TRABAJO FIN DE GRADO:

BIENESTAR ANIMAL EN AVES DE PUESTA: GALLINAS

GRADO VETERINARIA | Daniel Cedillo Marqueño

Tutores: Dr. D. Juan de Dios Vargas Giraldo y Dr. D. Miguel Ángel Aparicio Tovar

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos

CURSO 2018-2019

ÍNDICE

1. Resumen y palabras claves 2
2. Summary and keywords 3
3. Introducción 4
4. Objetivos 7
5. Metodología de la revisión bibliográfica 8
6. Censos y Producciones del sector avícola de puesta 10
   6.1 Situación Mundial 11
   6.2 Situación en Europa 12
   6.3 Situación en España 15
7. Sistemas de producción en aves de puesta 18
   7.1 Caracterización de los sistemas de producción 18
   7.2 Ciclo productivo 21
   7.3 Razas de gallinas de puesta 22
8. Aspectos legislativos del bienestar animal en aves de puesta 25
9. Bienestar Animal en gallinas ponedoras 27
   9.1 Comportamiento 27
   9.2 Principales factores que afectan al bienestar de las aves de puesta 30
      9.2.1 Alimentación 30
      9.2.2 Iluminación 34
      9.2.3 Temperatura 37
      9.2.4 Ventilación 38
      9.2.5 Ruido 38
      9.2.6 Patologías más comunes 39
   9.3 Indicadores de bienestar en aves de puesta 44
   9.4 Jaulas 48
10. Reflexión final 55
11. Agradecimientos 56
12. Referencias bibliográficas 57

1.- RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

El presente trabajo de fin de grado es una revisión bibliográfica sobre el bienestar de las aves de puesta, centrado en las gallinas, ya que son la especie más importante desde las perspectivas censal y económica. Actualmente, existe una gran preocupación social por las condiciones en las que son criados los animales de granja, especialmente aquellos que se encuentran en granjas intensivas. Por ello, nuestro objetivo principal es conocer los factores que pueden influir en el bienestar de estas aves, ya que, generalmente, son criadas en sistemas intensivos. El creciente interés por sistemas alternativos se está traduciendo en un cambio en el mercado de los huevos.

En primer lugar, exponemos la situación actual de la producción avícola de puesta en España, en Europa y en el mundo. Además, se detallan las características de las principales razas de gallinas de puesta y el ciclo productivo, desarrollando cada una de sus fases. A continuación se describen los aspectos legislativos más relevantes del bienestar de animales de granja, destacando el interés de la Unión Europea al aprobar una legislación específica sobre la protección de gallinas ponedoras en 1999.

La última parte de este trabajo está centrada en la revisión de estudios científicos específicos acerca de los factores que influyen en el bienestar de estas aves, como la iluminación, la temperatura, la alimentación, el ruido o la ventilación. Los indicadores de bienestar son la única forma de conocer el estado en el que se encuentran las aves de puesta, donde la evaluación del comportamiento de estos animales juega un papel muy importante.

Palabras clave: bienestar animal, gallinas de puesta, indicadores, estrés, comportamiento, producción, jaulas.

2.- SUMMARY AND KEYWORDS

The present final degree project is a bibliographic review about welfare of laying birds, focused on hens, as they're the most important species from census and economic perspectives. Actually, there is a great social concern due to the conditions under which farm animals are raised, especially those who are in intensive farms. Therefore, our principal objective is to know the factors can influence in welfare of these birds, because generally they're raised in intensive systems. The growing interest in alternative systems is being translated into a change in the egg market.

First, we expose the current situation of production laying poultry in Spain, Europe and in the world. We also detail the characteristics of main breeds of laying hens and productive cycle, developing its phases. Then, we describe the most relevant legislative aspects of animal welfare on farms, highlighting interest of the European Union in approve specific legislation for the protection of laying hens in 1999.

The last part is focused on the review of specific scientific studies about factors influence on welfare of laying hens, as lighting, temperature, feeding, noise or ventilation. Welfare indicators are the only way to know state in which are found the laying hens, where behavioral assessment of these animals plays a very important role.

Keywords: animal welfare, laying hens, indicators, stress, behaviour, production, cages.

3.- INTRODUCCIÓN

El término bienestar animal no surge como un concepto científico, sino más bien a raíz de una creciente preocupación por parte de los consumidores, conscientes del trato que se les daba a los animales (García *et al*., 2009). Uno de los primeros investigadores que comenzó a interesarse por el sentimiento de los animales, fue Darwin en su libro *"La expresión de las emociones en los animales y en el hombre"*, en el que afirmaba que muchas especies expresan de forma similar algunos sentimientos, tales como miedo, frustración, ira, placer, dolor, etc, (Mazas, 2014). Esta observación fue una de las bases en las que se asentó posteriormente el conocimiento para el desarrollo de una serie de indicadores que valoran, entre otras cuestiones, la salud del animal, una parte muy importante del bienestar y dependiente directamente del profesional veterinario.

En cambio, parece que este pensamiento se desvirtuó con la llegada de la revolución industrial, en la que hubo un notable incremento de la población y por tanto, un aumento de la demanda de alimento. De este modo, Ruth Harrison en su libro "*Animal machines*", afirmó que en esa época a los animales no se les trataba como seres vivos, sino más bien como máquinas de producción inanimadas. En respuesta a esta afirmación surgió el Comité Brambell, creado por el gobierno británico en 1965 (Broom, 2011), donde se trataron aspectos como los sentimientos de los animales, la salud y el comportamiento natural.

Este informe tuvo una gran influencia en la investigación del bienestar animal en Europa, aplicándose dentro de diferentes disciplinas, como la etología animal y sus necesidades de comportamiento (Alm, 2015). A partir de este momento, el bienestar animal comenzó a considerarse una disciplina formal, estableciéndose que los animales de granja debían disponer de 5 libertades básicas aunque el concepto de libertad que propuso este Comité presentaba algunas dificultades lógicas y científicas, además de ser muy restringido. Por ello, en 1979 el *Farm Animal Welfare Council* (FAWC) desarrolló estas 5 libertades en un sentido más amplio en cuanto a las necesidades físicas y de comportamiento de los animales (Nicol y Davies, 2010):

1. Libres de hambre, sed y desnutrición
2. Libres de incomodidades en cuanto al alojamiento, el entorno, etc.
3. Libres de heridas, dolor o enfermedades
4. Libres de expresar un comportamiento normal
5. Libres de miedo y angustia

Hughes (1982) propuso una de las primeras definiciones de bienestar animal, afirmando que los animales deben estar en armonía con la naturaleza o con el entorno que les rodea. En cambio, Broom (1986) cree que el concepto de armonía no puede ser evaluado de una forma científica, por lo que propone otra definición de bienestar animal: *"El bienestar de un individuo es su estado respecto a sus intentos de enfrentar el ambiente en que se encuentra"*. De este modo, un bienestar satisfactorio será si el individuo se adapta al entorno de manera fácil y con pocos recursos. Más recientemente se estima que el buen bienestar animal depende en un

principio de la buena salud del animal, destacando, por tanto, el papel del veterinario. Pero es algo más. Los animales tienen emociones positivas, como el placer o la satisfacción, y negativas, como el miedo y la frustración, que etiquetamos como sufrimiento (Dawkins, 2006) y la ciencia del bienestar ha tenido, por ello, que responder a tres grandes preguntas: ¿Son conscientes los animales? ¿Cómo se puede evaluar el buen bienestar y el mal bienestar en los animales? ¿Cómo se puede usar la ciencia para mejorar, en la práctica, el bienestar de los animales?

