número total de CFU de forma exponencial con el número de orificios. En particular, si 50 CFU han sido contadas con un tamiz de 100 orificios deben ser tenidos en cuenta 70 CFU, y si 90 CFU han sido contadas entonces la cifra real debe ser 235. Si el número de CFU es igual al número de orificios, la corrección muestra un valor del recuento infinito. En tal caso, se necesita reducir el tiempo de muestreo, aunque esto implica una reducción de la precisión del muestreo.

La eficiencia general de muestreo de un captador es claramente sensible a la velocidad del viento (Chung et al., 1987; Kalatoor et al., 1995), de hecho nuestros resultados confirman una reducción de las CFU detectada con un incremento de la velocidad del viento para cualquier dispositivo utilizado en el captador. Esto significa que una velocidad de flujo de 20 L/min no es quizás lo suficiente alta para evitar la turbulencia del aire que afecta al muestreo. Mientras que la velocidad del flujo de aspiración puede ser adecuada para contextos de interiores, en exteriores la velocidad del viento afecta a los resultados.

El objetivo en el segundo año de muestreo fue comparar los resultados de dos captadores portátiles sobre el mismo volumen de aire muestreado con diferente flujo de aspiración y número de orificios de entrada. La similitud de los valores de concentración registrados en los

captadores AES y Burkard 342 y 347 CFU/m³ respectivamente, y las correlaciones positivas estadísticamente significativas encontradas entre ambos captadores para la concentración total y para los tipos fúngicos mayoritarios (*Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*) pueden sugerir que ambos captadores con las características descritas sean igual de eficientes.

4.4. COMPARACIÓN POLEN ESPORAS

Se ha registrado una concentración media total de 140 granos/m³ y de 1954 esporas/m³. Estos resultados están en consonancia con los consultados. Lee et al. (2006) registraron concentraciones medias diarias de 71 granos/m³ y 1182 esporas/m³, mientras que Tormo et al. (2002) encontraron concentraciones totales medias diarias de 299 granos/m³ y de *Cladosporium* de 1307 esporas/m³. La elevada concentración de polen de este último trabajo puede deberse a que en los 6 días muestreados, desde febrero hasta julio, las concentraciones fuesen más elevadas de lo normal.

4.5. COMPARACIÓN ESPORAS-COLONIAS DE HONGOS

Las concentraciones totales de esporas en medios no viables y viables fueron 1811 y 2074 esporas/m³, y 206 y 344 CFU/m³ en el primer y segundo año, respectivamente. Los rangos de concentraciones totales de esporas fúngicas fueron 93-7534 esporas/m³ en el primer año y 102-10313 esporas/m³ en el segundo año de muestreo. Los rangos de los hongos viables fueron 5-2590 y 0-1839 CFU/m³ en ambos años. Adhikari et al. (2004) encontraron rangos similares para ambos métodos, con mayores niveles máximos en el presente trabajo, 82-2365 esporas/m³ y 156-2022 esporas/m³ en ambos años respectivamente. Los rangos de la concentración viable encontrados fueron 72-1796 CFU/m³ y 155-1256 CFU/m³ en ambos años respectivamente.

Los máximos de concentraciones de *Cladosporium* y *Alternaria* para métodos no viables y viables han sido 303 esporas/m³ y 119 CFU/m³, y 6757 esporas/m³ y 743 CFU/m³ respectivamente. Pyrrì & Gosti (2007) encontraron resultados similares con máximos de concentración total de 3175 esporas/m³, de *Cladosporium* de 2565 esporas/m³ y de *Alternaria* de 280 esporas/m³, 2435 CFU/m³ para el total, 2169 CFU/m³ para *Cladosporium* y 180 CFU/m³ para *Alternaria*. Por lo tanto, se muestra la menor concentración registrada por los métodos viables, lo cual nos indica la subestimación de estos métodos.

Con respecto a las variaciones mensuales de la concentración total, el captador Burkard fijo registró grandes concentraciones desde abril a noviembre, con el máximo en octubre. En relación a las variaciones encontradas en el captador viable, se encontró una variación más leve

con dos máximos, uno entre marzo y junio, y otro entre octubre y diciembre. Similares tendencias fueron encontradas en otros países europeos (Ebner et al., 1989; Filipello-Marchisio et al., 1997; Larsen & Gravesen, 1991, Pyrrri & Gotsi, 2007).

El captador no viable registró más esporas que colonias en el viable como encontraron Burge et al. (1977), Adhikari et al. (2004) y Pyrrri & Gotsi, (2007) en sus estudios comparativos de ambos métodos. Como afirmaron Pyrrri & Gotsi (2007), la diferencia se puede deber a varias razones; varios grupos de hongos, sobre todo pársitos, que no crecen en medios de cultivo sólo aparecen en medios no viables. La pérdida de viabilidad en un alto porcentaje de esporas puede también explicar el número reducido. Kramer & Prady (1968) indicaron una pérdida de 20-94% de viabilidad de esporas fúngicas comunes en el aire. La toma de muestras de esporas en el portaobjetos registra todas las esporas con independiencia de su viabilidad, mientras que la toma de muestras en las placas sólo registra las esporas viables. En consecuencia, el último método subestima su número real en aire.

Los tipos *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Alternaria* fueron los constituyentes más abundantes de los hongos como han encontrado otros trabajos realizados en países mediterráneos (Pyrrri & Gotsi, 2012). De todos ellos, *Cladosporium* predominó, siendo el tipo más importante en cuanto a prevalencia en el recuento total y es el principal tipo en otras regiones europeas (Ebner et al., 1989, 1992; Filipello-Marchisio & Airaudi, 2001; Filipello-Marchisio et al., 1997; Infante et al., 1999b; Stepalska et al., 1999; Stepalska & Wolek, 2005; Pyrrri & Gotsi, 2007).

En los captadores viables con respecto a los no viables se subestima considerablemente la concentración de esporas de *Cladosporium* desde abril hasta noviembre. Pyrrri & Gotsi (2007) apuntaron a la elevada temperatura y la intensa radiación solar durante los meses de verano como factores que pueden reducir la viabilidad de las paredes relativamente delgadas de las esporas.

El tipo *Alternaria* es también otro tipo fúngico predominante. La concentración de esporas de este tipo mostró variaciones estacionales, con incrementos desde mayo hasta octubre en el captador no viable, mientras que en el captador viable se registraron dos picos máximos, uno desde mayo a julio y otro en octubre. Este resultado está en consonancia con las variaciones que han sido publicadas en otras regiones (Ángulo-Romero et al., 1999; Corden & Millington, 2001, Filipello-Marchisio & Airaudi, 2001; Infante et al., 1999, Pyrrri & Gotsi, 2007). La subestimación de la concentración de esporas en los captadores viables se limita al periodo de verano. Como en el caso anterior, la viabilidad de las paredes gruesas puede estar afectada por la intensa radiación solar.

Los tipos *Aspergillus* y *Penicillium*, por separado, fueron identificados por separado sólo con el método viable. Los conidos de las especies de estos géneros fueron identificados como tipo *Aspergillus-Penicillium* con el método no viable debido a que son morfológicamente indistinguibles. Este es un claro ejemplo que muestra la principal desventaja del método no viable, la imposibilidad de resolver la identificación del tipo de *Penicillium* y *Aspergillus*. Para el tipo *Aspergillus-Penicillium* no se ha encontrado un modelo estacional definido. En el captador viable se han encontrado incrementos de *Aspergillus* en otoño y de *Penicillium* en primavera y otoño. En el caso del captador no viable, se han encontrado incrementos suaves en mayo y significativos en octubre. Ebner et al. (1989) encontraron incrementos de concentraciones de *Penicillium* en primavera y otoño y para *Aspergillus* en otoño.

Las levaduras son un componente frecuente de micobiota aerovagante registrada en métodos viables, sin embargo no son detectadas en métodos no viables. Las levaduras se registraron en una concentración media elevada (19 CFU/m³), pero no mostraron un modelo estacional como ya han apuntado Ebner et al. (1989) y Filipello-Marchisio & Airaudi (2001).

La comparación de los datos diarios de las esporas obtenidas por los métodos viables y no viables mostró correlaciones estadísticamente significativas en las esporas totales, *Alternaria* y *Cladosporium*. Sin embargo, no se encontraron correlaciones en *Aspergillus-Penicillium* indicando que ambos métodos son válidos para el muestreo. Estos resultados están en consonancia con los de Pyrri & Gotsi (2007).

Entre otras variables meteorológicas, la humedad relativa mostró correlación negativa con el total de esporas en el captador no viable, y positiva con el total de esporas en el captador viable. La temperatura mostró correlación positiva con las esporas totales y los principales tipos fúngicos (*Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium*), y la velocidad del viento registró correlación negativa con el tipo *Aspergillus-Penicillium*. En otros estudios, Stepalska & Wolek (2005) para los datos meteorológicos de temperatura máxima, humedad relativa, precipitación y radiación solar encontraron un grado de correlación más fuerte. Sin embargo, la temperatura media, dirección y velocidad del viento mostraron correlaciones más débiles y, en algunos casos, la correlación no fue significativa. Pyrri & Gotsi, (2007) no estudiaron la influencia de los parámetros meteorológicos.

La diversidad fúngica en este estudio basada en el registro de esporas fúngicas por dos métodos fue dependiente de diversos factores, principalmente por la capacidad de las esporas en el aire para crecer en medios de cultivo. Sin embargo, las uredósporas y teliósporas, y las esporas de Myxomicetes son componentes comunes de la micobiota en el aire que no suelen desarrollarse en el medio de cultivo habitual. Además, el potencial de germinación de los

organismos cultivables es variable cuando se deposita sobre un medio artificial (Pyrrri & Gotsi, 2007). Las necesidades fisiológicas, así como las interacciones bióticas pueden tener un efecto en la germinación de cada spora y del desarrollo de una unidad formadora de colonia. Las ascósporas con frecuencia producen estados anamórficos y las basidiósporas por lo general producen la fase vegetativa cuando crece en medio artificial. Los hongos aerovagantes pueden ser identificados con precisión usando el medio viable, y sólo pocos géneros pueden ser reconocidos con precisión por la morfología de las esporas (Pyrrri & Gotsi, 2007). También se debe tener en cuenta la complejidad del efecto de los contaminantes atmosféricos sobre la supervivencia de bioaerosoles (Hameed et al., 2012).

Es difícil hacer comparaciones en términos de diversidad y de concentraciones de esporas debido a las diferentes metodologías utilizadas (Mallo et al., 2010), pero se ha mostrado la suficiencia experimental para los muestreos aerobiológicos (Grinn-Gofron, 2011). De acuerdo con los estudios previos, se reconoce que no hay un método universal para el muestreo continuo del aire con una determinación fiable de todos los tipos de esporas. El método volumétrico, con captadores Burkard o Lanzoni, es selectivo y menos eficaz en el caso de partículas con un diámetro inferior a 5 μm . Los métodos viables permiten de forma precisa la identificación de las esporas. Desafortunadamente, este método es también selectivo porque no todos los tipos de esporas germinan sobre el mismo sustrato. Por consiguiente, ninguno de los métodos proporciona información completa acerca de la concentración real de esporas en el aire. La solución ideal sería la de utilizar ambos métodos simultáneamente pero, en ocasiones, es difícil debido a los elevados costes (Grinn-Gofron, 2011).

Los resultados de la presente investigación están en consonancia con los estudios previos, sugiriendo que los métodos viables y no viables son actualmente complementarios en condiciones prácticas ya que supera las limitaciones de cada uno por separado, siendo un resultado más completo para el conocimiento de la microbiota del aire (Stepalska & Wolek, 2005; Pyrrri & Gotsi, 2007; Mallo et al., 2010).

5. CONCLUSIONES

5.1. GRANOS DE POLEN

- 1) Durante el periodo de muestreo de tres años en invierno y primavera se han identificado más de 40 tipos polínicos con una concentración media de 43 y 349 granos de polen/m³, respectivamente. Se ha encontrado variabilidad interanual, registrándose diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones totales medias anuales en los periodos invernales y primaverales.
- 2) No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas de la concentración media total con respecto a la altura. La ratio altura (FCt/FCj) de 16 m de la concentración media total tiene un valor de 1.02, no mostrando diferencias estadísticamente significativas, excepto en la concentración media total de *Quercus* y *Olea* en 2010 y de *Pinaceae* en 2009, además de en otros casos. La comparación en la concentración media diaria total para los tipos polínicos mayoritarios (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago*) entre los dos captadores separados en altura muestra correlaciones estadísticamente significativas.
- 3) Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas de la concentración total media diaria con respecto a la distancia. La ratio distancia (FCt/EIAt) de 2.9 km de la concentración media tiene un valor de 0.57 en invierno y 1.31 en primavera. La comparación de la concentración media diaria total para los tipos polínicos mayoritarios (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* y *Plantago*) entre los dos captadores separados en distancia muestra correlaciones estadísticamente significativas. Las diferencias pueden explicarse por la desigual abundancia de fuentes de polen de *Pinaceae*, *Cupressaceae* y *Alnus glutinosa* en relación con su proximidad a los captadores.
- 4) Los parámetros meteorológicos que muestran un número mayor de correlaciones estadísticamente significativas en los lugares estudiados han sido en invierno la temperatura media y máxima y la radiación solar, mientras que en primavera han sido la temperatura del suelo y la temperatura máxima y mínima. *Cupressaceae* en invierno y *Poaceae* en primavera han sido los tipos polínicos más correlacionados.

- 5) La coincidencia de máximas concentraciones horarias entre los dos captadores situados en el mismo lugar pero a diferente altura se registró en un 23.3% de los casos. Para los cuatro tipos primaverales estudiados las máximas concentraciones aparecieron, en promedio, primero en el jardín de la Facultad de Ciencias a nivel del suelo, a las 12:36 horas, y 0.2 (00:12) y 1.3 (1:18) horas más tarde aparecieron en las terrazas de la Escuela de Ingenierías Agrarias a 6 m y de la Facultad de Ciencias a 16 m respectivamente. El polen de *Cupressaceae* alcanzó, en promedio, los valores de máxima concentración horaria primero en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias a las 12:42 horas y 0.2 (00:12) horas más tarde en la terraza de la Facultad de Ciencias.
- 6) Para este estudio que ha analizado la variación de tres captadores en 2,9 km de distancia y 16 m de altura, incluyendo la influencia de la meteorología, en una ciudad como Badajoz, se estima que el muestreo registrado por un sólo captador puede ser representativo para toda la ciudad y alrededores, sin embargo no se debe menospreciar la distribución heterogénea de la flora localizada en determinadas zonas que puede provocar diferencias en el espectro polínico, como las registradas de *Pinaceae*, *Cupressaceae* y *Alnus glutinosa*.