Actualmente, la conciencia pública con respecto a la calidad, seguridad y cuestiones éticas de la producción de alimentos es mayor que nunca (Alm, 2015). Seguramente, la preocupación de una gran parte de la población está influenciada por un mayor conocimiento sobre los animales de renta, sometidos a niveles de producción elevados. La Comisión Europea (2016) publicó los resultados de la encuesta para conocer la opinión de los europeos en relación al bienestar animal en el Eurobarómetro. Los datos obtenidos en esta encuesta pudieron dilucidar cierta preocupación por parte de los encuestados. Tanto es así, que el 94% consideraron muy importante proteger el bienestar de los animales de granja, una cifra que coincide con la de los españoles. Además, el 59% estarían dispuestos a pagar un dinero extra por productos que procedan de una producción respetuosa con el bienestar de los animales (en el caso de los españoles desciende al 51%) y el 82% de los encuestados considera necesario que se proteja a los animales de granja más de lo que se hace hasta ahora. Donde existe mayor diferencia entre los países encuestados es a la hora de definir el bienestar animal. De este modo, 11 estados miembros creen que este concepto se refiere a la manera en la que se tratan los animales de granja, proporcionándoles una mejor calidad de vida. En cambio, otros países como España, prefieren la afirmación en la que el bienestar animal se refiere al deber de respetar a todos los animales.

La Organización Mundial de Sanidad Animal, anteriormente denominada Oficina Internacional de Epizootías (OIE), es quien asume el liderazgo en el campo del bienestar animal en el mundo, apoyada por los 180 países miembros. Un hecho que se reafirma en 2017 con la aprobación de su primera estrategia mundial de bienestar animal apoyado por la Unión Europea, muy comprometida a mejorar ciertos aspectos del bienestar animal, implementando normas con base científica a nivel mundial (Consejo de la UE, 2018). Incluso, ha elaborado su propia definición en la que afirma que el término bienestar animal *"designa el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere"* (OIE, 2018).

En cuanto a los aspectos legislativos, cuyo fin es establecer una serie de condiciones que aseguren y protejan el bienestar de los animales de manera obligatoria, también existen avances recibidos, en general, con gran aceptación. De este modo, los diferentes países han ido incorporando distintas normativas que regulan el trato de los animales, otorgando una especial atención a los destinados a fines productivos (Muñoz, 2014).

En el caso específico de la producción de gallinas de puesta, cuyo censo mundial alcanza los 7000 millones de animales (Windhorst, 2016), se encuentra en la actualidad atravesando una época de gran desconcierto en cuanto al bienestar de estos animales. En parte, esta

controversia viene dada por ser una producción de carácter intensivo y también debido a la falta de rigurosidad legislativa en este sector. Por ejemplo en China, máximo productor de huevos en el mundo, no existe ninguna norma específica que regule y proteja el bienestar de las gallinas de puesta. En el caso contrario se encuentra Europa, con un censo de 397 millones (MAPAMA, 2017), que en 1999 aprobó una normativa específica aún vigente, con el fin de brindar una mayor protección a estos animales, consiguiendo equilibrar un mejor rendimiento productivo con la obtención de productos de calidad.

Aun así, se siguen cuestionando algunos aspectos como el sistema de producción en jaula. Las principales críticas se centran en la falta de posibilidades que presentan las gallinas de puesta a la hora de realizar algunas pautas de comportamiento (Büttow, 2005). Por tanto, cada vez más se aboga por el uso de sistemas alternativos. Otro de los aspectos que crea una alarma social se produce durante el sexaje de pollos, donde las hembras sanas se transportan a las granjas de cría, pero los machos al no ser útiles para la producción de huevos son sacrificados poco después de su nacimiento (Weissmann *et al.,* 2013). En este trabajo, por tanto, se tratará de abordar desde un punto de vista objetivo todos estos aspectos, pero siempre de una forma generalizada debido a la gran cantidad de información, estudios y trabajos que existen actualmente acerca del bienestar en las aves de puesta.

4.- OBJETIVOS

El objetivo principal que nos planteamos cuando elegimos realizar este Trabajo de Fin de Grado y tras la entrevista con mis tutores fue el de realizar un trabajo de revisión bibliográfica con el que aprendiera y que me pudiera servir para mi futuro profesional como veterinario, así como para finalizar mis estudios de grado. Para alcanzar este objetivo principal, nos marcamos una serie de objetivos relacionados:

- Ampliar mis conocimientos sobre bienestar animal en los sistemas de producción en general, ya que considero que actualmente es un tema muy cuestionado por la sociedad, aunque se están consiguiendo grandes avances en su mejora. El bienestar animal es una disciplina que, desgraciadamente, tiene escaso peso en nuestro plan de estudios.

- Construir una opinión profesional y objetiva del tema en cuestión, que pueda servirme de ayuda en un futuro para desarrollar mi profesión, dado que tenía muy escasos conocimientos.

- Estudiar en profundidad como se lleva a cabo la producción de huevos, conocer censos y producciones, mercados, así como las condiciones de bienestar en las que viven actualmente las aves de puesta y su evolución como industria.

- Ampliar los conocimientos adquiridos durante mi etapa de estudiante sobre el comportamiento de los animales, específicamente en las gallinas, al considerar que es fundamental conocer cómo se comportan los animales o que necesidades comportamentales tienen, dado que es la base de muchos indicadores.

- Aprender a navegar en las bases de datos científicas con el fin de buscar artículos científicos contrastados y fiables que me ayuden a ejercer mi carrera profesional, analizarlos y utilizarlos.

- Aprender a realizar trabajos de revisión bibliográfica, donde la información se obtenga en plataformas de calidad científica, ampliando mi vocabulario científico en inglés.

5.- METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La realización del presente trabajo se ha llevado a cabo, en gran medida, mediante el estudio y análisis de artículos científicos encontrados en diferentes plataformas digitales, tanto nacionales como internacionales, destacando especialmente la WOS. Se realizó una selección de los artículos más relevantes, basándonos en el número de veces que estuviese citado, así como la fecha en la que se publicó, dando prioridad a aquellos de mayor actualidad. En menor medida, también se han utilizado guías y revistas específicas del tema a tratar o, al menos, que estuviesen relacionadas, con el objetivo de aportar una información detallada y actualizada.

Las plataformas digitales más utilizadas para llevar a cabo la revisión bibliográfica han sido:

- MAPAMA: Página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en la que se ha podido recabar información relacionada con la producción y el mercado ganadero, aspectos legislativos y algunas características del bienestar avícola de puesta. Actualmente, debido al nuevo cambio de gobierno español, la web está sufriendo algunas remodelaciones, por lo que esta página también puede ser encontrada como MAPA.

- TESEO: Base de datos de las tesis doctorales defendidas en universidades españolas desde 1976, que puede ser encontrada en la página web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. En esta plataforma se han podido encontrar dos tesis que han sido consultadas durante la realización de este trabajo: una relacionada con el bienestar animal en general y otra sobre la avicultura de puesta de forma más específica, realizada en el año 2005.

- *European Food Safety Authority* (EFSA): Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, creada en 2002 con el fin de ofrecer asesoramiento científico sobre los riesgos alimentarios existentes y emergentes. De este modo, sus funciones están relacionadas con la seguridad de los alimentos y piensos, la salud y el bienestar de los animales, la nutrición etc. En esta plataforma se han podido recoger las Opiniones del Panel Científico en Salud y Bienestar Animal (AHAW) basadas en artículos científicos que tratan de forma específica aspectos relevantes de la avicultura de puesta, como las necesidades de comportamiento, la iluminación o la alimentación. En el año 2015 se publicó la Opinión relacionada con las perchas en gallinas de puesta.

- *World Organisation for Animal Healt* (OIE): Organización mundial de Sanidad Animal fundada en 1924, con el fin de mejorar la sanidad animal en el mundo. Actualmente cuenta con 182 países miembros y entre sus objetivos se encuentra informar sobre la situación zoosanitaria en el mundo, difundir información científica veterinaria, garantizar la seguridad de los alimentos de origen animal y mejorar el bienestar animal, entre otros aspectos. La plataforma, entre otros aspectos, se ha utilizado en este trabajo con el fin de recoger información detallada sobre las enfermedades más importantes, de las que 18 de las registradas son específicas de aves.