5.2. ESPORAS Y COLONIAS DE HONGOS

- 7) Se han identificado 68 tipos de esporas (propágulos) y más de 80 tipos de colonias fúngicas (medios viables). Los rangos de concentraciones totales de esporas fúngicas fueron de 93 y 10313 esporas/m³ y para las colonias fueron de 5 a 2590 CFU/m³.
- 8) Para los métodos no viables se registró una concentración media de 1942 esporas/m³ encontrándose durante el verano y el otoño las concentraciones más altas y en el verano e invierno las más bajas. En el estudio no viable, las horas de sol, la humedad relativa, la radiación fotosintética activa, la radiación solar, la temperatura máxima, media, mínima y la del suelo mostraron correlaciones significativas. Los tipos *Cladosporium cladosporioides* y *C. herbarum* mostraron correlaciones estadísticamente significativas con la mayoría de los parámetros meteorológicos.
- 9) En la comparación entre el muestreo con captadores portátiles, el muestreo viable con el captador Burkard con tamiz fue más eficaz que el captador Burkard con estructura

cónica. La eficiencia no se incrementó con la adición del dispositivo de embudo. La segunda comparación, con el captador Burkard con tamiz y el Sampl'air AES presentó similar concentración. El promedio registrado fue 347 y 342 CFU/m³ respectivamente, siendo mayor en otoño y menor en verano.

- 10) Las medidas de las concentraciones de hongos en el exterior alcanzó valores máximos de más de 2500 CFU/m³, pero en promedio se registró alrededor de 340 CFU/m³, siendo mayor en otoño y menor en verano. Las concentraciones más altas de *Cladosporium* y *Alternaria* se registraron en el otoño y la más baja en verano como en invierno, mientras que *Aspergillus* y *Penicillium* registró las concentraciones más altas en invierno y las más bajas en primavera y verano.
- 11) En el primer año de muestreo se obtuvieron correlaciones negativas estadísticamente significativas entre la concentración total de colonias registradas con los captadores Burkard y la velocidad del viento. En el segundo año no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas para dichas comparaciones.
- 12) Las correlaciones estadísticamente significativas encontradas para la concentración total y para los tipos predominantes *Cladosporium* y *Alternaria*, entre los métodos no viables y los viables, indicarían que ambos tipos de muestreos son equivalentes, sin embargo, las diferencias cuantitativas entre ambos y unido a las diferencias encontradas para *Aspergillus* y *Penicillium*, indican que los muestreo viables y no viables deben ser complementarios.

6. CONCLUSIONS

6.1 POLLEN GRAINS

- 1) More 40 pollen types were identified during the sampling period of three years in winter and spring, with an average concentration of 43 and 349 grains of pollen/m³, respectively. Interannual variability was found, statistically significant differences were identified between the mean daily average pollen concentrations for winter and spring.
- 2) No statistically significant differences were found for mean daily average concentrations in relation to height. The height ratio (FCt/FCj) at 16 m of the average concentration was 1.02, showing no statistically significant differences except in the mean daily average concentration of *Quercus* and *Olea* pollen grains in 2010, and Pinaceae in 2009. Statistically significant correlations were found between the sum of daily average concentrations of the main pollen types (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* and *Plantago*) from both samplers situated at different heights.
- 3) Statistically significant differences were found for mean daily average pollen concentrations (total pollen) in relation to distance. The distance ratio (FCt/EIAt) at 2.9 km of the average concentration was 0.57 in winter and 1.31 in spring. Statistically significant correlations were found between the sum of daily average concentrations of the main pollen types (*Quercus*, *Poaceae*, *Olea*, *Pinaceae* and *Plantago*) from both samplers separated in distance. The differences can be explained by the unequal abundance of pollen sources of *Pinaceae*, *Cupressaceae* and *Alnus glutinosa* in relation to the proximity to the samplers.
- 4) The meteorological parameters, maximum daily temperature and daily solar radiation in winter, and soil temperature and maximum and minimum daily temperatures in winter, showed a great number of correlations in the areas studied with pollens concentration. *Cupressaceae* in winter and *Poaceae* in spring were the pollen types with the strongest correlations.
- 5) Maximum hourly concentrations recorded at two samplers located in the same place but at different heights were recorded at the same time in 23.3% of cases. In spring,

the highest concentrations of the four main pollen types studied were registered first at ground level in the garden at the Faculty of Science(12:36 h) , then at 0.2 (00:12 h) and 1.3 (01:18 h) hours later in the samplers of the Engineering Agrarian School, at 6 m, and the Faculty of Science, at 16 m. *Cupressaceae* pollen grains were recorded on the terrace of the Engineering Agrarian School at 12:42 h and 0.2 (00:12) h later in the Faculty of Science.

- 6) For this study, which analyzed the variation of three samplers at 2.9 km in distance and 16 m in height and included the influence of meteorological parameters in the city of Badajoz, it is it has been shown that a single sampler can be considered representative for the whole city and surroundings. However, one should not underestimate the heterogeneous distribution of flora located in certain areas that can cause differences in the pollen spectrum, as recorded for *Pinaceae*, *Cupressaceae* and *Alnus glutinosa*.

6.2 SPORES AND FUNGAL COLONIES

- 7) Sixtyeight types of fungal spores (propagules) and 80 types of fungal colonies (viable method) were identified, with ranges of total concentrations of fungal spores between 93 and 10313 spores/m³ and in viable fungi were 5 to 2590 CFU/m³.
- 8) For non-viable sampling, the mean daily average concentration of 1942 spores/m³ was recorded. Summer was the season with the highest concentrations and autumn was the lowest. In the non-viable study, hours of sunshine, relative humidity, photosynthetically active radiation, solar radiation, maximum, average and minimum daily temperatures and soil temperature showed significant correlations. *Cladosporium cladosporioides* and *C. herbarum* showed significant correlations with most of the meteorological parameters.
- 9) In the comparison between the portable samplers, sampling with viable method using a portable Burkard spore trap with sieve device was more effective than a Burkard with funnel. The second comparison, between a portable Burkard spore trap with sieve and Sampl'air AES showed similar concentrations. The daily average

concentration was 347 y 342 CFU/m³ respectively, with high concentrations in autumn and low in summer.

- 10) The outdoors concentrations of fungi reached maximum values of 2500 CFU/m³, but on average about 340 CFU/m³, being higher in summer and lower in autumn. The highest concentrations of *Cladosporium* and *Alternaria* were recorded in autumn and lowest in summer and winter, while *Aspergillus* and *Penicillium* recorded the highest concentrations in winter and lowest in spring and summer.
- 11) In the first year of sampling, wind speed affected the concentrations (total spores) in the Burkard samplers, clearly decreasing the concentrations. However, this was not recorded in the second year of sampling.
- 12) Statistically significant correlations were found for total concentration and for *Cladosporium* and *Alternaria*, among the no viable and viable methods, suggesting that both types of samplers produce equivalent results. However, the differences between both methods and differences found between *Aspergillus* and *Penicillium* indicate that viable and non-viable sampling should be complementary.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. (1985). *Introducción a la Micología*. Omega, Barcelona, 638 pp., ISBN 84-282-0747-X.
- Abdel Hameed, A.A., Khoder, M.I., Ibrahima, Y.H., Saeeda, Y., Osmana, M.E., Ghanema, S. (2012). Study on some factors affecting survivability of airborne fungi. *Science of the Total Environment*, 414:696-700.
- Abreu, I., Ribeiro, H. (2005). Allergenic pollen in the city of Porto (Portugal). *Allergy*, 60:1452-1453.
- Adhikari, A., Moon M. Sen, Gupta-Bhattacharya, S., Chanda, S. (2004). Airborne viable non-viable and allergenic fungi in a rural agricultural area of India: a 2-year study at five outdoor sampling stations. *Science of the Total Environment*, 326:123–141.
- Agashe, S., Caulton, E. (2009). *Pollen and Spores. Applications with Special Emphasis on Aerobiology and Allergy*. Science Publishers, United States of America. ISBN: 978-1-57808-532-3.
- Aira, M. J., Rojas, T. I., Jato, V. (2002). Fungi associated with three houses in Havana (Cuba). *Grana*, 41:114-118.
- Aira, M. J., Piontelli, E., Jato, V., Toro, M. A. (2003). Concentración atmosférica invernal de propágulos fúngicos en un mercado de interior de abastos en Valparaíso (Chile). *Boletín Micológico*, 18:29-37.
- Aira, M. J., Rodríguez-Rajo F. J., Jato, V. (2006). Comportamiento temporal de las mitósporas de *Cladosporium* en la atmósfera de Galicia (España). *Boletín Micológico*, 21:19-26.
- Aira, M.J.; Rodríguez-Rajo, F.J., Jato, V. Piontelli, E. (2006). Análisis cuantitativo y cualitativo de la aeromicota aislada de la Catedral de Santiago de Compostela (Galicia, España). *Boletín Micológico*, 21:27-34.
- Al-Subai, A. T. (2002). Airborne fungi at Doha, Qatar. *Aerobiologia*, 18:175–183.
- Al-Suwaine, S. S., Bahkali, A. H., Hasnain, S. M. (1999a). Seasonal incidence of airborne fungal allergens in Riyadh, Saudi Arabia. *Mycopathologia*, 145:15–22.

- Al-Suwaine, A. S., Hasnain, S. M., Bahkali, A. H. (1999b). Viable airborne fungi in Riyadh, Saudi Arabia. *Aerobiología*, 15, 121-130.
- Alcázar, P., Galán C., Cariñaos P., Domínguez-Vilches, E. (1998). Vertical variation in *Urticaceae* airborne pollen concentration. *Aerobiología*, 14:131-134.
- Alcázar P., Galán C., Cariñaos P., Domínguez-Vilches, E. (1999a). Diurnal variation of airborne pollen at two different heights. *Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 9:89:95.
- Alcázar P., Galán C., Cariñaos P., Domínguez-Vilches, E. (1999b). Effects of sampling height and climatic conditions in aerobiological studies. *Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 9:253:261.
- Alcázar, P., Comtois, P. (2000). The influence of sampler height and orientation on airborne *Ambrosia* pollen counts in Montreal. *Grana*, 39:303-307.
- Alcázar, P., Stach, A., Nowak, M., Galán C. (2009). Comparison of airborne herb pollen types in Córdoba (Southwestern Spain) and Poznan (Western Poland). *Aerobiología*, 25:55-63.
- Alergológica (1992). *Factores epidemiológicos, clínicos y socioeconómicos de las enfermedades alérgicas en España en 1992*. Editorial: Soc. Española Alergología e Inmunología Clínica y ALK-Abelló S.A. Madrid. I.S.B.N: 84-605-27492.
- Alergológica (2005). *Factores epidemiológicos, clínicos y socioeconómicos de las enfermedades alérgicas en España en 2005*. Editorial: Sociedad Española Alergología e Inmunología Clínica y Shering-Plough, Luzan S.A. Madrid. I.S.B.N: 84-7989-428-8.
- Andersen, A. A. (1958). New sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne particles. *Journal of Bacteriology*, 76:471-484.
- Angulo, R. J., Infante, García, P. F., Mediavilla, M. A, Domínguez-Vilches. E. (1993). Catálogo de los hongos aislados en el polvo acumulado en colegios de Córdoba (España). *Actas de Botánica malacitana*, 18:55-64.
- Angulo, J., Mediavilla, A., Infante, F., Domínguez-Vilches, E. (1995). Presencia de *Cladosporium* (Dematiaceae, Deuteromicetos) en la atmósfera de la ciudad de Córdoba. *Actas XI Simposio Nacional de Botánica Criptogámica*, 141-143. Santiago de Compostela, España.

- Airaudi, D., Marchisio, V.F. (1996). Fungal biodiversity in the air of Turin. *Mycopathologia*, 136:95-102.
- Arobba, D., Guido, M.A., Minale, P., Montanari, C., Placereani, S., Pracilio, S., Troise, C., Voltolini, S., Negrini, A. (2000). Airborne pollen in Genoa (NW-Italy): a comparison between two pollen-sampling stations. *Aerobiologia*, 16:233-243.
- Armentia, A., Hernández, N., Castrodeza, J., Vaquero, J.L., López-Encinar, P., Rodrigo, P. (2007). Epidemiología de las enfermedades alérgicas. In: Peláez, A., Dávila I.J. (Eds). *Tratado de Alergología*. Sociedad Española de Alergología e Inmunología clínica (SEAIC). Ergón, Madrid. 5: 67-79. ISBN: 978-84-8473-576-2.
- Asensio, T., Armentia, A., Arranz, M.L., Callejo, A., Rebollo, S., Sedano, E. (2003). ¿Influye la altura de la vivienda en la sensibilización a pólenes? *Alergología e Inmunología Clínica*, 18:13-16.
- Atencia, R., Bernedo, N., Ansótegui, I. (2007). Inflamación, complemento y reacciones de hipersensibilidad. In: Peláez, A., Dávila, I.J. (Eds). *Tratado de Alergología*. Sociedad Española de Alergología e inmunología clínica (SEAIC). Ed. Ergón. Madrid. 4:55-65. ISBN: 978-84-8473-576-2.
- Augustowska, M., Dutkiewicz, J. (2006). Variability of airborne microflora in a hospital Ward within a period of one year. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 13:99-106.
- Bagni, N., Charpin, H., Davies, R.R., Nolard, N., Stix, E. (1976). City sore concentrations in the European Community (ECC). *Clinical Allergy*, 6:61-68.
- Bashan, Y., Levanony, H., Or, R. (1991). Wind dispersal of *Alternaria alternata*, a cause of leaf blight of cotton. *Journal of Phytopathology*, 133:225-238.
- Ballero, M., de Gioannis, E., Goretti, G., Lombardini, S., Frenguelli, G. (1990). Comparative study about airborne spore in Cagliari and Perugia. *Aerobiologia*, 8:141-147.
- Belmonte, J., Roure, J. M. (1991). Characteristics of the aeropollen dynamics at several localities. *Grana*, 30:364-372.
- Belmonte, J., Alarcón, M., Ávila, A., Scialabba, E., Pino, D. (2008). Long-range transport of beech (*Fagus sylvatica* L.) pollen to Catalonia (north-eastern Spain). *International Journal of Biometeorology*, 52:675–687.

- Bergamini, B. M., Grillenzoni, S., Andreoni, A. D., Natali, P., Ranzi, A., Bertolani M. F. (2004). *Alternaria* spores at different heights from the ground. *Allergy*, 59:746-752.
- Bouza, E., Peláez, T., Pérez, J. (2002). Demolition of a hospital building by controlled explosion: the impact on filamentous fungal load in internal and external air. *Journal of Hospital Infection*, 52:234-242.
- Brown, H. M., Jackson, F.A. (1978). Aerobiological studies based in Derby. Simultaneous pollen and studies at eight sites within a 60 km radius. *Clinical and Experimental Allergy*, 8:599-609.
- Brooks, J., Shaw, G. (1970). Recent developments in the chemistry, biochemistry, geochemistry and post-tetrad ontogeny of sporopollenins derived from pollen and spore exines. In: Heslop-Harrison, J. (ed). *Pollen: development and physiology*. Butterworths London. 99-114.
- Bryant, R.B., Emberlin, J.C., Norris-Hill, J. (1989). Vertical variation in pollen in North-Central London. *Aerobiología*, 5:123-137.
- Buczynska, A., Cyprowski, M., Piotrowska, M., Szadkowska-Stánczyk, I. (2007). Indoor moulds: Results of the environmental study in office rooms. *Medycina Pracy*, 58:521-525.
- Buczynska, A., Sowiak, M., Szadkowska-Stánczyk, I. (2008). Occupational exposure to mesophilic microorganisms associated with commercial processing of compost for mushroom production. *Medycyna Pracy*, 59:373-379.
- Burge, H., Boise, J., Rutherford, J., Solomon, W. (1977). Comparative recoveries of airborne fungus spores by viable and non-viable modes of volumetric collection. *Mycopathologia*, 61:27-33.
- Burge, H. (2002). An update on pollen and fungal spore aerobiology Original Research Article. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110, 4:544-552.
- Bustos, I., Angulo, J., Domínguez-Vilches, E. (2000). Caracterización aeromicológica de la atmósfera del Parque Natural de la Sierra Norte de Hornachuelos (Córdoba): Correlación con los parámetros meteorológicos. *Actas del XIII Simposio de la asociación de Palinólogos en Lengua Española (APLE)*. Septiembre 2000, Cartagena, España.

- Buters, J.T., Weichenmeier, M.I., Ochs, S., Pusch, G., Kreyling, W., Boere, A.J.F., Schober, W. Behrendt, H. (2010). The allergen Bet v1 in fractions of ambient air deviates from birch pollen counts. *Allergy*, 65:850-858.
- Caeiro, E., Brandão, R., Carmo, S., Lopes, L., Morais de Almeida, M., Gaspar, Â., Ferraz, J., Todo-Bom, A., Leitão, T., Nunes, C. (2007). Rede Portuguesa de Aerobiologia. Resultados da monitorização do pólen atmosférico (2002-2006). *Revista Portuguesa Imunoalergologia*, 15:235-250.
- Cakmak, S, Dales, R.E., Coates, R. (2011). Does air pollution increase the effect of aeroallergenes on hospitalation for asthma? Original Research Article. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129:228-231.
- Caramiello, R., Polini, V., Siniscalco, C., Mincigrucci, G., Romano, B., Frenguelli, G., Bricchi, E. (1985). Comparison between airborne pollens in Torino and Perugia (Italy) 1982-83-84. *Aerobiología*, 1:39-45.
- Cárdaba, B. (2007). Genética y medio ambiente. In: Peláez, A., Dávila, I.J. (Eds). *Tratado de Alergología*. Sociedad Española de Alergología e inmunología clínica (SEAIC). Ed. Ergón. Madrid. 3:39-53. ISBN: 978-84-8473-576-2.
- Cariñanos, P., Emberlin, J., Galán, C., Domínguez-Vilches, E. (2000). Comparison of two pollen counting methods of slides from a hirst type volumetric trap. *Aerobiología*, 16: 339-346.
- Cariñanos, P., Alcázar, P., Galán, C., Domínguez-Vilches, E. (2002). Privet pollen (*Ligustrum* sp.) as potential cause of pollinosis in the city of Cordoba, southwest Spain. *Allergy*, 57: 1-7.
- Caulton, E., Aitken, W, Rashid, N. (1998). Aerobiological aspects of elm (*Ulmus* sp.) in South-East Scotland in relation to elm decline from Dutch elm disease (1976-1996). *Aerobiología*, 14:147-153.
- CE (2005). Comisión Europea. Image 2000 and CLC2000. Products and Methods. Vanda Nunes de Lima, M., European Commision, Joint Research Centre (DG JRC), Institute for Environment and Sustainability, Land Management Unit, I-21020 Ispra (VA), Italy. 1-152.
- Chanda, S. (1991). Presidential address: aerobiology-science in progress. *Grana*, 30:5-8.

- Chakraborty, S., Kumar Sen S., Bhattacharya, K. (2000). Indoor and outdoor aeromycological survey in Burdwan, West Bengal, India. *Aerobiologia*, 16:211–219.
- Chakraborty, P., Gupta-Bhattacharya, S., Chowdhury, I., Majumdar, M.R., Chanda, S. (2001). Differences in concentrations of allergenic pollens and spores at different heights on an agricultural farm in west Bengal, India. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 8:123–130.
- Chapman, M.D. (1998). In: Roitt, I.M., Delves, P.J. (eds). *Encyclopedia of Immunology*. Academic Press, London. 2° ed. 1:1-6.
- Charco, J., Devesa, J.A., Ortega, A. (2008). *Árboles y arbustos autóctonos de Extremadura*, 1:7-12. Centro de Investigaciones Ambientales del Mediterráneo (CIAMED). Ciudad Real.
- Chung, K. Y. K., Ogden, T. L., Vaughan, N. P. (1987). Wind effects on personal dust samplers. *Journal of Aerosol Science*, 18:159–174.
- Comtois, P., Marcoux, N. (1999). An indoor air model. *Aerobiologia*, 15:115–120.
- Comtois, P., Alcázar, P., Nerón, D. (1999). Pollen counts statistics and its relevance to precision. *Aerobiologia*, 15:19-28.
- Corden, J.M., Stach, A., Millington, W.M. (2002). A comparison of *Betula* pollen seasons at two European sites; Derby, United Kingdom and Poznan, Poland (1995–1999). *Aerobiologia*, 18:45-53.
- Corden, J.M., Millington, W.M., Mullins, J. (2003). Long-term trends and regional variation in the aeroallergen *Alternaria* in Cardiff and Derby UK – are differences in climate and cereal production having an effect? *Aerobiologia*, 19: 191-199.
- Corden, J. M., Millington, W. M. (2005). Long term trends in outdoor *Aspergillus/Penicillium* spores concentrations in Derby, UK from 1970 to 2003 and a comparative study in 1994 and 1996 with the indoor air of two local houses. *Aerobiologia*, 21:105-113.
- Corominas, M. (2005). Las reacciones inmunológicas producidas por hongos. In: *Curso de Formación Médica continuada on-line Micología y Alergia*. Laboratorio Leti.
- Cotos-Yáñez, T.R., Rodríguez-Rajo, F.J., Pérez-González, A., Aira, M.J., Jato, V. (2012). Quality control in aerobiology: comparison different slide reading methods. *Aerobiologia*, en prensa.

- Crotzer, V., Levetin, E. (1996). The aerobiological significance of smut spores in Tulsa, Oklahoma. *Aerobiologia*, 12:177-184.
- Currie, A.J., Stewart, G.A., Mc William, A.S. (2000). Alveolar macrophages bind and phagocytose allergen-containing pollen starch granules via C-type lectin and integrin receptors: implications for airway inflammatory disease. *The Journal of Immunology*; 164:3878-3886.
- D'Amato, G., Spiekma, F.M., Liccardi, G., Jager, S., Russo, M., Kontou-Fili, K., Nikkels, H., Wüthrich, B., Bonini, S. (1998). Pollen-related allergy in Europe. *Allergy*, 53:567-578.
- D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini, C. Nunes, I. Annesi-Maesano, H. Behrendt, G. Liccardi, T. Popov, P. van Cauwenberge (2007). Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, 62:976-990.
- de Antoni, B. C., Valencia, R.M., Vegamini, S., Fernández, D. (2006). Fungal spores prevalent in the aerosol of the city of Caixas do Sul, rio Grande do Sul, Brazil, over a 2-year. *Aerobiologia*, 22: 119-126.
- de Hoog, G.S., Guarro, J. Gensé, J., Figueras, M.J. (2002). *Atlas of clinical fungi*. 2º Ed. Centraal bureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands.
- de Linares, C., Belmonte, J., Canela, M., Díaz de la Guardia, C., Alba, F., Sabariego, S., Pérez, S. (2010). Dispersal patterns of *Alternaria* conidia in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150:1491-1500.
- Devesa, J. A., Ruiz, T. (1995). Vegetación y Flora. In: Devesa, J.A. (Ed.) *Vegetación y Flora de Extremadura*. 79-115. Universitas. Badajoz. ISBN: 84-88938-03-9.3.
- Díaz, M.R., Iglesias I., Jato, V. (1997). Airborne concentrations of *Botrytis*, *Uncinula* and *Plasmopara* spores in a vineyard in Leiro-Ourense (N.W. Spain). *Aerobiologia*, 13: 31-35.
- Díaz, M.R., Iglesias, I., Jato, V. (1998). Seasonal variation of airborne fungal spores concentrations in a vineyard of Northwest Spain. *Aerobiología*, 14: 221-227.
- Díaz, G., Tormo, R., Silva, I., Muñoz, A. (2001). Esporas de *Cladosporium* y *Alternaria* en la atmósfera de la ciudad de Cáceres. *Palinología, diversidad y aplicaciones*. 277-286. Secretariado de publicaciones. Universidad de León.

- Díaz, C., Alba, F., Trigo, M. M., Galán, C., Ruíz, L., Sabariego S. (2003). Aerobiological analysis of *Olea europaea* L. pollen in different localities of southern Spain. *Grana*, 42:234-243.
- Díaz, T.E., Fernández, M.C., Fernández, J.A. (2004). *Curso de Botánica*. Ediciones Trea. Gijón. ISBN: 84-9704-113-5.
- Díez, H.A., Sabariego, R.S., Bustillo, M.G., Cervigón, M.P. (2006). Study of airborne fungal spores in Madrid. *Aerobiología*, 22:135-142.
- Directiva 90/679/CEE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Directiva 2000/54/CE, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Docampo, S., Recio, M., Trigo, M.M., Melgar, M., Cabezudo, B. (2007). Risk of pollen allergy in Nerja (southern Spain): a pollen calendar. *Aerobiología*, 23:189-199.
- Domínguez, E., Ubera, J.L., Galán, C. (1984). *Polen alergógeno de Córdoba*. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. Córdoba.
- Ebner, M. R., Haselwandter, K., Frank, A. (1989). Seasonal fluctuations of airborne fungal allergens. *Mycological Research*, 92:170-176.
- Echlin, P. (1970). The role of the tapetum during microsporogenesis of Angiosperms. In: Heslop-Harrison, J. (Ed). *Pollen: development and physiology*. 41-61. Butterworths London.
- Ekeboom, A., Nilsson, S., Saar, M., van Hage-Hamsten, M. (1997). Airborne pollen concentrations of allergenic types in Estonia and Sweden 1990-1996. *Grana*, 36:366-372.
- El Ghazaly, G., El Ghazaly, P.K., Larsson, K.A., Nilsson, S. (1993). Comparison of airborne pollen grains in Huddinge and Stockholm, Sweden. *Aerobiología*, 9:93-67.
- Elliott Horner, W., Levetin, E., Lehrer, S.B. (1993). Basidiospore allergen release: Elution from intact spores. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 92, 2:306-312.
- Ellis, M.B. (1993). *Dematiaceous Hyphomycetes*. International Mycological Institute. Surrey, England.

-
- Emberlin, J., Jones, S., Bailey, J., Caulton, E., Cordon, J., Dubbels, S., Evans, J., McDonagh, N., Mullins, J., Russel, R., Spencer, T. (1994). Variation in the start of the grass pollen season at selected sites in the United Kingdom, 1987–1992. *Grana*, 33:94–99.
 - Emberlin, J. (1997). Grass tree and weed pollens. En *Allergy and Allergic Diseases*. Kay, A.B. (ed). Vol. 2, Blackwell Science.
 - Emberlin, J. (1999a). Aerobiology, Aerodynamics and particle sampling: an introduction. En: Galán, C, Spiekma, F.Th. M., Alcázar, P. & Cariñanos, P. (eds.). IV European Course on Basic Aerobiology (FECBA), Universidad de Córdoba.
 - Emberlin, J., Mullins, J., Cordon, J., Jones, S., Millington, W., Brooke M. Savage M. (1999b). Regional variations in grass pollen seasons in the UK, long term trends and forecast models. *Clinical and Experimental Allergy*, 29:347–356.
 - Emberlin, J., Jäger, S., Domínguez, E., Galán, C., Hodal L., Mandrioli P., Rantio Lehtimaki A., Savage M., Spiekma F.T., Bartlett, C. (2000). Temporal and geographical variations in grass pollen seasons in areas of western Europe: And analysis of season dates at sites of the European pollen information system. *Aerobiologia*, 16:373–379.
 - Escuredo, O., Seijo, M.C., Fernández, M., Iglesias, I. (2011). Effects of meteorological factors on the levels of *Alternaria* spores on a potato crop. *International Journal of Biometeorology*, 55:243-252.
 - Eversmeyer, M., Kramer, C. L. (1987). Single versus multiple sampler comparisons. *Grana* 26:109-112.
 - Faure, O., Frickerm H, Lebeaum, B., Mallaret, M.R., Ambroise, P., Grillot, R. (2002). Eight year surveillance of environmental fungal contamination in hospital operating rooms and haematological units. *Journal of Hospital Infection*, 50:155-160.
 - Feo, F., Galindo, P.A., García R., Gómez E., Fernández, F., Fernández, R., A. Delicado, A. (1998). Pólenes alergénicos en Ciudad Real: Aerobiología e incidencia Clínica. *Revista Española de Alergología e Inmunología Clínica*, 13:79-85.
 - Fernandes, F. M., Tormo, R., Mendonça de Carvalho. L. M. (2010) Aeropalynological assessment of Beja (South Portugal) *Revista Portuguesa de Imunoalergologia*, 18(5):419-429

- Fernández, G., Devesa, J.A. (1990). *Guía de los árboles y arbustos de de parques y jardines de Badajoz*. 203. Concejalía de Cultura del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz. ISBN: 87762-00-X.
- Fernández, D., Valencia, R.M., Mólnar, T., Vega, A., Sagües, E. (1998). Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne soores in León (North-West, Spain). *Aerobiologia*, 14:215-220.
- Fernández-Rodríguez, S. (2010a). *Esporas de hongos y granos de polen potencialmente alergógenos presentes en el interior y exterior de un hospital*. Trabajo de grado. Universidad de Extremadura.
- Fernández-Rodríguez, S., Silva, I., Tormo, R., Gonzalo, A. (2010b). Differences in aerobiological sampling to height and distance of the samplers. *Actas de XVII Internacional Symposium APLE*. Ourense, España.
- Fernández-Rodríguez, S., Tormo, R., Silva P., I., Gonzalo, A. (2011a). Two sampling methods for the Petri dish detection of airborne fungi. *Grana*, 50:202-207.
- Fernández-Rodríguez, S., Maya, J.M., Ortega, A., de Tena, D., Silva, I., Gonzalo, M.A., Tormo, R. (2011b). Evaluating fungi indoor presence in homes through viable and non-viable sampling. *Boletín Micológico*, 26:2-9.
- Filioti, I., Panagopoulou, P., Farmaki, E., Pavlidou, E., Dotis, J., Roilides, E. (2002). Air fungal load in three high-risk departments of a tertiary hospital. *International Journal of Infections Diseases*, 6, 48. (Abstract).
- Filipello-Marchisio, V. Airudi, D., Brachi, C. (1997). One-year monitoring of airborne fungal community in a suburb of Turin (Italy) and assement of its functional relations with the environment. *Mycological Research*, 101:821-828.
- Filipello-Marchisio, V., Airudi, D. (2001). Temporal trends of the airborne fungi and their functional relations with the environment in a suburban site. *Mycologia*, 93:831-840.
- Fiorina, A., Mincarini, M., Sivori, M., Scordamaglia, A., Canonica, G.W., Bricchetto, L. (1999). Aeropollinic sampling at three different heights by personal volumetric collector (Partrap FA 52). *Allergy*, 54:1309-1315.
- Fitt, B., Mc. Cartney, H. (1986). Spore dispersal in relation to epidemic models. *Disease Spread*, 311-345.