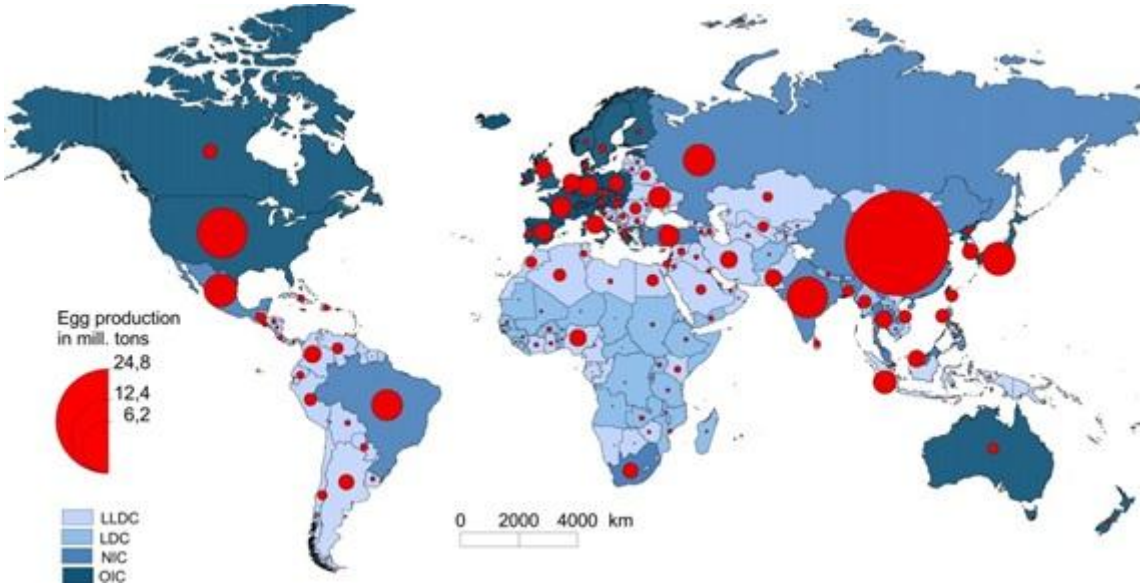
- *Webs of Science* (WOS): Es una plataforma que recoge las principales publicaciones científicas de cualquier disciplina de conocimiento desde 1945, convirtiéndose en un importante apoyo para que los planes en investigación sigan avanzando. Por tanto, se convierte en una fuente principal de cualquier revisión bibliográfica, debido a la ingente cifra de artículos científicos que se pueden encontrar. De este modo, al buscar en la base de datos *"animal welfare"* en el tema, aparecen 54.093 artículos, de los cuales 4.688 tienen las palabras "*animal welfare"* en el título. De forma más concreta, encontramos 1.715 artículos relacionados con *"welfare laying hens"*, palabras que se encuentran en el título de 131 artículos. Debido a la cantidad de información que recoge esta plataforma, se ha procedido a realizar una lectura analítica de los artículos que están más veces citados y son de mayor actualidad, combinando en la búsqueda determinadas palabras clave como jaulas enriquecidas, indicadores, etc., términos importantes en nuestro estudio.

También se ha utilizado Google académico, un buscador que permite localizar todo tipo de documentos académicos (tesis, libros, artículos científicos, noticias etc.) y la revista Selecciones Avícolas, que surgió en 1959 y está orientada a los profesionales del sector avícola. Actualmente, tiene lectores en España, Portugal y Latinoamérica.

6.- CENSOS Y PRODUCCIONES DEL SECTOR AVÍCOLA DE PUESTA

El censo de aves de puesta ha experimentado un fuerte incremento en los últimos años, siendo mayor en países de Asia y América Latina (Gráfica 1), donde este aumento de los censos ha sido más patente, como consecuencia de la fuerte demanda mundial de huevos y ovoproductos. Por ello, la producción mundial de huevos sigue una tendencia alcista imparable en estos últimos años, dado que se trata de un alimento con un alto contenido en agua (40g/unidad) y con un valor energético no muy elevado (84 kcal/unidad). En cambio, al ser una fuente rica en proteínas (6,4 g/huevo) de alto valor biológico, presenta una gran calidad nutritiva. Dichas proteínas aparecen en las dos partes comestibles del huevo. En la clara se encuentra mayoritariamente la ovoalbúmina (54% de las proteínas) y además ovomucina, conoalbúmina etc. Cabe destacar que para aprovechar todos los componentes de estas proteínas es necesario cocinarlas, ya que sino el organismo las digiere solo de forma parcial. En la yema, se encuentran proteínas tales como: lipovitelina, LDL, livetina, lipovitelinina etc. En el caso de las grasas, se concentran principalmente en la yema del huevo siendo mayoritariamente triglicéridos (66%), fosfolípidos (28%) y colesterol (6%). La proporción de ácidos grados saturados e insaturados que aparecen en el huevo se encuentran dentro de las recomendaciones nutritivas, siendo uno de los alimentos de origen animal que mejor composición grasa presenta. Entre los micronutrientes presentes en el huevo destacan las vitaminas A, D, B12, B2 y los minerales como el fósforo y el yodo principalmente, aunque en menor medida también hierro, selenio y zinc. (FEN, 2011)

Gráfica 1. Mapa gráfico de la producción de huevos en el mundo



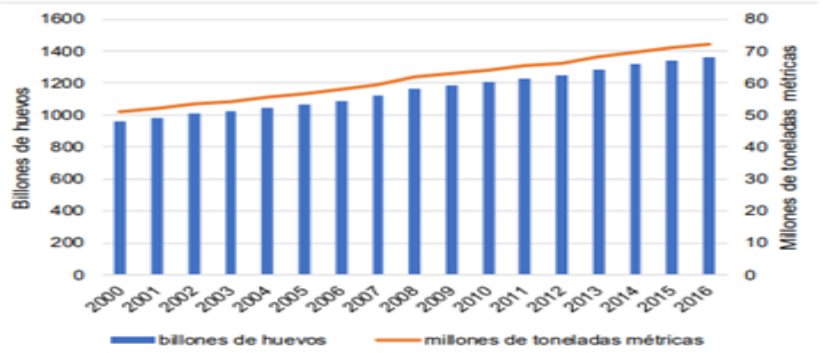
LLDC: Países subdesarrollados; **LDC**: Países menos desarrollados; **NIC**: Países recién industrializados; **OIC**: Antiguos países industrializados. **Fuente: Windhorst, 2016**

Este alimento, además, también es muy utilizado a modo de ovoproducto en industrias alimentarias y repostería. Según los últimos datos registrados, en el año 2017 se consumieron un total de 382.752 toneladas de huevos en España, un 1,7% más que el año anterior y con una media de 8,39 Kg de huevos por persona y año (MAPAMA, 2018). La mayor parte de estos huevos proceden de gallinas que habitan en jaulas, aunque en los últimos años existe cierta tendencia al consumo de huevos que provengan de sistemas alternativos, alcanzando hasta un 13% del consumo total (MAPAMA, 2016).