- Fitt, B.D.L., Mc Cartney, H.A., Walklate, P.J. (1989). The role of rain in dispersal of inoculum. *Annual Review of Phytopathology*, 27:241-270.
- Font, I. (1983). Climas regionales. In: *Climatología de España y Portugal*, 163-182. Servicio de Publicaciones de la Secretaría General y Técnica del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid. ISBN: 84-500-9467-4
- Fornaciari, M., Bricchi, E., Frenguelli, G., Romano, B. (1996). The results of 2-years pollen monitoring of an urban network in Perugia, Central Italy. *Aerobiología*, 12:219-227.
- Fornaciari, M., Pieroni, L., Ciuchi, P., Romano, B. (1998). A regression model for the start of pollen season in *Olea Europaea*. *Grana*, 37:110-113.
- Fornaciari, M., Romano, B., Galán C., Mediavilla, A., Domínguez, E. (2000). Aeropalynological and phenological study in two different Mediterranean olive areas: Córdoba (Spain) and Perugia (Italy). *Plant Biosystems*, 134:199-204.
- Fornaciari, M., Pieroni, L., Orlandi, F., Romano, B. (2002). A new approach to considerer the pollen variable in forecasting yield models. *Economic Botany*, 56:66-70.
- Fountain, D.W. (2002). Pollen and inhalant allergy. *Biologist*, 49: 5-9.
- Frenguelli, G. (1998). The contribution of aerobiology to agriculture. *Aerobiología*, 14:95-100.
- Frenz, D.A, Melcher, S.E., Murray, L.W., Sand, R.E. (1997). A comparison of total pollen counts obtained 5.6 km apart. *Aerobiología*, 13:205-208.
- Galán, C., Tormo, R., Cuevas, J. Infante, F., Dominguez, E. (1991). Theoretical daily variations patterns of airborne pollen in the South-West of Spain. *Grana*, 30:201-209.
- Galán, C., Alcázar, P., Domínguez, E., Villamandos de la Torre, F., Infante, F. (1995a). Airbone pollen grain concentrations at two different heights. *Aerobiología*, 11:105-109.
- Galán, C., Emberlin, J., Domínguez, E., Bryant, R., Villamandos, F. (1995b). A comparative analysis of daily variations in the *Gramineae* pollen counts at Cordoba, Spain and London, UK. *Grana*, 34:189-198.
- Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., Domínguez, E. (2007). Spanish aerobiology network (REA): *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Córdoba. ISBN: 978-84-690-6354-5.

- Galán, C. (2010). Quality control working group, European Aerobiology Society (EAS). *Actas de XVII Internacional Symposium APLE*. Ourense.
- García-Mozo, H. (2002a). *Optimización de modelos predictivos a corto y largo plazo de Quercus en distintas zonas climáticas españolas*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- García-Mozo, H., Galán, C., Aira, M.J., Belmonte, J., Díaz de la Guardia, C., Fernández, D., Gutiérrez-Bustillo, A.M., Rodríguez-Rajo, F.J., Trigo, M.M., Domínguez, E. (2002b). Modelling start of oak pollen season in different climatic zones in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 110:247-257.
- García-Mozo, H., Chuine, I., Aira, M. J., Belmonte, J., Bermejo, D., Díaz de la Guardia, C., Elvira, B., Gutiérrez-Bustillo, M., Rodríguez-Rajo, F.J., Ruiz, L., Trigo, M.M. Tormo, R., Valencia, R., Galán, C. (2008). Regional phenological models for forecasting the start and peak of the *Quercus* pollen season in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148:372-380.
- Geagea, L., Huber, L., Sache, I., Flura, D., McCartney, H. A., Fitt, B. D. (2000). Influence of simulated rain on dispersal of rust spores from infected wheat seedlings. *Agricultural and Forest Meteorology*, 101:53-66.
- Gestión Farmacéutica del Servicio Extremeño de Salud. Gobierno de Extremadura (2012).
- Gioulekas, D., Papakosta, D., Damialis, F., Spieksma, F., Giouleka, D., Patakas, D. (2004). Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy*, 59:174-184.
- Giorato, M., Bordin, A., Gemignani, C., Turatello, F., Marcer, G. (2003). Airborne pollen in Padua (NE-Italy): a comparison between two pollen samplers. *Aerobiología*, 19:129-131.
- Goldberg, R.B., Beals, T.P., Sanders, P.M. (1993). Anther development: basic principles and practical applications. *Plant Cell*, 5:1217-1229.
- Gonzalo, M., Paredes, M., Muñoz, A., Tormo, R., Silva, I. (1996). Estudio aeromicológico de la ciudad de Badajoz: periodos de mayo a agosto de 1993 y 1994. *Revista Española de Alergología e Inmunología Clínica*, 11:188-194.
- Gonzalo, A., Tormo, R., Muñoz, A., Silva, I. (2006). Differences in the spatial distribution of airborne pollen concentrations at different urban locations within a city. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 16:37-43.

-
- González, F.J., Candau, P. (1996). Estudio aerobiológico del polen de *Olea europaeae* L. en Huelva, años 1989-1994. *Botánica Complutensis*, 21:75-85.
 - González, F. J., Candau, P., Morales, J. (1997). Análisis del polen atmosférico de Mérida: Calendario polínico y reflejo del paisaje vegetal. *Studia Botánica*, 16:23-43.
 - Gottardini, E., Cristofolini, F. (1997). Spring airborne pollen data in two sites in Trentino (Northern Italy): a comparison with meteorological data. *Aerobiologia*, 13:199-204.
 - Govi, G. (1992). Aerial diffusion of phytopathogenic fungi. *Aerobiologia*, 8, 84-93.
 - Green, J., Mitakakis, Z., Tovey, R. (2003). Allergen detection from 11 fungal species before and after germination. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 111, 2:285-289.
 - Green, J., O'Meara, T., Sercombe, J., Tovey, E. (2006). Measurement of personal exposure to outdoor aeromycota in northern New South Wales, Australia. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 13:225-234.
 - Gregory, P.H. (1973). *The microbiology of the atmosphere*. Clarke, Doble & Brendon Ltd, Plymouth.
 - Greiner, A. N., Hellings, P.W., Rotiroti, G., Scadding, G.K. (2012). Allergic rhinitis. *The Lancet*, 378:2112-2122.
 - Grinn-Gofroń, A., Strzelczak, A. (2008). Artificial neural network models of relationships between *Alternaria* spores and meteorological factors in Szczecin (Poland). *International Journal of Biometeorology*, 52:859-868.
 - Grinn-Gofroń, A. (2011). Airborne *Aspergillus* and *Penicillium* in the atmosphere of Szczecin, (Poland) (2004–2009). *Aerobiologia*, 1:67-76.
 - Gutiérrez-Bustillo, M., Sáenz, C., Cervigón, P., Aránguez, E. (2001). Atlas y Calendario polínico de la Comunidad de Madrid. En: *Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid. Documentos Técnicos de Salud Pública*. Gutiérrez-Bustillo, M. (eds.). Nº 70: 57-203. CL. ISBN: 84-451-2018.
 - Gutiérrez-Bustillo, M., Cervigón, P., Pertíñez, C. (2002). Aerobiología en Madrid. Estación de Ciudad Universitaria (2000-2001). *Boletín REA*, 7:225-230.
 - Hart, M.L., Wentworth, J.E., Bailey, J.P. (1994). The effects of trap height and weather variables on recorded pollen concentration at Leicester. *Grana*, 33:100-103.

- Hardin, B. D, Kelman B. J., Saxon A. (2003). Adverse human health effects associated with molds in the indoor environment. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 45:470-478.
- Hasnain, S. M., Al-Frayh, A. S., Al-Suwaine, A., Gad-El-Rab, M. O., Harfi, H. A., Al-Sedairy, S. (1995). Allergenic implication of airborne *Ulocladium* in Saudi Arabia. *Grana*, 34:70-76.
- Hasnain, S. H., Al-Frayh, A. S., Al-Suwaine, A., Gad-El-Rab, M. O., Fatima, K., Al-Sedairy, S. (2004). *Cladosporium* and respiratory allergy: Diagnostic implications in Saudi Arabia. *Mycopathologia*, 157:171-179.
- Henningson, E.W., Ahlberg, M. S. (1994). Evaluation of microbiological aerosol samplers: A review. *Journal of Aerosol Science*, 25:1459-1492.
- Hernández, F., Muñoz, A.F. Silva, I., Tormo, R. (1999) Dispersión de propágulos de hongos fitopatógenos de la vid en Mérida. *XX Jornadas de Viticultura y Enología, Tierra de Barros, Cultural Santa Ana*, 71-78.
- Hernández, F., (2005) *Estudio aeromicológico de la ciudad de Mérida*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- Hernández-Ceballos, M., García-Mozo, H., Adame, J., Domínguez, E., de la Morena, B, Bolívar, J., Galán, C. (2011). Synoptic and meteorological characterisation of olive pollen transport in Córdoba province (south-western Spain). *International Journal of Biometeorology*, 55:17-34.
- Herrero, B., Fombella, B.M., Fernández, D. Valencia, B.R. (1996). Aerobiological study of fungal spores from Palencia (Spain). *Aerobiología*, 12:27-35.
- Heslop-Harrison, J. (1970). The pollen wall: structure and development. In: Heslop-Harrison, J. (Ed). *Pollen: development and physiology*. 75-98. Butterworths London.
- Hirst, J.M. (1952). An automatic sporetrap. *Annals of Applied Biology*, 36: 257-265.
- Hirst, J.M., Stedman, O.J., Hurst, G.W. (1967). Long distance spore transport: spore concentration in vertical sections over the sea. *Journal General of Microbiology*, 48:357-377.
- Hirst, J.M. (1991). Aerobiology in plant pathology. *Grana*, 30:35-30.
- Hjemroos, M. (1993). Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables: *Cladosporium* and *Alternaria*. *Grana*, 32:40-47.

- Ho, H.M., Rao, Y.C., Hsu, H.H., Chiu, H.Y., Liu, M.C., Chao, J.M. (2005). Characteristics and determinants of ambient fungal spores in Hualien, Taiwan. *Atmospheric Environment*, 39:5839-5850.
- IAA (2010). *International Aerobiology Newsletter*, 68. ISBN: 0357451.
- Iglesias, I., Rodríguez-Rajo, F. J., Méndez, J. (2007). Evaluation of the different *Alternaria* prediction models on a potato crop in A Limia (NW of Spain). *Aerobiologia*, 23:27-34.
- INE, Instituto Nacional de Estadística. *www.ine.es* (2012).
- Ingold CT: *Fungal Spores: their Liberation and Dispersal*. Clarendon Press, Oxford 1971.
- Irdi, G.A., Jones, J.R., White, C.M. (2001). Pollen and fungal spore sampling and analysis. Statistical evaluations. *Grana*, 41:44-47.
- Ismail, M.A.; Abdel-Hafez, S.I.I. Moharam, A.M. (2002). Aeromycobiota of western desert of Egypt. *African Journal of Science and Technology*, 3:1-9.
- Jacobs, W. C. (1951). Aerobiology. In: *Compendium of Meteorology*. American Meteorological Society, Boston. 11: 03-11.
- Jäger, S., Nilsson. S., Berggren, B., Pessi, A.-M., Helander, M., Ramfjord, H. (1996). Trends of some airborne tree pollen in the Nordic countries and Austria, 1980-1993. A comparison between Stockholm, Trondheim, Turku and Vienna. *Grana*, 35:171-178.
- Jato, V. (1998). La Asociación Española de Aerobiología (AEA). *Boletín REA*, 4:15.
- Jato, V., Rodríguez-Rajo, F.J., Alcázar, P., De Nuntiis, P., Galán, C., Mandrioli, P. (2006). May the definition of pollen season influence aerobiological results. *Aerobiologia*, 22:13-25.
- Jensen, P. A., Schafer, M. P. (1994). Sampling and characterization of bioaerosols. In: Schlecht, P. C., O'Connor, P.F. (Eds). *NIOSH Manual of analytical methods*. 94-113. Atlanta: DHHS (NIOSH) Publication, CDC.
- Jia, G, L., Xiaodong, H.A. Owen, D. (2008). Signaling of cell fate determination by the TPD1 small protein and EMS1 receptor kinase. *Proceeding of the National Academy of the Sciences of the United States of America*, 105:2220-2225.

- Johansson, S.G.O., Hourihane, O'B., Bousquet J., Bruijnzeel-Koomen, J., Dreborg S, Haahtela, T. (2001). A revised nomenclature for allergy: an EAACI position statement from the EAACI nomenclature task force. *Allergy*, 56:813-824.
- Johansson, S.G.O., Bieber, T., Dahl, R., Friedmann, P.S., Lanier, B.Q., Lockety, R.F., Motala, C., Ortega Martell, J.A., Platts-Mills, T.A.E., Ring, J., Thien, F., Van Cauwenberge, P., Williams, H.C. (2004). Revised nomenclature for allergy for global use: Report of the nomenclature review committee of the world allergy organization. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113:832-836.
- Jothish, S.P., Nayar, S.T. (2004). Airborne fungal spores in a sawmill environment in Palakkad District, Kerala, India. *Aerobiologia*, 20:75-81.
- Jones, A. M., Harrison, R. M. (2004). The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—a review. *Science of The Total Environment*, 326:151-180.
- Kalatoor, S., Grinshpun, S.A. Willeke, K., Baron, P. (1995). New aerosol sampler with low wind sensitivity and good filter collection uniformity. *Atmospheric Environment*, 29:1105-1112.
- Kasprzyk, I. (2004). Airborne pollen of entomophilous plant and spores of pteridofytes in Rzeszów and its environs (SE Poland). *Aerobiologia*, 20:217-222.
- Kasprzyk, I. (2008). Aeromycology. Main research fields of interest during the last 25 years. *Annals of Agricultural and Environment Medicine*, 15:1-7.
- Kenny, L. C., Stancliffe, J. D., Crook, B., Stagg, S., Griffiths, W. D., Stewart, I. W. Futter, S. J. (1998). Development and evaluation of a personal bioaerosol sampler. *Journal of Aerosol Science*, 29:497-498.
- Khattab, A., Levetin, E. (2008). Effect of sampling height on the concentration of airborne fungal spores. *Ann. Allergy Asthma Immunol*, 101:529-534.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Stalpers, J.A., quot (2008). Dictionary of the Fungi, 10th Editionquot; CABI. 784. ISBN: 0851998267.
- Koch, A., Heilemann, K.J., Bischof, W., Heinrich, J. Wichmann, H.E. (2000). Indoor viable mold spores. A comparison between two cities, Erfurt (eastern Germany) and Hamburg (western Germany). *Allergy*, 55,176-180.
- Kramer, C. L., Pady, S. M. (1968). Viability of airborne spores. *Mycologia*, 60, 448-449.