6.1 SITUACIÓN MUNDIAL

El censo mundial de gallinas ponedoras creció en los últimos 20 años más de un 88%, pasando de los aproximadamente 4.000 millones a los más de 7.000 millones de gallinas en la actualidad (Windhorst, 2016), siendo las responsables de la producción de más del 90% de los huevos. Entre los años 2000 y 2016 la producción mundial de huevos se incrementó en más del 40%, con un aumento medio del 2,2% anual, alcanzándose en 2016 los 72 millones de toneladas (Gráfica 2), lo que significa que se llegaron a producir 1.360 billones de unidades de huevos. Actualmente, China es el mayor productor de huevos del mundo alcanzando en 2015 los 30 millones de toneladas, aportando por tanto el 40% de la producción mundial. En segundo lugar se encuentra Estados Unidos, con el 7% y 5,5 millones de toneladas y, por detrás, India con un 6% y 4,4 millones de toneladas. Otros países, como México, Japón o Rusia, también contribuyen de manera importante a la producción mundial (Aguirre y Pizarro, 2018).

Gráfica 2. Tendencia en la producción mundial de huevos (2000-2016)



Fuente: Aguirre y Pizarro, 2018

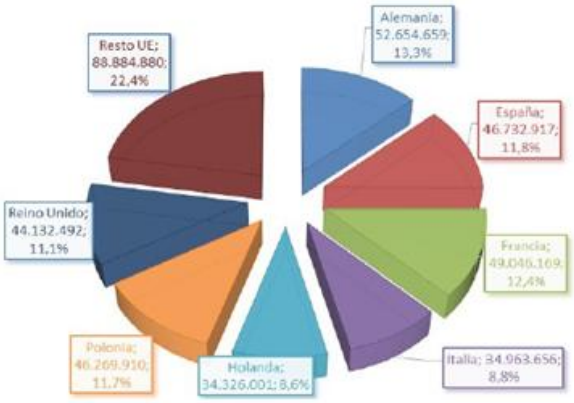
Si bien en el año 2014 se produjo un cierto retroceso en la producción mundial de huevos debido a los brotes de gripe aviar en China y aun así se esperaba que en los próximos años se llegara a las 100 millones de toneladas, lo cierto es que el incremento del interés por los sistemas de alojamientos alternativos, donde las gallinas se crían en espacios abiertos (*free-range*), podrían modificar estas previsiones en regiones como Europa o Estados Unidos. De hecho, en California se tomó la decisión en el año 2008 de prohibir las jaulas convencionales a partir del 2015, tendencia a la que se sumaron las diferentes cadenas de supermercados y restaurantes, indicando que a partir de 2020 no ofertarían ni utilizarían huevos producidos en

sistemas intensivos. En los próximos años, en países como Canadá o Estados Unidos, se prevé que el 50% de la producción de huevos proceda de sistemas alternativos (Aguirre y Pizarro, 2018).

6.2 SITUACIÓN EN EUROPA

En la Unión Europea, el censo de gallinas ponedoras en 2017 fue de 397 millones (MAPAMA, 2017). Casi el 80% del censo se concentra principalmente en 7 países, siendo Alemania el segundo mayor productor de huevos, pero con el mayor censo con 52 millones de animales (13,3%), siguiéndole Francia (que es el mayor productor de huevos de la UE) con 49 millones (12,4%), España con 47 millones (11,8%) y Polonia con 46 millones (11,7%) (Gráfica 3).

Gráfica 3. Censo de gallinas ponedoras en la UE (año 2017)

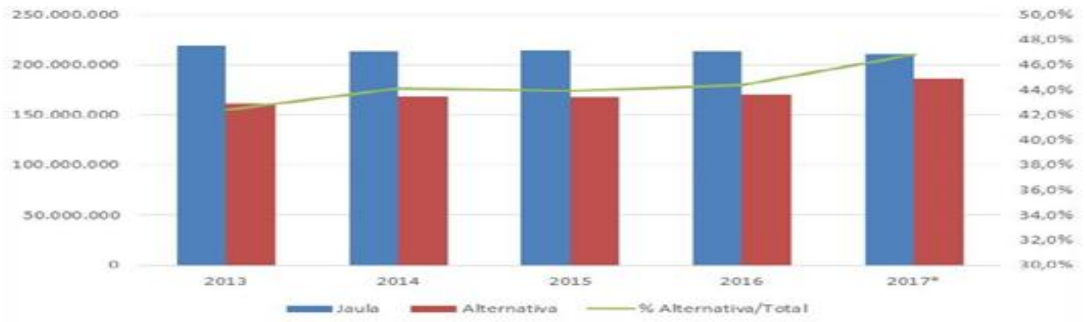


Fuente: MAPAMA, 2017

En la Unión Europea las granjas comerciales son de cuatro tipos, según su sistema de producción: granjas con gallinas en jaulas acondicionadas, en suelo, camperas y ecológicas. En cuanto a la evolución del censo de gallinas por forma de cría en la Unión Europea, en 2013 el 57,6% (219 millones) de las gallinas ponedoras se encontraban en sistemas de jaula, siendo el porcentaje restante (42,4%) las de sistemas alternativos. El porcentaje de los sistemas alternativos en los últimos años se ha incrementado sustancialmente, representando ya casi el 47% del total (Gráfica 4) (MAPAMA, 2017).

Este cambio de sistemas de producción en la Unión Europea, inducido por la aplicación de la legislación de bienestar animal en aves de puesta que prohíbe, a partir del 2012, la producción de huevos en jaulas no enriquecidas, ha provocado un aumento de los costes de producción, que en el caso de los sistemas en suelo podrían estimarse entre el 15 y el 30% (MAPAMA, 2016).

Gráfica 4. Evolución de censos de gallinas ponedoras en la UE según sistema de alojamiento

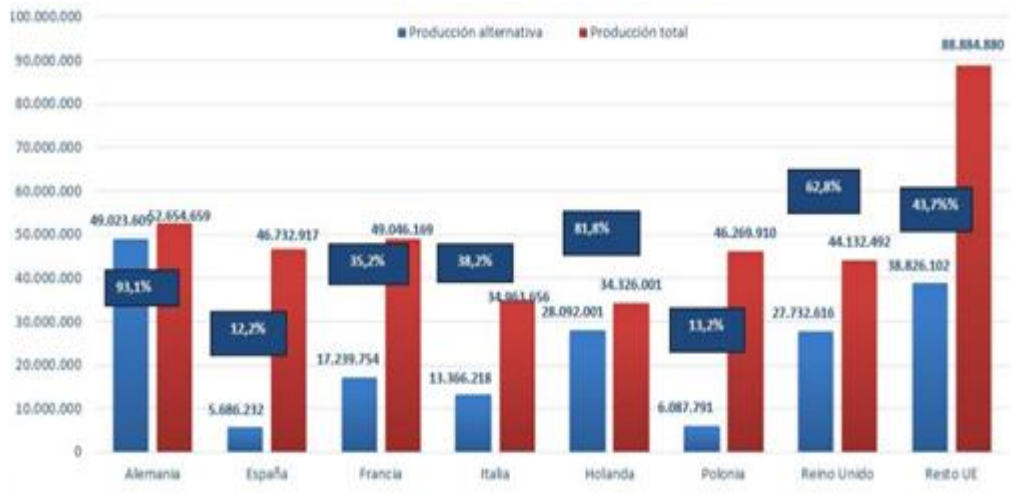


Fuente: MAPAMA, 2017

Este incremento de los costes se debe a una serie de factores tales como el mayor consumo alimenticio por parte de las aves debido a su mayor actividad, el aumento del número de huevos sucios, rotos y puestos en el suelo, la necesidad de aumentar el espacio por ave y, por tanto, la disminución de la capacidad en naves que han tenido que ser adaptadas (MAPAMA, 2016). Por ejemplo, en el caso de Alemania, donde actualmente menos del 10% de las gallinas ponedoras se encuentran ya en jaulas enriquecidas, se comienza a hablar incluso de prohibir dichas jaulas a partir del año 2025.

Si bien la tendencia global observada en la UE en cuanto al cambio de los sistemas de explotación es clara, la proporción de gallinas en cada sistema de producción varía mucho entre los distintos países. Alemania (93,1%), Holanda (81,85) y Reino Unido (62,85) son los países con mayor porcentaje de gallinas en sistemas alternativos. España, por otra parte, es uno de los países con el porcentaje más bajo en cuanto al uso de este tipo de sistemas (12,2%) (Gráfica 5).