- Kramer, C.L., Eversmeyer, M.G. (1984). Comparisons of aspora concentrations at various sites within a ten kilometer radius of Maniatan, Kansas, USA. *Grana*, 23:117-122.
- Kupias, R., Helander, M. L., Saar, M., Makinen, Y. (1989). Comparison of some pollen concentrations in Finland and the Estonian SSR. *Aerobiologia*, 5:94-103.
- Kurkela, T. (1997). The number of Cladosporium conidia in the air in different weather conditions. *Grana*, 36:5461.
- Lacey, J. (1991). *Aerobiology and health: the role of airborne fungal spores in respiratory disease*. Hawksworth, D.L (Ed.), Wallingford: CAB International. *Frontiers in mycology*, 157-185.
- Lacey, J., McCartney, A. (1994). Aerobiology and agriculture. *Grana*, 33:65.
- Lacey, J., Venette, J. (1995). Outdoor air sampling techniques. In: Cox, C. S., Wathes, C. M. (Eds.). *Bioaerosols Handbook*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers/CRC Press. 402-469.
- Lacey, M. E. West, J. S. (2006). *The Air Spora: a manual for catching and identifying airborne biological particles*. Springer, London.
- Lach, V. (1985). Performance of the surface air system air samplers. *Journal of Hospital Infection*, 6:102-107.
- Ladero, M. (1987). España Lusoextremadurensis. In: Peinado, M., Rivas-Martínez, S. (Eds.) *La Vegetación de España* (453-486). Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares. Madrid. ISBN 84-600-5146-3.
- Larsen, L. (1981). A three-year survey of microfungi in the outdoor air of Copenhagen, 1977-1979. *Grana*, 20:187-189.
- Larsen, L., Gravesen, S. (1991). Seasonal variation of outdoor airborne viable microfungi in Copenhagen, Denmark. *Grana*, 30:467-471.
- Lee, T., Grinshpun, S.A., Martuzevicius, D., Adhikari, A., Crawford, C.M. Luo, J., Reponen, T. (2006). Relationship between indoor and outdoor bioaerosols collected with a button inhalable aerosol sampler in urban homes. *Indoor Air*, 16:37-47.
- Lejoly, M., Leuschner, R.M. (1983). Comparison of airborne pollen at Louvain-la-Neuve (Belgium) and Basel (Switzerland) during 1979 and 1980. *Grana*, 22:59-64.

- Leuschner, R.M., Boehm, G. (1981). Pollen and inorganic particles in the air for climatically very places in Switerlanc. *Grana*, 20:161-167.
- Leuschner, R. M. (1999). Comparison between pollen counts at ground and at roof level in Basel (Switzerland). *Aerobiologia*, 15,143-147.
- Levetin, E. (1991). Identification and concentration of airborne basidiospores. *Grana*, 30:123-128.
- Levetin, E., Shaughnessy, R., Stetzenbach, L. A case study of airborne fungi (1996). Why viable sampling is not enough *Journal of Allergy and Clinical Immunology*; 97:222 (Abstract).
- Li, W. D., Kendrick, B. (1994). Functional relationships between airborne fungal spores and environmental factors in Kitchener, Waterloo, Ontario, as detected by Canonical correspondence analysis. *Grana*, 33:166-176.
- Li, C.S., Kuo, Y.M. (1992). Airborne characterization of fungi indoors and outdoors. *Journal Aerosol of Science*, 23:667-670.
- Li, C.S., Hou, P.A. (2003). Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms. *Science of the Total Environment*, 305:169-176.
- Lugauskas, A., Krikstaponis, A. (2004). Filamentous fungi isolated in hospitals and some medical institutions in Lithuania. *Indoor Built Environment*; 13:101-108.
- Lyon, F.L., Kramer, C.L., Everyismeyer, M.G. (1984). Vertical variation of aispora concentration in the atmosphere. *Grana*, 23:123-125.
- Mc Cartney, H. A., Fitt, B. D. L., Schmechel, D. (1997). Sampling bioaerosols in plant pathology. *Journal of Aerosol Science*, 28:349-364.
- Macher, J. M., Willeke, K. (1992). Performance criteria for bioaerosol samplers. *Journal of Aerosol Science*, 23, 647-650.
- Madani, Y., Barlow, A., Taher, F. (2010). Severe asthma with fungal sensitization: a case report and review of literature. *Journal of Asthma*, 47:2-6.
- Mc Cormick, S. (2004). Control of male gametophyte development. *Plant Cell*, 16:142-153.
- Madelin, T. M. (1994). Fungal aerosol: A review. *Journal of Aerosol Science*, 25:1405-1412.

- Madelin, T. M., Madelin, M. F. (1995). *Biological analysis of fungi and associated molds*. In Cox, C. S., Wathes, C. M. (Eds.). 361-368. *Bioaerosols Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Malik, P, Singh, A.B., Babu, C.R., Gangal, S.V. (1990). Head-high, airborne pollen grains from different areas of metropolitan Delhi. *Allergy*, 45:298-305.
- Mandrioli, P., Negrini, M. G., Cesari, G., Morgan, G. (1984). Evidence for long range transport of biological and anthropogenic aerosol particles in the atmosphere. *Grana*, 23:43-53.
- Mandrioli, P. (1987). Biometeorology and its relation to pollen count. *Adv Aerobio*; 57:37-41.
- Mandrioli, P., Caneva, G., Sabbion, C. (2003). *Cultural and Aerobiology: Methods and techniques for biodeterioration monitoring*. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 1-4020-1622-0.
- Marasas, W. F., Gelderblom, W. C., Galendo, D., Abel, S., Swanevelder, S., Wild, P. C. (2001). Cancer initiation by fumonisin B₁ in rat liver. *Cancer Letters*, 169:127-137.
- Marshall, W. A. (1997). Laboratory evaluation of a new aerobiological sampler next term for use in the Antarctic. *Journal of Aerosol Science*, 28:371-380.
- Martínez, F.J., Muñoz, A., Nieto, J, Paredes, M, Silva, I., Tormo, R. (1996). *Boletines de Sanidad Vegetal y Plagas*, 22:693-701.
- Matthjiesen, F., Ipsen, H., Lowenstein, H. (1991). Pollen allergens. En: *Allergic and Pollinosis in Europe*. D'Amato, G. (Eds). 36-44. Black Scientific Publications. Oxford.
- MAAMA (2012). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, <http://www.magrama.gob.es/>.
- Mallo, A., Nitiu, D., Gardella, M. (2011). Airborne fungal spore content in the atmosphere of the city of La Plata, Argentina. *Aerobiologia*, 27:77-84.
- Maya, J.M. (2010). *Relación entre la variación temporal en la concentración de propágulos fúngicos aerovagantes y la meteorología*. Trabajo fin de Máster. Universidad de Extremadura.
- Maya, J.M., Fernández-Rodríguez, S., Hernández, F., Díaz, G., Gonzalo, A., Silva, I., Muñoz, A.F., Tormo, R. (2012). *Seasonal mediterranean pattern for airborne spores of Alternaria*. *Aerobiologia* en prensa.

- Mediavilla, M. A., Infante, F., Angulo, R. J., Comtois, P., Vilches, E. (1998). Preliminary statistical modeling of the presence of two conidial types of *Cladosporium* in the atmosphere of Córdoba, Spain. *Aerobiologia*, 14:229-234.
- Mehta, S. K., Mishra, S. K., Duane, L. P. (1996). Evaluation of three portable samplers for monitoring airborne fungi. *Applied Environmental Microbiology*, 62:1835–1838.
- Meiffren, I. (1988). Airborne pollen of Toulouse, southern France. Comparison with Bordeaux and Montpellier. *Grana*, 27:183-201.
- Mitakakis, T., Ong, E. K., Stevens, A., Guest, D., Knox, R.B. (1997). Incidence of *Cladosporium*, *Alternaria* and total fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years. *Aerobiologia*, 13:83-90.
- Mitakakis, T. Z., Clift, A., Mc Gee, P. A. (2001). The effect of local cropping activities and weather on the airborne concentration of allergenic *Alternaria* spores in rural Australia. *Grana*, 40:230-239.
- Moore, P.D., Webb, J.A. (1978). *An Illustrated Guide to Pollen Analysis*. 133. Hodder & Stoughton. London.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E. (1991). *Pollen Analysis Second Edition*. 216. Blackwell scientific publications. London.
- Morales, C., Rapp, A., Sabariego, S., Pérez Badía, R. (2010). Aerobiology of Cuenca, central-east Spain: atmospheric pollen spectrum and annual dynamics of the most important taxa. *Actas de XVII Internacional Symposium APLE*, Ourense, España.
- Moreno, A., Muñoz, A.F., Silva, I., Tormo, R., Gonzalo, M.A. (2006). *Aerobiología en Extremadura: El polen en la atmósfera de la ciudad de Mérida*, 173. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres, ISBN: 84-7723-690-9.
- Morris, G., Kokki, M.A., Anderson, K., Richardson, M.D. (2000). Sampling of *Aspergillus* spores in air. *Journal of Hospital Infection*, 44:81–92.
- Moustafa, A.F.; Kamel, S.M. (1976). Studies of fungal spore populations in the atmosphere of Kuwait. *Mycopathologia*, 59: 29-45.
- Munuera, M., Carrión, J.S. (1995). Daily variations of *Alternaria* spores in the city of Murcia (semi-arid southeastern Spain). *International Journal of Biometeomlogy*, 38:176-179.

- Munuera, M., Carrión, J.S., Navarro, C., Orts, L., Espín, A., Sáez, F. García, J. (2001a). *Polen y Alergias. Guía de las plantas de polen alergógeno de la Región de Murcia y España*. DM, Libreto-Editor, Murcia.
- Munuera, M., Carrión, J. S., Navarro, C. (2001b). Airborne *Alternaria* spores in SE Spain (1993-98). *Grana*, 40, 111-118.
- Muñoz, A, Gonzalo, M., González, J.F., Martínez, J.F., Tormo, R., Paredes, M., Silva I. (1996). Study of airborne fungal spores in the Badajoz area (Spain). Proceeding of the Annual Meeting of the European Academy of Allergology and Clinical Immunology, Budapest, Hungary. *Allergy*, 51:123. (Abstract).
- Navarro, A.M. (2005). Rinitis. In: Caballero, F. (Coord.). *Alergológica 2005. Factores epidemiológicos, clínicos y socioeconómicos de las enfermedades alérgicas en España en 2005*. 107-131. Ed. Shering-Plough. Madrid. ISBN: 84-7989-428-8.
- Nesa, D., Lortholary, J., Bouakline, A., Bordes, M., Chandenier, J., Derouin, F., Gangneux, J.P. (2001). Comparative performance of impactor air samplers for quantification of fungal contamination. *Journal of Hospital Infection*, 47, 149-155.
- Nevalainen, A., Pastuszka, J., Liebhaber, F. Willeke, K. (1992). Performance of bioaerosol samplers: Collection characteristics and sampler considerations. *Atmospheric Environment*, 26:531-540.
- Newnham, R. M. (1999). Monitoring biogeographical response to climate change: The potential role of aeropalynology. *Aerobiologia*, 15:87-94.
- Nikkels, A.H., Terstegge, P., Spieksma, F.Th.M. (1996). Ten types of microscopically identifiable airborne fungal spores at Leiden, The Netherlands. *Aerobiologia*, 12:107-112.
- Nilsson, S., Praglowski, J., Nilsson, L. (1977). *Airborne Pollen Grains and Spores in Northern Europe*. 159. Ljungföretagen, Sweden.
- Nilsson, S. (1992). Aerobiology: an interdisciplinary and limitless science. *International Journal of Aerobiology* (Special issue):23-27.
- Nugari, M.P., Roccardi, A. (2001). Aerobiological investigations applied to the conservation of cultural heritage. *Aerobiologia*, 17:215-223.

- O’Gorman, C.M., Fuller, H.T. (2008). Prevalence of culturable airborne spores of selected allergenic and pathogenic fungi in outdoor air. *Atmospheric Environment*, 42:4355-4368.
- Oliveira, M., Ribeiro, H., Delgado, J.L., Abreu, I. (2009). Seasonal and intradiurnal variation of allergenic fungal spores in urban and rural areas of North of Portugal. *Aerobiologia*, 25:85-98.
- Orlandi, F., Romano, B., Fornaciari, M. (2005). Relationship between pollen emission and fruit in olive (*Olea europea* L.). *Grana*, 44:98-103.
- Pacini, E., Hesse, M. (2005). Pollenkitt- its composition, forms and functions. *Flora*, 200:399-415.
- Palmas, F., Cosentino, S. (1990). Comparison between fungal airspore concentration at two different sites in the south of Sardinia. *Grana*, 29:87-95.
- Panagopoulou, P., Filioti, J., Petrikos, G. (2002). Environmental surveillance of filamentous in three tertiary care hospitals in Greece. *Journal of Hospital Infection*, 52:185-191.
- Panagopoulou, P., Filioti, J., Farmaki, E., Maloukou, A., Roilides, E. (2007). Filamentous fungi in a tertiary care hospital: environmental surveillance and susceptibility to anti-fungal drugs. *Infect Control and Hospital Epidemiol*, 28:60-67.
- Paredes, M., Martínez, J. F., Tormo, R., Silva, I., Muñoz, A. (1997). Influencia de los parámetros meteorológicos en la dispersión de esporas de las especies de *Alternaria Nees ex Fr.* *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 23:541-549.
- Paredes, M.M., Martínez, F.J., Muñoz, A.F., Tormo, R., Silva, I. (1998a) Presencia de esporas de Ustilago (Basidiomycetes) en Badajoz. *Polen*, 9:35-42.
- Paredes, M.M., Martínez, F.J., Silva, I., Tormo, T., Muñoz, A.F. (1998b). Dinámica de dispersión de esporangios de *Plasmopara* en Badajoz. *XIX Jornadas de Viticultura y Enología, Tierra de Barros, Cultural Santa Ana*, 91-96.
- Pathirane, L. (1975). Aerobiological literature in scientific periodicals. *Grana*, 15:145-147.
- Pedersen, B., Moseholm, L. (1993). Precision of the daily pollen count. Identifying sources of variation using variance component models. *Aerobiologia*, 9:15-26.