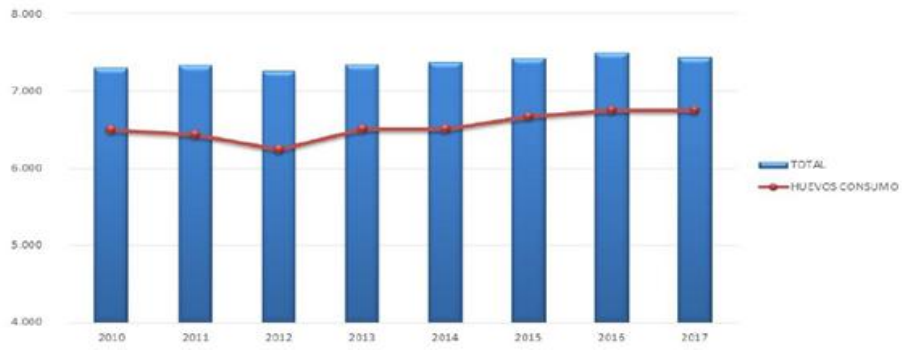
Gráfica 5. Censo de gallinas ponedoras por sistema de cría en la UE (2017)



Fuente: MAPAMA, 2017

La producción de huevo en la Unión Europea ascendió a más de 7 millones de toneladas en 2017, de los cuales más del 80% son destinados al consumo (Gráfica 6). Y, en función de la tendencia observada, se prevé que en los próximos años el mayor porcentaje provenga de sistemas de producción alternativos.

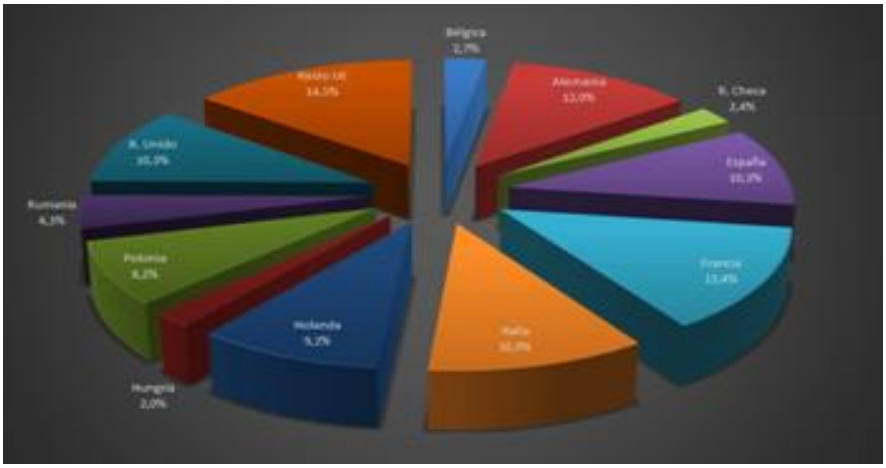
Gráfica 6. Evolución de la producción total de huevos en la UE (miles de toneladas)



Fuente: MAPAMA, 2017

Francia aún mantiene su posición como el mayor productor de huevos europeos, ya que contribuyó con 994.000 toneladas (13,4%) en 2017, mientras que Alemania llegó a las 890.000 de toneladas (12%) e Italia a las 808.000 toneladas (10,9%) (Gráfica 7). Detrás de estos países se encuentran España, Reino Unido y Holanda. (MAPAMA, 2017)

Gráfica 7. Producción total de huevos en la UE (Año 2017)



Fuente: MAPAMA, 2017

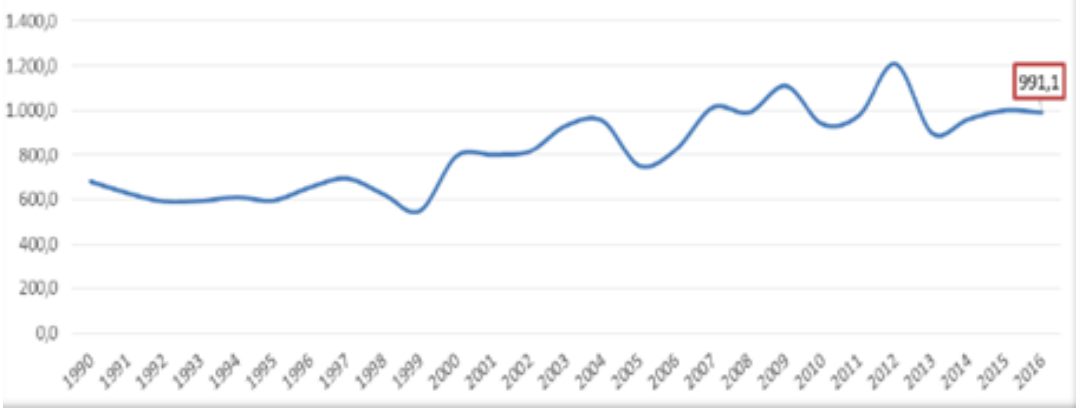
6.3 SITUACIÓN EN ESPAÑA

En España, como en el resto de países de la UE, el sector avícola de puesta se vio sometido a partir del 2012 a una verdadera reestructuración debida a la finalización del plazo concedido por la normativa de bienestar animal en relación a la prohibición del uso de jaulas de puesta (BOE, 2002). A causa de esta reconversión, la cual obligó a realojar a todas las gallinas ponedoras en jaulas enriquecidas, el sector se dividió en dos grupos, según el sistema de alojamiento elegido:

- Grandes explotaciones industriales con jaulas enriquecidas
- Pequeñas explotaciones con sistemas alternativos

Estas grandes explotaciones con sistemas de jaulas abarcan un alto porcentaje de la producción total en España. Tanto es así que 7 de estas compañías producen el 60% del total de huevos en España, englobando a su vez el 45% del censo de gallinas ponedoras. En el año 2016, el sector avícola de puesta representó el 6,1% de la producción final ganadera, que supusieron unos 991 millones de € (Gráfica 8), indicando así que su valor de mercado se encuentra estable, aunque lejos todavía de los 1.200 millones de euros a los que se llegaron el año de la reestructuración (MAPAMA, 2016).

Gráfica 8. Evolución del valor económico de la producción de huevos en España (millones de €)



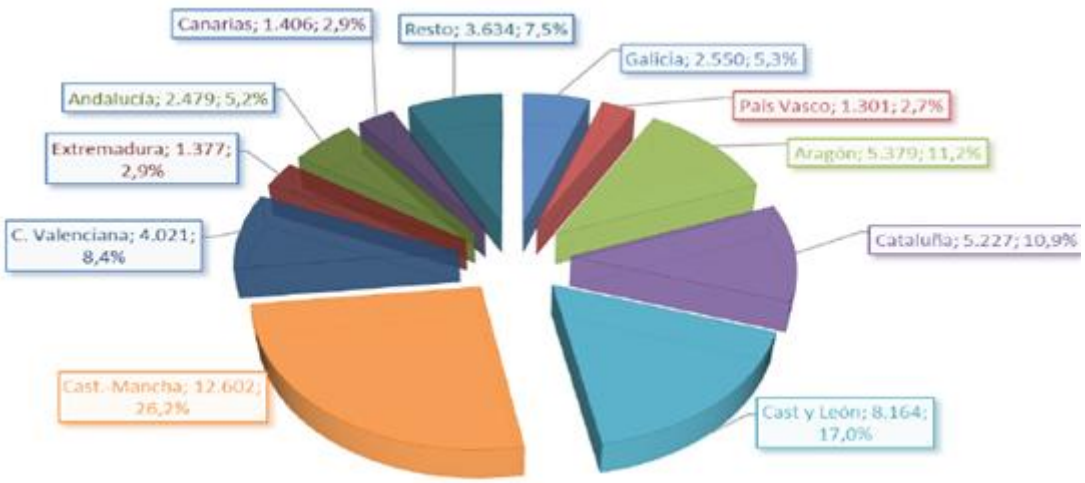
Fuente: MAPAMA, 2016

Como ya se ha indicado, el censo de gallinas ponedoras en España se encuentra en la actualidad en torno a los 47 millones de animales. Por tanto, este censo se está recuperando ya que en 2012 desaparecieron muchas explotaciones, reduciéndose el número de animales hasta los 43,6 millones. Se espera alcanzar pronto la cifra media de los años previos al 2012 de 50 millones de ponedoras (MAPAMA, 2016).