-
- Perdelli; F., Cristina; M. L., Sartini; M., Spagnolo; A.M., Dallera; M., Ottria; G., Lombardi; R., Grimaldi; M., Orlando, P. (2006). Fungal Contamination in Hospital Environments. *Infection control hospital epidemiology*, 27:44-47.
 - Peto, S., Powell, E. O. (1970). The assessment of aerosol concentration by means of the Andersen sampler. *Journal of Applied Bacteriology*, 33:582-598.
 - Piontelli, E. (2008) Aporte morfotaxonómicos en el género *Aspergillus Link*: Claves para las especies ambientales y clínicas más comunes. *Boletín Micológico*, 23:49-66.
 - Piotrowska, K. (2004). Comparison of *Alnus*, *Corylus* and *Betula* pollen counts in Loubling (Poland) and Skien (Norway). *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 11:205-208.
 - Pitt, J.I., Hocking, A.D. (2009). *Fungi and food spoilage*. Springer, Dordrecht.
 - Pla Dalmau, J. M. (1960). *Estudios palinológicos y precisiones morfológicas sobre los granos de polen de quinientas especies botánicas del extremo NE de España*. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad Barcelona, Barcelona.
 - Pomés A, Villalba M. (2007). Alérgenos. In: Peláez, A., Dávila, I.J. (Eds). *Tratado de Alergología*. Sociedad Española de Alergología e inmunología clínica (SEAIC). Ed. Ergón. Madrid. 1: 3-26. ISBN: 978-84-8473-576-2.
 - Prieto, J.C., Hidalgo, P.J., Domínguez, E., Galán, C. (2003). Pollen production in the *Poaceae* family. *Grana*, 42:1-7.
 - Prentice, I.C. (1985). Pollen representation, source and basin size: towards a unified theory of pollen analysis. *Quaternary Research*, 23:76–86.
 - Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S., Thomas, A.L.E. (1994). *Glossary of pollen and spore terminology*. LPP Foundation, Utrecht.
 - Pyrri, I., Kapsanaki-Gotsi, E. (2007). A comparative study on the airborne fungi in Athens, Greece, by viable and non-viable sampling methods. *Aerobiologia*, 23:3-15.
 - Pyrri, I., Kapsanaki-Gotsi, E. (2012). Diversity and annual fluctuations of culturable airborne fungi in Athens, Greece: a 4-year study. *Aerobiologia*, 28:249-262.
 - Quintero, E, Mariani, R. F., Bolaños, B. (2010). Analysis of environmental factors and their effects on fungal spores in the atmosphere of a tropical urban area (San Juan, Puerto Rico.). *Aerobiologia*, 26:113-124.

- Quirce, S. (2005). Asma. In: Caballero, F. (Coord.). *Alergológica 2005. Factores epidemiológicos, clínicos y socioeconómicos de las enfermedades alérgicas en España en 2005*. 133-160. Ed. Shering-Plough. Madrid. ISBN: 84-7989-428-8.
- 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.
- Rajasab, H. A., Chawda, T. H. (1994). Dispersal of the conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* by rain and the development of anthracnose on onion. *Grana*, 33:162-165.
- Rantio-Lehtimäki, A., Koivikko, A., Kupias, R., Mäkinen, Y., Phjola, A. (1991a). Significance of sampling height of airborne particles for aerobiological information. *Allergy*, 46:68-76.
- Rantio-Lehtimäki, A., Helander, M.L., Pessi, A.M. (1991b). Circadian periodicity of airborne pollen and spores: significance of sampling height. *Aerobiología*, 7:129-135.
- Raynor, G.S., Ogden, E.C., Hayes, J.V. (1973). Variation in ragweed pollen concentration to a height of a 108 meters. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 51:199-207.
- Recio, M., Rodríguez-Rajo, F.J., Jato, V., Trigo, M.M., Cabezudo, B. (2009). The effect of recent climatic trends on Urticaceae pollination in two bioclimatically different areas in the Iberian Peninsula: Malaga and Vigo. *Climatic Change*, 97:215-228
- Reistman, T. (1970). Suggestions towards unification of descriptive terminology of angiosperm pollen grain. *Review of Paleobotany and Palynology*, 10:71-73
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández, Izco, J., Loidi, J., Lousa, M., Penas, A. (2002). Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotánica*, 15:5-922.
- Rizzi, L., Pizzulin, M., Larese, F. (1992). Comparison between the allergenic airborne pollen in Trieste and at Lozzo di Cadore (Italy) in 1989. *Aerobiologia*, 8:385-391.
- Rodríguez-Rajo, F. J., Iglesias, I., Jato, V. (2005). Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions. *Mycological Research*, 109, 497-507.
- Rodríguez-Rajo, F.J., Vega, A., Asturias, J., Jato, V., Seone, J., Suárez, M. (2010). The relationship between tapetum cells and microspores based on protein localization *Fraxinus angustifolia* (Oleaceae) pollen grains. *International Journal of Plant Sciences*, 171:34-52.

- Rodríguez-Rajo, F.J., (2011). Introduction to allergens: types, localization in the pollen grains, and the moment of formation. *Advanced Aerobiology Course*. Worcester. Reino Unido.
- Rowley, J.R. (1962). Non-homogeneous sporopollenin in microspores of *Poa annua*. *Grana*, 3:5-19.
- Rowley, J.R., Skvarla, J.J., El Ghazaly, G. (2003). Transfer of material through the microspore exine from the loculus into the cytoplasm. *Canadian Journal of Botany*, 81:1070-1082.
- Sabariego, R. S., Díaz de la Guardia, C., Alba, F. (2004). Estudio aerobiológico de los conidios de *Alternaria* y *Cladosporium* en la atmósfera de la ciudad de Almería. *Revista Iberoamericana de Micología*, 21:121-127.
- Samson, R.A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C., Andersen, B. (2010) *Food and Indoor Fungi*. Centraal bureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands.
- Sáenz, C. (1978). *Polen y esporas: Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico*. Ed. H. Blume. Madrid.
- Sánchez-Mesa, J.A., Smith, M., Emberlin, J., Allitt, U., Caulton, E., Galán, C. (2003). Characteristics of grass pollen seasons in areas of southern Spain and the United Kingdom. *Aerobiologia*, 19:243-250.
- Sánchez-Mesa, J.A., Brandão, R., Lopes, L., Galán, C. (2005). Correlation between pollen counts and symptoms in two different areas of the Iberian Peninsula: Cordoba (Spain) and Évora (Portugal). *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 15:112-116.
- Sánchez-Reyes, E. (2010). *Estudio aeropalínológico de la ciudad de Valladolid durante los años 2005-2006 y su relación con los cuadros clínicos de alergia*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Sarica, S., Asana, A., Otkun, M.T., Ture, M. (2002). Monitoring Indoor Airborne Fungi and Bacteria in the Different Areas of Trakya University Hospital, Edirne, Turkey. *Indoor Built Environmental*, 11: 285-292.
- Sautour, M., Sixt, N., Dalle, F., L'Ollivier, C., Calinon, C., Fourquenot, V., Thibaut, C., Jury, H., Lafon, I., Aho, S., Couillault, G., Vagner, O., Cuisenier, B., Besancenot, J.P., Caillot, P., Bonnin, A. (2007). A Prospective survey of indoor fungal contamination in

- hospital during a period of building construction. *Journal of Hospital Infection*, 67:367-373.
- Sautour, M., Sixt, N., Dalle, F., L'Ollivier, L., Fourquenot, V., Calinon, C., Paul, K., Valvin, S., Maurel, A., Aho, S., Couillaut, G., Cachia, C., Vagner, O., Cuisener, B., Caillot, D., Bonnin, A. (2009). Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital. *Science of the Total Environment*, 407, 3766-3771
 - Schmidt-Lebuhn, A.N., Seltmann, P., Kessler, M. (2007). Consequences of the pollination system on genetic structure and patterns of species distribution in the Andean genus *Polylepis* (Rosaceae): a comparative study. *Plant Systematics and Evolution*, 266:91-103.
 - Shaheen, I. (1992). Aeromycology of Amman area, Jordan. *Grana*, 31:223-228.
 - Sharma, D., Dutta, B. K. Singh, A. B. (2010). Exposure to indoor fungi in different working environments: A comparative study. *Aerobiologia*, 26:327-337.
 - Shintani, H., Taniai, E., Miki, A., Kurosu, S., Hayashi, F. (2004). Comparison of the collecting efficiency of microbiological air samplers. *Journal of Hospital Infection*, 56:42-48.
 - Shivanna, K.R., Johri, B.M. (1985). *The angiosperm pollen structure and function*. 374. Wiley eastern limited.
 - Silva, I. (1996). *Estudio aeropalimológico de la ciudad de Badajoz*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
 - Silva, I., Muñoz, A., Tormo, R., Gonzalo, A. (1999). *Aerobiología en Extremadura. El polen de la atmósfera de la ciudad de Badajoz*. 158. Servicio de publicaciones de la Universidad de Extremadura. Cáceres. ISBN: 84-7723-322-5.
 - Silva, I., Tormo, R., Muñoz, A. (2007). The importance of interactions between meteorological conditions when interpreting their effect on the dispersal of pollen from homogeneously distributed sources. *Aerobiologia*, 23:17-26.
 - Skjøth, C.A., Sommer, J., Brandt, J., Hvidberg, M., Geels, C., Hansen, K.M., Hertel, O., Frohn, L.M., Christensen, J.H. (2008). Copenhagen-significant source to birch (*Betula*) pollen? *International Journal of Biometeorology*, 52:453-462.

-
- Skjøth, C.A., Smith, M., Brandt, J., Emberlin, J. (2009). Are the birch trees in Southern England a source of *Betula* pollen for North London? *International Journal of Biometeorology*, 53:75-86.
 - Smith, E.G. (1984). *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Blewstone press. San Antonio. Texas.
 - Smith, E.G. (1986). *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Blewstone press. Volume 2. San Antonio. Texas.
 - Smith, E.G. (2000). *Sampling and identifying allergenic pollens and molds. An illustrated identification manual for air samplers*. Blewstone Press, San Antonio, U.S.A.
 - Spieksma, F. Th. M., Frenguelli, G., Nikkels, H., Mincigrucci, G., Smithuis, L.O.M.J., Bricchi, E., Dankart, W., Romano, B. (1989). Comparative study of airborne pollen concentration in Central Italy and The Netherlands (1982-1985). Emphasis on *Alnus*, *Poaceae* and *Artemisia*. *Grana*, 28:25-36.
 - Spieksma, F. T.H. (1992). Allergological aerobiology. *Aerobiologia*, 8:5-8.
 - Spieksma, F. T.M. (2003). Airborne mould spores of allergenic importance. *Postępy Dermatologii i Alergologii*, 20:205-208.
 - Stach, A., Smith, M., Skjøth, C.A., Brandt, J. (2007). Examining Ambrosia pollen episodes at Poznan (Poland) using back-trajectory analysis. *International Journal of Biometeorology*, 51:275-286.
 - Staffolani, L., Velasco, M.J., Galán, C., Hruska, K. (2011). Allergenicity of the ornamental urban flora: ecological and aerobiological analyses in Córdoba (Spain) and Ascoli Piceno (Italy). *Aerobiologia*, 27:239-246.
 - Stanley, R.G., Linskens, H.F. (1974). *Pollen: biology, biochemistry and management*. 306. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
 - Stefani, A. (1992). Pollination and productivity. *Actas V Congresso Nazionale. Associazione Italiana de Aerobiologia*, Montecatini, Italy.
 - Stearn, W.T. (1992). *Botanical Latin*. Redwood Press Ltd. Devon.
 - Stępańska, D., Harmata, K., Kasprzyk, I., Myszkowska, D., Stach, A. (1999). Occurrence of airborne *Cladosporium* and *Alternaria* spores in Southern and Central Poland in 1995–1996. *Aerobiologia*, 15:39-47.

- Stępańska, D., Wolek, J. (2009). Intradurnal periodicity of fungal spore concentrations (*Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Didymella*, *Ganoderma*) in Cracow, Poland. *Aerobiologia*, 25:333-340.
- Strandhede, S.O., Wihl, J.A. (1981). Comparison of pollen counts in Copenhagen and Malmö. *Grana*, 20:187-189.
- Subba Reddi, C., Reddi, N. S. (1986). Pollen production in some anemophilous angiosperms. *Grana*, 25: 55-61.
- Subiza, E., Jerez, M. (1988). Consideraciones aerobiológicas del polen de las gramíneas en España y su interés en la epidemiología de la fiebre del heno y asma polínico. (Método volumétrico). Estudio multicéntrico. SEA. En: J. Civis, M.F. Valle (eds) *Actas de Palinología*. Salamanca, España.
- Suphioglu, C., Singh, M.B., Taylor, P., Bellomo, R., Homes, P., Puy, R. (1992). Mechanisms of grass-pollen-induced asthma. *The Lancet*, 339:579-572.
- Tariq, S. M., Matthews, S. M., Stevens, M., Hakim, E. A. (1996). Sensitization to *Alternaria* and *Cladosporium* by the age of 4 years. *Clinical and Experimental Allergy*, 26:794-798.
- Távira, I. (2000). *Aeropalinología de la ciudad de Cáceres* Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- Távira, J., Paulino, R., Gonzalo, M.A., Tormo, R., Muñoz, A.F. Silva, I. (2004). *Aerobiología en Extremadura. El polen en la atmósfera de la ciudad de Cáceres*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres. ISBN 84-7723-588-0.
- Thibaudon, M., Sulmont G. (2002). Influence of the height position of two pollen traps in Amiens. *Allergie et Immunologie*, 34:169-171.
- Thompson, M. W., Donnelly, J., Grinshpun, S. A., Juozaitis, A., Willeke, K. (1994). Method and test system for evaluation of bioaerosol samplers. *Journal of Aerosol Science*, 25:1579-1593.
- Tormo, R., Muñoz, A., Silva, I. (1996a). Sampling in aerobiology. Differences between transverses along the length of the slide in Hirst sporetraps. *Aerobiología*, 12:161-166.
- Tormo, R., Muñoz, A., Silva, I., Gallardo, F. (1996b) Pollen production in anemophilous trees. *Grana*, 35:38-46.

- Tormo, R., Silva, I., Muñoz, A.F., Paulino, R. (1999). Aerobiología en Extremadura: estación de Cáceres (1998). *Boletín REA*, 5:115-118.
- Tormo, R., Silva I., Muñoz, A. F., Tavira, J., Moreno, A. (2001). Environmental factors that affect anemophilous pollination in the genus *Plantago*. *Annals of Botany*, 87: 1–8.
- Tormo, R., Gonzalo, A., Muñoz A, Silva, I. (2002). Pollen and spores in the air of a hospital out-patient ward. *Allergologia et Immunopathologia*, 30:232-238.
- Tormo, R., Silva, I., Gonzalo, A., Muñoz, A. F., Fernández-Rodríguez, S. Recio, D. (2010a). Use of personal sporetraps to complement continuous aerobiological monitoring. *Grana*, 49:134-141.
- Tormo, R., Gonzalo, A., Silva, I., Muñoz A. (2010b). General trends in airborne pollen production and pollination periods at a mediterranean site (Badajoz, Southwest, Spain). *Journal of investigational Allergology and Clinical Immunology*, 20:567-574.
- Tormo, R., Silva, I., Gonzalo, A., Moreno, A., Pérez, R., Fernández-Rodríguez, S. (2011). Phenological records as a complement to aerobiological data. *Journal International of Biometeorology*, 55:51-65.
- Tormo, R., Maya, J.M., Fernández-Rodríguez, S., Silva, I., Gonzalo, A., Moreno, A., Cosmes, P., Blanco, R.M., Domínguez, C., Fernández, L. (2012a). Aerobiological monitoring network in Extremadura (SW Spain). *Polen*, en prensa.
- Tormo, R., Maya, J.M., Fernández-Rodríguez, S., Gonzalo, A., Silva, I., (2012b). Influence of environmental factors on measurements with Hirst spore traps. *Grana*, en prensa.
- Traidl-Hoffmann, C., Jakob, T. Behrendt, H. (2009). Determinants of allergenicity. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 123:558-566.
- Trigo, M.M., Toro, F.J., Recio, M., Cabezudo, B. (2000). A statistical approach to comparing the results from different aerobiological stations. *Grana*, 39:252-258.
- Trigo, M.M., Jato, V., Fernández, D., Galán, C. (2008). *Atlas Aeropalinológico de España*. Red Española de Aerobiología, 177. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de León.
- Trujillo, M.D., Infante, F., Domínguez, E., Galán, C. (1990). Influencia del método de muestreo en Aerobiología: comparación de dos muestreadores volumétricos. *Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española*, 5: 53-61.