En cuanto al censo de gallinas por Comunidades Autónomas, destaca Castilla la Mancha con el 26,2% del total del censo, Castilla y León con el 17%, seguido de Cataluña con el 10,9%. Extremadura, con tan sólo el 2,9% del total de España (Gráfica 9), es una de las Comunidades

con menor censo y, por tanto, con mayor capacidad de crecimiento. Y mucho más si pensamos en la progresiva implantación de los sistemas alternativos de explotación.

Gráfica 9. Censo de gallinas ponedoras por CCAA, año 2016 (miles de aves)

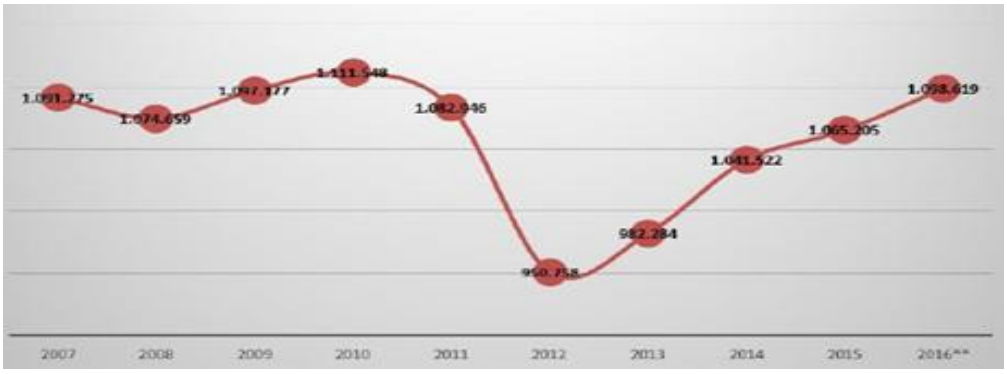


Fuente: MAPAMA, 2016

El incremento de la demanda del consumidor español de huevos producidos de una forma más sostenible y respetuosa, como ocurre en otros países de la Unión Europea, acabará modificando los sistemas de explotación. Y aunque en España el censo de gallinas ponedoras alojadas en sistemas alternativos está aún muy alejado de la media europea, también es cierto que ha pasado de suponer un 7% en 2016 a un 12,2% en el año 2017 (MAPAMA, 2017).

En cuanto a la producción de huevos, su evolución en España se encuentra en un constante incremento desde el 2012, a partir de ese mínimo histórico de 950.000 docenas, recuperando la tendencia observada entre 2008 y 2010, superando ya el millón de docenas en 2016 (Gráfica 10).

Gráfica 10. Evolución de la producción de huevos en España (miles de docenas)



Fuente: MAPAMA, 2016

Por Comunidades Autónomas en cuanto a porcentaje de la producción de huevos, destaca en primer lugar Castilla la Mancha (25,2 %), seguida de Castilla y León (17,3 %), Aragón (11,75 %) y Cataluña (11,2 %), acorde con la localización del censo, ya que la mayoría son grandes explotaciones con animales en jaulas enriquecidas (MAPAMA, 2017).

Sin embargo, como ya se ha señalado, se van observando ciertos cambios en los sistemas de producción como, por ejemplo, en la producción de huevos ecológicos. En el año 2016 se produjeron ya más de 46 millones de huevos ecológicos, destacando principalmente la comunidad de Andalucía, que produjo el 25,5% del total y además Cataluña con el 20%. Por tanto, entre ambas comunidades autónomas se encuentra casi el 50% del total de la producción ecológica, aunque Galicia y País Vasco también tienen cierta relevancia en este ámbito (MAPAMA, 2016).

La exportación de huevos y ovoproductos es más una forma de liberar los excedentes anuales que una actividad prioritaria dentro de la avicultura de puesta (MAPAMA, 2016). Por ello, es una actividad que se encuentra sujeta a numerosos altibajos dependiendo de las circunstancias que se producen en el año, pero casi siempre con valores netamente positivos. Por ejemplo, en el año 2012 a consecuencia de la brusca caída mencionada anteriormente en la producción de huevos en España, también se produjo un importante descenso en las exportaciones, ya que en ese año no existieron excedentes. En cambio, en el 2015, hubo uno de los picos más altos en cuanto a exportación se refiere (195.665 toneladas), debido a la aparición de la gripe aviar en Estados Unidos, viéndose obligado este a incrementar sus importaciones a causa de la caída de su producción. O, más recientemente, en el año 2017, en el que se desencadenó una alarma en la avicultura de puesta debida a la detección de varios casos de Influenza aviar en España. Este incidente originó que algunos países cerraran su mercado a todos los productos avícolas que procedían de España, hasta que transcurridos unos meses se consiguió volver a la normalidad. Posteriormente se declaró la alerta por la presencia de huevos contaminados con Fipronil (insecticida de amplio espectro cuyo uso está prohibido en la cadena alimenticia), afectando a numerosas granjas de diversos países pero no a España (Inprovo, 2018).

Como se puede observar, la incidencia de enfermedades, sobre todo de la gripe aviar, tiene una especial trascendencia indirecta en el mercado mundial de huevos y ovoproductos, y afecta muy directamente a las gallinas ponedoras y a su bienestar, ya que implica el sacrificio y manipulación. Por otra parte, las gallinas de desvieje son los subproductos que genera este sistema de producción, ya que una vez que finalizan su ciclo productivo aproximadamente a las 72 semanas de vida, son enviadas al matadero. En España, anualmente se sacrifican alrededor de 35 millones de gallinas, de las cuales más del 80% son exportadas a países africanos, como por ejemplo Benín, o países asiáticos. Por tanto, solo un pequeño porcentaje se queda para consumo interno, ya que es un producto muy poco demandado en nuestro país. Esta situación provoca actualmente que dependamos del comercio exterior, obligándonos a ser competitivos en calidad y precio (Inprovo, 2016).

7.- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN AVES DE PUESTA

En España, el sector avícola está organizado mayoritariamente por un sistema de integración vertical, en el cual todas las partes integrantes están sujetas a una jerarquía. De este modo, la empresa integradora es la propietaria de las aves, encargada de aportar asistencia técnica, alimento y responsabilizarse del transporte de los animales al matadero. A cambio, la granja o parte integrada se encarga de criar a las aves, mantener las instalaciones adecuadas y cumplir las normas mínimas sanitarias (Cedó, 2003). En el caso de las gallinas ponedoras no existe ese nivel de integración vertical, aunque existen grandes empresas que se organizan de ese modo. Existe una gran variedad de sistemas de alojamiento para gallinas de puesta, ya que ha sido el foco de investigación científica durante varios años. En las últimas décadas, se han introducido rápidamente nuevos sistemas de cría de gallinas ponedoras en un esfuerzo por armonizar la salud y el bienestar de las aves con las demandas del consumidor, el productor, la industria y el medio ambiente (Rakonjak *et al.*, 2014).

7.1.- CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Actualmente existen 4 grandes sistemas de producción diferentes, cada uno de ellos con multitud de variantes en cuanto a instalaciones, alimentación tipo de animales, etc.: **Cría en jaulas enriquecidas, en suelo, gallinas camperas y gallinas ecológicas.**

Cría en jaula enriquecida

Es un sistema de producción intensivo, en el que se aprovecha al máximo el espacio disponible en el interior de la granja a través de una serie de jaulas acondicionadas. En cuanto al ambiente de la nave, se encuentra totalmente controlado y automatizado para proporcionar a las aves el máximo confort y permitirles alcanzar un buen rendimiento. De este modo, a las gallinas se les facilitan intervalos de 16 horas de luz (seguido de 8 horas de oscuridad), un sistema de ventilación eficiente que no permite el incremento de los niveles de Nitrógeno, un nivel de ruido bajo y una temperatura controlada entre 22 y 24 grados. (Elías *et al.*, 2016)

Estos habitáculos necesitan tener una serie de características obligatorias, de acuerdo con la Normativa Europea (Directiva 1999/74/CE) (DOUE, 1999):

- Cada gallina dispone como mínimo de 750 cm2 de superficie de la jaula, de los cuales 600 cm2 son superficie utilizable.
- La altura de la jaula nunca es inferior a 20 cm, ni la superficie total inferior a 2000cm2.
- Un nido con su correspondiente yacija, de tal modo que las aves pueden picotear y escarbar.
- Suficientes aseladeros, en los que cada gallina cuenta al menos con 15 cm.
- Presencia de un comedero utilizado sin restricciones, con una longitud mínima de 12 cm por gallina.

- Teniendo en cuenta el tamaño del grupo, cada jaula dispone de un bebedero. Si se tratase de bebederos con conexiones, cada gallina tiene acceso al menos a dos boquillas o cazoletas.
- Las hileras de jaulas se encuentran separadas por pasillos de 90 cm y las jaulas se encuentran a 35 cm del suelo como mínimo.
- Las jaulas disponen de recorte de uñas.

Figura 7.1. Gallinas en jaulas enriquecidas. Fuente: Elson *et al.,* 2009

Cría en suelo

Es un sistema alternativo, en el que las gallinas ponedoras permanecen en el suelo de la nave. Al igual que en las jaulas acondicionadas, el ambiente también se encuentra totalmente controlado y acorde con el bienestar de los animales. Dentro de este sistema, existen dos tipos de instalaciones: Los aviarios, que disponen de varias alturas para permitir una mayor densidad de gallinas, y el sistema de planta única, orientado a granjas de menor densidad. Por otra parte, la cría en suelo debe cumplir las siguientes condiciones:

- La densidad de las aves no puede ser superior a 9 gallinas/m^2
- Comederos longitudinales con un espacio mínimo de 10 cm por gallina, o bien circulares de 4 cm/gallina mínimo.
- Yacija de al menos 250 cm^2, ocupando un tercio del suelo.
- Bebederos continuos con un espacio mínimo de 2,5 cm por gallina, o circulares de 1 cm/gallina. Si fuesen de taza o boquilla uno cada 10 aves.
- Si los nidos son individuales, uno cada 7 gallina y si son colectivos una superficie mínima de 1m^2 para un máximo de 120 aves.
- Aseladeros con espacio mínimo de 15 cm por gallina, además no se pueden instalar sobre yacijas. La distancia horizontal entre los aseladeros debe ser de 30 cm y entre el aseladero y la pared 20 cm.

En el caso de las instalaciones con distintos niveles, la altura deberá ser al menos de 45 cm, el número de niveles nunca debe ser superior a 4, dispuestos de tal forma que impidan la caída

de excrementos a los pisos inferiores. Los comederos y bebederos deben estar igual de accesible para todas las gallinas. (Elías *et al*., 2016)

Figura 7.2. Gallinas criadas en suelo. Fuente: EFEAGRO, 2018

- Gallinas camperas

Es un sistema de producción, en el cual permite a las aves tener la posibilidad de acceder a una zona de parque cubierta de vegetación, a excepción de que existan restricciones sanitarias, en el que las gallinas pueden tener acceso limitado al exterior. El manejo de las aves en este tipo de alojamiento es laborioso y muy complejo debido a las condiciones ambientales descontroladas y la composición impredecible de la dieta (Miao *et al.,* 2004).

Al igual que en los demás sistemas, existen ciertas medidas que deben cumplirse. En primer lugar, deben existir trampillas con acceso directo al exterior, con una altura mínima de 35 cm y una anchura de 40 cm, además de una apertura de 2 metros de ancho para cada 1000 aves. Los espacios exteriores deben tener una superficie suficiente con respecto a la densidad de gallinas que habiten y además, deben existir refugios contra depredadores y condiciones climáticas adversas y bebederos adecuados. (DOUE, 1999)

Figura 7.3. Gallinas camperas (*free-range*). Fuente: Elias *et al*., 2016

- Gallinas ecológicas

Se realiza, de forma general, en un sistema de suelo con acceso a parques, en los que está prohibida la cría en jaulas. Las gallinas deben pasar al menos 1/3 de su vida al aire libre, disponen de perchas, nidales y un período de luz mínimo de 16 horas, con un descanso

nocturno de 8 horas. Cada gallinero aloja un máximo de 3000 gallinas ponedoras, los cuales deben estar provistos de trampillas de entrada y salida a parques exteriores (4m/100m^2) y una parte lo suficientemente grande del suelo debe estar destinada a la recogida de deyecciones. La producción de estiércol tiene que ser inferior a 170 Kg de nitrógeno por hectárea y año. La alimentación de las aves debe realizarse con pienso ecológico, recomendándose que proceda de la explotación en la que se encuentran (DOUE, 2008).

7.2.- CICLO PRODUCTIVO

El ciclo productivo de las gallinas de puesta se divide normalmente en 4 etapas: cría, recría, pre-puesta y puesta. Las dos primeras fases son de vital importancia, ya que marcarán el futuro productivo del animal (Rafart *et al*., 2006).

- **La etapa de cría** tiene lugar desde el nacimiento del animal hasta las 4 semanas de vida. Antes de la llegada de los animales, se controla que la temperatura de la nave se encuentre entre 28-31 grados. Durante los primeros días, es importante mantener un programa lumínico de 22-24 horas de luz de intensidad alta, fomentando de este modo el consumo de agua y pienso. A partir de los 14 días, se debe ir reduciendo la luz en tiempo y en intensidad (ISA, 2009). Es importante también que la alimentación esté muy controlada, ya que los pollitos tienden a consumir más de lo que necesitan, pudiendo repercutir negativamente en el momento de la puesta (Rafart *et al*., 2006).
- **La etapa de recría** se produce entre las 4-16 semanas de vida, tiempo en el que se prepara al animal para la puesta, con el objetivo de conseguir un buen desarrollo corporal y un peso vivo óptimo (Revidatti *et al*., 2006). A lo largo de estas semanas, las horas de luz se siguen disminuyendo progresivamente hasta alcanzar una estabilidad de 8-10 horas diarias. En el caso de la alimentación, como en esta etapa el cuerpo aún se está desarrollando, necesitan una ración de crecimiento, que debe ser rica en energía hasta las 12 semanas. A partir de ese momento, se reduce el nivel energético, ayudando de este modo al desarrollo del buche (ISA, 2009).
- **La etapa de pre-puesta** es una fase muy corta, que tiene lugar desde las 17 semanas hasta la puesta de los primeros huevos (normalmente a las 19-20 semanas). Esta etapa se aprovecha fundamentalmente para ir incrementado progresivamente las horas de luz, alcanzando las 16-18 horas diarias (ISA, 2009). Es un momento crítico, ya que los animales se trasladan a las granjas de puesta, por lo que el manejo de las aves es muy importante para evitar cualquier situación de estrés.
- **La etapa de puesta** se inicia a las 19-20 semanas de vida y se prolonga, aproximadamente, hasta las 72 semanas. En esta fase la iluminación se mantiene constante, objetivo que se consigue en la etapa anterior, con 16-18 horas de luz. El consumo de pienso debe incrementarse en un 40% desde el inicio de la puesta hasta llegar al pico máximo de producción (ISA, 2009). Este pico se suele alcanzar entre las 28-32 semanas de vida, al que le sigue una fase de 6-7 semanas en el que el nivel productivo apenas varía. A partir de

aquí, la puesta de huevos desciende paulatinamente, entre un 0,5-0,7% por semana (García *et al*., 2009a).