- Valdés, B., Díez, M.J., Fernández, I. (1987). *Atlas Polínico de Andalucía Occidental*. 450. Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla. Excma. Diputación de Cádiz. Utrera.
- Vaquero, C., Sardinero, S., Rodríguez, A., Pérez, R. (2010). Intradial variations of *Quercus*, *Cupressus* and *Olea* pollen types in central Iberian Peninsula. *Actas de XVII Internacional Symposium APLE*. Ourense, España.
- Vázquez, L.M., Galán, C., Domínguez-Vilches, E. (2003). Influence of meteorological parameters on olea pollen concentrations in Córdoba (South-western Spain). *International Journal of Biometeorology*, 48:83-90.
- Velasco-Jiménez, M.J., Alcázar, P., Domínguez-Vilches, E., Galán, C. (2012). Comparative study of airborne pollen counts located in different areas of the city of Córdoba (south-western Spain). *Aerobiología*, en prensa.
- Vega, A. M., Fernández, D., Valencia, R. M., Fernández, A. B., Santos, F., Latasa, M. (2002). Aerobiología en Castilla y León: Estación de León (2000-2001). *Boletín REA*, 7:119-124.
- Vieitez, E. (1945). Polen y clima en Santiago de Compostela. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 6:112-124.
- Vloutoglou, I., Fitt, B.D.L., Lucas, J.A. (1995). Periodicity and gradients in dispersal of *Alternaria linicola* in linseed crops. *European Journal of Plant Pathology*, 101:639-653.
- West, J. S., Fraaije, B. A., Motteram, J., Rogers, S.L., Lacey, M.E., Luca, J.A. (2006). Integration of molecular diagnostics and air sampling to study plant pathogens. *The 8th International Congress on Aerobiology*. Towards a comprehensive vision. Neuchâtel, Switerland.
- Wodehouse, P.R. (1959). *Pollen Grains. Their structure, identification and significance in science and medicine*. HP, Hafner Publishing Co., New York.
- Wu, P-C, Su, H-J, Hsiao-Man, Ho, H-M. (2000). Comparison of sampling media for environmental viable fungi collected in a hospital environment. *Environmental Research*, 82:253-257.
- Zeiss, C.R. (2011). Respuestas inmunes mediadas por IgE y otras respuestas de hipersensibilidad. In: Grammer, L.C. Greenberger, P.A. (eds.) *Patterson Enfermedades alérgicas*. 7º ed. Ed. Aula Médica, Madrid, 2:23.

- Ziska, L. H., Beggs, P. J. (2012). Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129:27-32

8. ANEXOS

8.1. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estudios previos de granos de polen (I).....	48
Tabla 2: Estudios previos de granos de polen (II).....	49
Tabla 3: Estudios previos de esporas y colonias fúngicas.	50
Tabla 4: Uso del suelo de la ciudad de Badajoz del periodo 2000-2010. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAAMA, 2012).	55
Tabla 5: Unidades de medida de los parámetros meteorológicos.....	56
Tabla 6: Cronología de los diferentes muestreos para cada parámetro estudiado en los lugares estudiados.....	58
Tabla 7: Factores de corrección en los tamices del captador Burkard y del AES (sólo se proporcionan algunos valores a modo orientativo).	61
Tabla 8. Valores de los parámetros climatológicos medios mensuales en la serie temporal (1971-2000). Hr. Humedad relativa (%). Pp. Precipitación media (mm). Tmax. Temperatura máxima del aire (°C). Tmed. Temperatura media del aire (°C). Tmin. Temperatura mínima del aire (°C). Fuente: Aemet (http://www.aemet.es).....	67
Tabla 9. Valores de los parámetros meteorológicos medios mensuales en el periodo de estudio (2009-2011). Dv. Dirección del viento medio (grado sexagimal). Hs. Horas de sol (horas). Hr. Humedad relativa (%). Pp. Precipitación media (mm). Rd. Radiación difusa (W/m^2). Rfa. Radiación fotosintética activa ($\mu\text{MOL}/m^2/s$). Rs. Radiación solar (W/m^2). Tmax. Temperatura máxima (°C). Tmed. Temperatura media (°C). Tmin. Temperatura mínima (°C) Ts. Temperatura del suelo (°C). Vv. Velocidad del viento medio (m/s).....	68
Tabla 10. Valores de parámetros meteorológicos medios horarios en los periodos comprendidos desde el 23 hasta el 30 de marzo de 2012 en el jardín de Facultad de Ciencias, desde el 26 de noviembre al 15 de diciembre de 2011 en la terraza de la Facultad de Ciencias y desde el 2 al 7 y desde el 11 hasta el 16 de febrero de 2012 en la terraza de la EIA. Dv. Dirección del viento medio (grado sexagimal). Hr. Humedad relativa (%). Pp. Precipitación media (mm). Tmed. Temperatura media (°C) Vv. Velocidad del viento medio (m/s).....	71
Tabla 11. Inventario de árboles y arbustos en la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias.	72
Tabla 12. Inventario de árboles y arbustos recogidos en tipos polínicos en la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias.	73

Tabla 13: Concentración polínica total media diaria durante el periodo de estudio de 2009 a 2012 (granos/m ³).....	80
Tabla 14: Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos (granos/m ³).....	82
Tabla 15: Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos durante el periodo primaveral de 2009 a 2011 (granos/m ³).	84
Tabla 16: Ratio altura (FCt/FCj) entre el capador del jardín y el de la terraza de la Facultad de Ciencias durante el periodo primaveral de 2009 a 2011.	84
Tabla 17: Ratio distancia (FCt/EIAt) entre el captador de la terraza de la Facultad de Ciencias y la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo invernal de 2010 a 2012.	85
Tabla 18: Ratio distancia (FCt/EIAt) entre el captador de la terraza de la Facultad de Ciencias y la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo primaveral de 2009 a 2011.	85
Tabla 19: Porcentaje de los tipos polínicos predominantes durante el periodo invernal de 2010 a 2012 (%).	86
Tabla 20: Porcentaje de los tipos polínicos predominantes durante el periodo primaveral de 2009 a 2011 (%).	86
Tabla 21: Concentraciones polínicas totales medias mensuales en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el periodo de marzo de 2009 a marzo de 2012 (granos/m ³).....	88
Tabla 22: Concentraciones polínicas medias diarias de los tipos polínicos predominantes en invierno en los dos lugares muestreados durante el periodo de 2010 a 2012 (granos/m ³ y %).	89
Tabla 23: Concentraciones polínicas medias diarias de los tipos polínicos predominantes en primavera en los tres lugares muestreados durante el periodo de 2009 a 2011 (granos/m ³ y %).	89
Tabla 24: Comparación de los tipos polínicos predominantes en altura entre la terraza y el jardín de la Facultad de Ciencias durante el periodo de 2009 a 2011.....	91
Tabla 25: Comparación entre los tipos polínicos predominantes en distancia entre las terraza de la Facultad de Ciencias y la Escuela de Ingenierías Agrarias durante el periodo de 2009 a 2012.....	92
Tabla 26: Correlaciones entre los tres lugares estudiados en el periodo de muestreo durante el periodo de 2009 a 2012.	94

Tabla 27. Correlación entre los tipos polínicos mayoritarios en altura durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.	95
Tabla 28. Correlación entre los tipos polínicos mayoritarios en distancia durante el periodo de 2009 a 2012.	96
Tabla 29. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los lugares estudiados y los parámetros meteorológicos en el invierno de 2010, 2011 y 2012.	103
Tabla 30. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tres lugares estudiados y los parámetros meteorológicos en la primavera de 2009, 2010 y 2011.	104
Tabla 31. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009.	108
Tabla 32. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el invierno de 2010.	109
Tabla 33. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en la primavera de 2010.	109
Tabla 34. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el invierno de 2011.	110
Tabla 35. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en la primavera de 2011.	110
Tabla 36. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el invierno de 2012.	111
Tabla 37. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el periodo comprendido del invierno de 2010 a 2012.	111
Tabla 38. Correlación entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes y los parámetros meteorológicos en los tres lugares estudiados en el periodo comprendido de la primavera de 2009 a 2011.	112
Tabla 39. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes en los lugares estudiados (terraza de	

la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias) y los parámetros meteorológicos en el invierno de 2010, 2011 y 2012.	113
Tabla 40. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas entre la concentración polínica media diaria de los tipos polínicos predominantes en los lugares estudiados (jardín y terraza de la Facultad de Ciencias, y terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias) y los parámetros meteorológicos en la primavera de 2009, 2010 y 2011.	113
Tabla 41. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas de los parámetros meteorológicos en el invierno de 2010, 2011 y 2012.	113
Tabla 42. Resumen de correlaciones estadísticamente significativas de los parámetros meteorológicos en la primavera de 2009, 2010 y 2011.	113
Tabla 43. Horas solares que han registrado las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos de <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> y <i>Plantago</i> entre los lugares estudiados en el periodo de 2009 a 2011.....	118
Tabla 44. Comparación en altura y distancia de las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos de <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> y <i>Plantago</i> entre los tres lugares durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	119
Tabla 45. Correlaciones en altura y distancia de las máximas concentraciones horarias de los tipos polínicos de <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> y <i>Plantago</i> entre los tres lugares durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	120
Tabla 46. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de <i>Quercus</i> entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.	121
Tabla 47. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de <i>Poaceae</i> entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.	122
Tabla 48. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de <i>Olea</i> entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.	122
Tabla 49. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de <i>Plantago</i> entre los tres lugares estudiados durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	123
Tabla 50. Horas solares que han registrado las máximas concentraciones horarias de <i>Cupressaceae</i> entre los lugares estudiados durante el periodo invernal de 2010 a 2012.....	125

Tabla 51. Comparación y correlación en distancia de las máximas concentraciones horarias de <i>Cupressaceae</i> entre los lugares durante el invierno de 2010, 2011 y 2012.	126
Tabla 52. Correlaciones entre los parámetros meteorológicos y las máximas concentraciones horarias de <i>Cupressaceae</i> entre los lugares estudiados durante el invierno de 2010, 2011 y 2012.	127
Tabla 53. Tipos fúngicos identificados durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.	128
Tabla 54: Concentración fúngica media diaria total y de las principales esporas durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m ³).	129
Tabla 55. Concentración total media mensual de esporas totales durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m ³).	129
Tabla 56. Correlaciones de la concentración total de los tipos fúngicos principales con los parámetros meteorológicos en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.	132
Tabla 57: Concentración media de las colonias registradas en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m ³).	134
Tabla 58: Concentración de las colonias principales registradas en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m ³).	150
Tabla 59. Concentración total media mensual en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m ³).	150
Tabla 60: Resultados de muestreos con dos captadores Burkard portátiles para placas de Petri, ambos con un tamiz, uno de ellos con estructura cónica y el otro sin ella, valores en colonias absolutas.	152
Tabla 61: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010.	154
Tabla 62: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en el captador Burkard portátil cónico (BPSc) y con tamiz (BPSt) con los parámetros meteorológicos en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010.	155
Tabla 63: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011.	157
Tabla 64: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales con los parámetros meteorológicos en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011.	158

Tabla 65: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante la primavera de 2010 y 2011.	159
Tabla 66: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos fúngicos principales en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) con los parámetros meteorológicos durante la primavera de 2010 y 2011.	160
Tabla 67: Ratio esporas/colonias de hongos para la concentración total y de los tipos principales desde 2009 a 2011.	162
Tabla 68: Correlaciones de las concentraciones totales y de los tipos principales registrados en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.....	163
Tabla 69: Correlaciones de los parámetros meteorológicos con las concentraciones totales y de <i>Alternaria</i> con los parámetros meteorológicos durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.	165
Tabla 70: Correlaciones de los parámetros meteorológicos con las concentraciones de <i>Cladosporium</i> y de <i>Aspergillus-Penicillium</i> con los parámetros meteorológicos durante el periodo de estudio de 2009 a 2011.....	166

8.2. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tamaño de las partículas aerovagantes inorgánicas y orgánicas (Lacey & West, 2006).....	25
Figura 2. Esquema de los procesos que influyen en las partículas aerobiológicas (Lacey & West, 2006).....	25
Figura 3. Esquema de las disciplinas que están relacionadas con la Aerobiología (Lacey & West, 2006).....	28
Figura 4. Base biológica de la polinosis. (Corominas, 2005).....	36
Figura 5. Mapa de localización de las estaciones de muestreo de la Red Española de Aerobiología (Fuente: http://www.reauco.es.es/).	39
Figura 6. Mapa de localización de las estaciones de muestreo de la Red Extremeña de Aerobiología (Fuente: http://www.aerouex.es/).	39
Figura 7. Localización del Campus de Ciencias (FC) y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) de la UEx (Fuente: Google Maps, 2012).....	53
Figura 8. Valores de temperaturas mensuales máximas, medias y mínimas (°C) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.....	69
Figura 9. Valores mensuales de precipitación (mm) y de humedad relativa (%) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.....	69
Figura 10. Valores mensuales de dirección (°) y velocidad del viento (m/s) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.	70
Figura 11. Valores mensuales de horas de sol (h/día) y de radiación solar (W/m ²) en Badajoz desde 2009 hasta 2011.....	70
Figura 12. Distribución de árboles y arbustos más representativos con interés alergológico situados en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.	73
Figura 13. Distribución de árboles y arbustos más representativos con interés alergológico situados en la Escuela de Ingenierías Agrarias.....	73
Figura 14. Distribución de <i>Cupressaceae</i> y <i>Ulmus</i> en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.	74
Figura 15. Distribución de <i>Cupressaceae</i> y <i>Ulmus</i> en la Escuela de Ingenierías Agrarias.	74
Figura 16. Distribución de <i>Fagaceae</i> en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.	75
Figura 17. Distribución de <i>Fagaceae</i> en la Escuela de Ingenierías Agrarias.	75
Figura 18. Distribución de <i>Platanaceae</i> , <i>Oleaceae</i> y <i>Betulaceae</i> en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.	76

Figura 19. Distribución de <i>Platanaceae</i> , <i>Oleaceae</i> y <i>Betulaceae</i> en la Escuela de Ingenierías Agrarias.....	76
Figura 20. Distribución de <i>Pinaceae</i> , <i>Cycas</i> y <i>Ginkgo</i> en el campus de Ciencias de la Universidad de Extremadura.....	77
Figura 21. Distribución de <i>Pinaceae</i> , <i>Cycas</i> y <i>Ginkgo</i> en la Escuela de Ingenierías Agrarias....	77
Figura 22. Distribución de <i>Casuarina</i> , <i>Myrtaceae</i> , <i>Moraceae</i> y <i>Salicaceae</i> en el campus de Ciencias la Universidad de Extremadura.....	78
Figura 23. Distribución de <i>Casuarina</i> , <i>Myrtaceae</i> , <i>Moraceae</i> y <i>Salicaceae</i> en la Escuela de Ingenierías Agrarias.....	78
Figura 24. Distribución de <i>Arecaceae</i> en el campus de Ciencias la Universidad de Extremadura.....	79
Figura 25. Distribución de <i>Arecaceae</i> en la Escuela de Ingenierías Agrarias.....	79
Figura 26. Concentración polínica total media diaria, con barras de error típico, de Badajoz en el periodo de estudio invernal de 2010 a 2012 (granos/m ³).	81
Figura 27. Concentración polínica total media diaria, con barras de error típico, de Badajoz en el periodo de estudio primaveral de 2009 a 2011 (granos/m ³).....	81
Figura 28. Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos en el periodo de estudio invernal.....	83
Figura 29. Concentración polínica media diaria de los tipos polínicos en el periodo de estudio primaveral	83
Figura 30. Ratio altura (FCj/FCt).	85
Figura 31. Concentración polínica media diaria de los 10 tipos polínicos predominantes durante el periodo invernal de 2010 a 2012.....	86
Figura 32. Concentración polínica media diaria de los 10 tipos polínicos predominantes durante el periodo primaveral de 2009 a 2011.....	87
Figura 33. Concentración polínica total mensual en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante el periodo de marzo de 2009 a marzo de 2012.....	88
Figura 34. Concentración polínica total diaria en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante el invierno de 2010, 2011 y 2012.....	90
Figura 35. Concentración polínica total diaria en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	91

Figura 36. Concentración media polínica, con barras de error típico, de los tipos predominantes invernales; <i>Cupressaceae</i> , <i>Fraxinus-Phillyrea</i> , <i>Urticaceae pp.</i> <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Urtica membranacea</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) y de los tipos predominantes primaverales; <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> , <i>Pinaceae</i> y <i>Plantago</i> en el jardín de la Facultad de Ciencias (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el periodo de 2009 a 2012.	93
Figura 37. Concentración total media diaria en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en el invierno de 2010, 2011 y 2012. ...	94
Figura 38. Concentración total media diaria en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2009, 2010 y 2011.	95
Figura 39. Variación de los tipos polínicos <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> , <i>Pinaceae</i> y <i>Plantago</i> en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2009.	97
Figura 40. Variación de los tipos polínicos <i>Cupressaceae</i> , <i>Fraxinus-Phillyrea</i> , <i>Urticaceae pp.</i> , <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Urtica membranacea</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2010.	98
Figura 41. Variación de los tipos polínicos <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> , <i>Pinaceae</i> y <i>Plantago</i> en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2010.	99
Figura 42. Variación de los tipos polínicos <i>Cupressaceae</i> , <i>Fraxinus-Phillyrea</i> , <i>Urticaceae pp.</i> , <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Urtica membranacea</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2011.	100
Figura 43. Variación de los tipos polínicos <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> , <i>Pinaceae</i> y <i>Plantago</i> en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) en la primavera de 2011.	101
Figura 44. Variación de los tipos polínicos <i>Cupressaceae</i> , <i>Fraxinus-Phillyrea</i> , <i>Urticaceae pp.</i> , <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Urtica membranacea</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAt) durante el invierno de 2012.	102
Figura 45. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la temperatura media en los dos lugares estudiados en el invierno de 2010, 2011 y 2012.	105
Figura 46. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la radiación solar en los dos lugares estudiados en el invierno de 2010, 2011 y 2012.	105

Figura 47. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la humedad relativa en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	106
Figura 48. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la precipitación en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	106
Figura 49. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la radiación solar en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	107
Figura 50. Relación entre la concentración polínica total media diaria y la velocidad del viento en los tres lugares estudiados en la primavera de 2009, 2010 y 2011.	107
Figura 51. Variación horaria de la concentración total polínica en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.....	114
Figura 52. Variación horaria de la concentración de <i>Quercus</i> en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.....	114
Figura 53. Variación horaria de la concentración de <i>Poaceae</i> en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.....	115
Figura 54. Variación horaria de la concentración de <i>Olea</i> en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.....	115
Figura 55. Variación horaria de la concentración de <i>Pinaceae</i> en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.....	116
Figura 56. Variación horaria de la concentración de <i>Plantago</i> en el jardín (FCj) y la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante la primavera de 2009, 2010, 2011 y el periodo promedio de 2009 a 2011.....	116
Figura 57. Variación horaria de la concentración de <i>Cupressaceae</i> en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) durante el invierno de 2010, 2011, 2012 y el periodo promedio de 2009 a 2011.	117
Figura 58. Comparación de los valores medios de las máximas concentraciones horarias en altura y distancia en el jardín (FCj), en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIA) en la primavera de 2009, 2010 y 2011.....	119

Figura 59. Correlación de los tipos polínicos de <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> y <i>Olea</i> en la terraza (FCt) y en el jardín (FCj) de la Facultad de Ciencias, y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011.	120
Figura 60. Correlación de los parámetros meteorológicos (dirección del viento, humedad relativa y temperatura media del aire) con las máximas concentraciones registradas de los tipos polínicos de <i>Quercus</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Olea</i> y <i>Plantago</i> en la terraza (FCt) y en el jardín (FCj) de la Facultad de Ciencias y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAAt) durante la primavera de 2009, 2010, 2011.	124
Figura 61. Correlación de <i>Cupressaceae</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAAt) durante el invierno de 2010, 2011, 2012.	126
Figura 62. Correlación de los parámetros meteorológicos (temperatura media y velocidad del viento) con las máximas concentraciones registradas de <i>Cupressaceae</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) y en la terraza de la Escuela de Ingenierías Agrarias (EIAAt) durante el invierno de 2010 y 2011.....	127
Figura 63. Concentración media diaria total y de los tipos principales en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m ³).	130
Figura 64. Concentración, con barras de error, del total y de los tipos fúngicos principales en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m ³).....	131
Figura 65. Concentración horaria de los principales tipos fúngicos en la terraza (FCt) de la Facultad de Ciencias durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m ³).	133
Figura 66. Concentración media mensual en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m ³).....	151
Figura 67. Concentración total media diaria en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m ³).....	152
Figura 68. Concentración estacional, con las barras de error, durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (CFU/m ³).	152
Figura 69. Concentración estacional, con barras de error, de <i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> y <i>Penicillium</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010 (CFU/m ³).....	153
Figura 70 Concentración de <i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> y <i>Penicillium</i> en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2010 (CFU/m ³).	154

Figura 71. Concentración estacional, con barras de error, de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011 (CFU/m³). 156

Figura 72. Concentraciones de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2010 a 2011 (CFU/m³). 157

Figura 73. Concentraciones de *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante la primavera de 2010 y 2011 (CFU/m³). 159

Figura 74. Concentración fúngica y polínica estacional, con las barras de error, en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³ y granos de polen/m³). 161

Figura 75. Concentración fúngica y polínica media semanal en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³, granos de polen/m³). 161

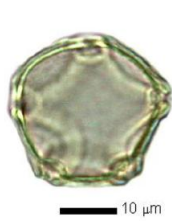
Figura 76. Concentración media estacional, con las barras de error, del total de esporas y colonias, y de los tipos fúngicos de *Cladosporium*, *Alternaria* y *Aspergillus-Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³ y CFU/m³). 163

Figura 77. Concentración media diaria del total de esporas y colonias, y de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³ y CFU/m³). 163

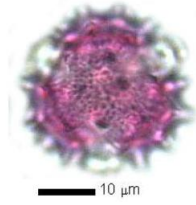
Figura 78. Concentración media diaria y a las 12 horas solares del total de esporas y colonias, y de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Aspergillus-Penicillium* en la terraza de la Facultad de Ciencias (FCt) durante el periodo de estudio de 2009 a 2011 (esporas/m³). 164

9. LÁMINAS DE FOTOGRAFÍAS

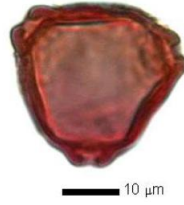
9.1. GRANOS DE POLEN



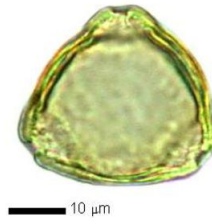
Alnus glutinosa



Anacyclus clavatus



Betula pendula



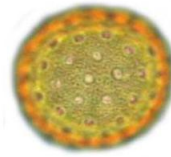
Cassuarina cunninghamiana



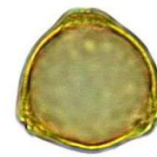
Castanea sativa



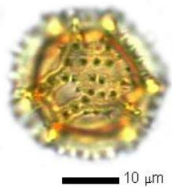
Chamaecyparis lawsoniana



Chenopodium album



Corylus avellana



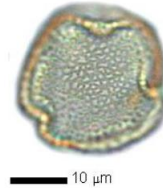
Crepis vesicaria



Echium plantagineum



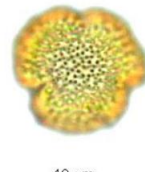
Eucalyptus camaldulensis



Fraxinus angustifolia



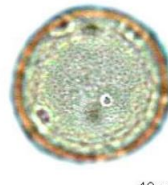
Morus alba



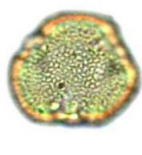
Olea europaea



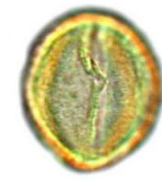
Pinus pinaster



Plantago lagopus



Platanus hispanica



Quercus suber

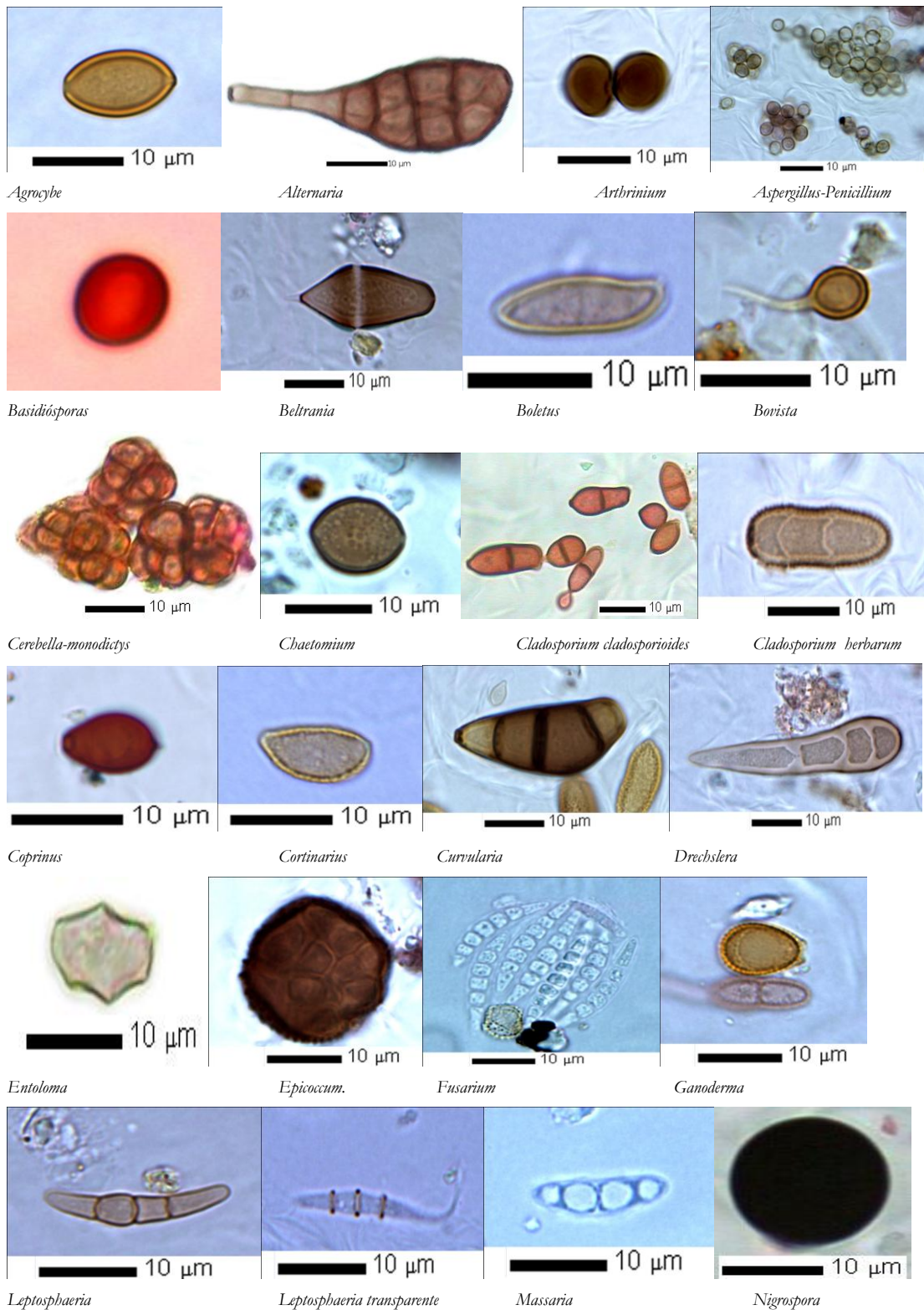


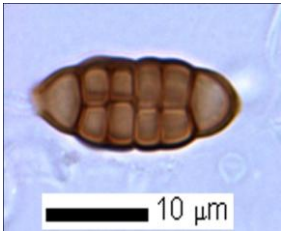
Sorghum halepense



Urtica membranacea

9.2. ESPORAS DE HONGOS

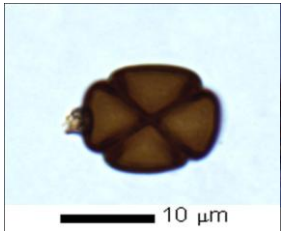




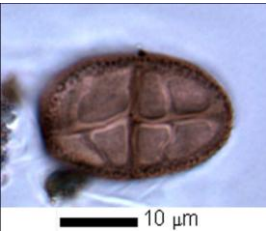
Pleospora



Polythincium



Spegazzinia



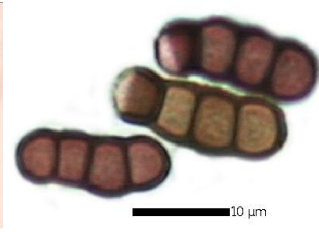
Stemphylium



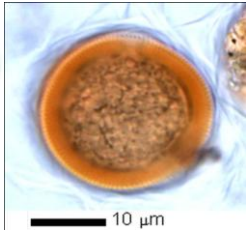
Telephora



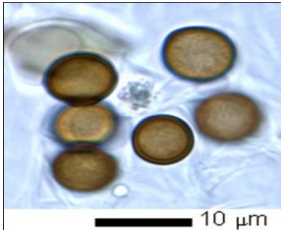
Tetraploa



Torula



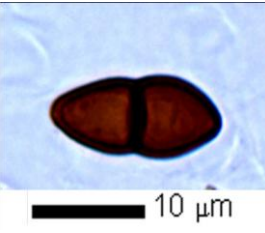
Uredospora naranja



Ustilago cynodictis



Ustilago avenae



Venturia



Venturia transparente