En el momento que la producción desciende por debajo del 65% (aproximadamente a las 65 semanas de vida), algunas granjas someten a las gallinas a una técnica conocida como muda forzada, con el fin de desarrollar un segundo ciclo de puesta y por tanto, alargar la vida productiva del animal (García *et al*., 2009a). Pueden ser métodos basados en períodos de ayuno, restricciones de luz, deficiencias nutricionales o suplementar con compuestos químicos, como Óxido de Zinc. Esta técnica se relaciona con un rejuvenecimiento de las aves, debido a la regresión del oviducto, y una renovación del plumaje (Callejo, 2013).

El objeto de estudio en este trabajo será la evaluación del bienestar de las gallinas durante la fase de puesta, donde las granjas de ponedoras centran todos sus esfuerzos para adquirir el máximo nivel productivo.

7.3.- RAZAS DE GALLINAS DE PUESTA

La producción de huevos se considera una industria ganadera. Ello es debido al nivel de intensificación tan elevado al que son sometidas las gallinas, por lo que su bienestar ha sido siempre cuestionado. Sin embargo, las razas de gallina empleadas en estos sistemas productivos han sido y son seleccionadas para poder producir en estas condiciones de intensividad. Si según Broom (1986), "*el bienestar de un individuo es el estado en que se encuentra dicho individuo en relación a sus intentos de afrontar su ambiente*", parece claro que determinadas razas están más adaptadas que otras para adaptarse a este entorno. Por ello, desde la perspectiva del bienestar, los cambios que actualmente se están produciendo en las instalaciones de las gallinas de puesta, indefectiblemente conducirán a la aparición de nuevas razas y líneas adaptadas a estas nuevas condiciones. Seguramente, por ejemplo, las razas que tradicionalmente se emplearon en jaulas convencionales no serán las más adecuadas para ser utilizadas como gallinas camperas, por lo que la investigación se deberá ir adaptando a las nuevas circunstancias.

Actualmente existen diversas razas de gallinas domésticas destinadas a la puesta de huevos, cuya producción anual puede oscilar entre los 180-300 huevos, dependiendo de la raza. Algunas de ellas se han distinguido respecto a las demás por su mejor adaptación a los sistemas de explotación intensiva o bien por las características productivas que pueden aportar a nuevas líneas genéticas (INTA, 2008). A continuación, se detallarán los aspectos más relevantes de las principales razas de gallinas de puesta en España que intervienen en la producción de híbridos comerciales y que han sido seleccionadas por su alta tasa de puesta, tamaño, buen índice de conversión, poca tendencia a la cloquez, baja predisposición a la enfermedad y tamaño de huevo.

- **Leghorn**: Raza liviana de crecimiento lento, en el que la hembra puede pesar alrededor de 2Kg. Presenta el plumaje blanco, con patas y pico amarillo. Son aves precoces, iniciando el período de puesta a las 18-20 semanas. Presentan una producción muy

alta de huevo de color blanco, con una media de 200-250 huevos/anuales y un peso de 45-59 gramos. (Navarro y Dávila, 2005)

- **Rhode Island Roja**: De origen americano, es una raza con un cuerpo ancho y largo, con 3 Kg de peso en el caso de la hembra. El color de sus plumas es mayoritariamente rojizo y otras de color negro en la zona de la cola o las alas, aunque presenta un emplume lento. Inician el período de puesta entre las 18-20 semanas y aunque se considera una raza de doble propósito, tiene una producción de 200-220 huevos/año. Es muy utilizada para realizar cruzamientos con otras razas, consiguiendo así híbridos comerciales (Navarro y Dávila, 2005).
- **Plymouth Rock Barrada**: De cuerpo largo, ancho y de buen tamaño, con un plumaje de líneas blancas y negras, que le proporcionan un aspecto grisáceo. Se considera una raza de doble propósito, alcanzando la madurez sexual a las 20-24 semanas. Presentan una producción alta de huevos de color marrón, alcanzando los 200 huevos/ año con un peso medio de 55g (MAI, 2018).
- **New Hampshire**: Es una raza que se originó a partir de la Rhode Island Red hace más de 100 años, importándose posteriormente a Europa. Sus plumas son de color rojizo brillante con tonos dorados. Las hembras pueden alcanzar los 3 Kg de peso y se caracterizan por su gran productividad, sobre todo en épocas de primavera y verano, y alta fertilidad. Por tanto, pueden alcanzar los 200 huevos/año, los cuales serán de color marrón con un peso medio de 60 g. (MAI, 2018)

Por otra parte, existen diversos híbridos industriales, fruto del cruzamiento entre razas anteriormente mencionadas, pero mejoradas en su capacidad de producción. En concreto destacan:

- Hy-Line Brown: Es una de las líneas genéticas con mayor producción de huevos, representando actualmente el 60% del mercado en China, o lo que es lo mismo, el 35% de la producción mundial (Hy-Line International, 2014). Son aves con un emplume rápido, de color marrón. Inician la puesta a las 18-20 semanas, con una producción de 243-329 huevos/año y un peso medio de 65-70 g/huevo. Presentan otras ventajas como un alto índice de conversión del alimento en huevo (Hy-Line International, 2018).
- Isa Brown: Línea genética que surge a partir del cruce entre la raza Rhode Island roja y Rhode Island blanca. Son aves con un plumaje de color marrón, que pueden alcanzar los 2 Kg de peso. Presentan una producción muy alta, pudiendo llegar los 300 huevos/anuales. Al igual que el híbrido Hy-Line, también presentan un alto índice de conversión (García *et al*., 2009a)

Como estas líneas genéticas se encuentran orientadas para la producción intensiva y actualmente se desconoce si podrán adaptarse a la nueva tendencia de los sistemas alternativos, cabe destacar también algunas razas autóctonas de mayor rusticidad, y por lo tanto, mejor adaptabilidad a los demás sistemas:

- **Andaluza azul**: Raza de talla media, cabeza larga y profunda y tronco delgado. El color de su plumaje es azul grisáceo, presentando además una cola larga. El peso medio de la hembra puede oscilar entre los 2,5-3 Kg. En cuanto al nivel de puesta es medianamente elevado, alcanzando los 165 huevos/año, con un peso medio de 70-80 gramos. Es una raza con una buena adaptación a las condiciones extensivas, pudiendo alimentarse de los recursos que se encuentren a su alcance. (García *et al*., 2009a).
- **Castellana negra**: Raza ligera de tipo mediterráneo, con una cabeza ancha, pico mediano y el plumaje de color negro con tonos metálicos en ciertas zonas del cuerpo y la cola. El peso medio de la hembra es de 2,3 Kg, aunque presenta un rápido crecimiento. Se caracteriza por tener una aptitud únicamente para la puesta de huevos, con una media de 163 huevos/años, que además son producciones de calidad, con huevos de color blanco y elevado tamaño. (MAPAMA, 2010).
- **Gallina del Prat**: Raza de tipo mediterráneo, tronco largo y profundo, con una cabeza moderadamente grande y alargada. Presenta una capa leonada, aunque también puede ser blanca. Su sistema de explotación más común es extensivo, ya que se encuentra adaptada a los cambios de temperatura. Aunque se usa principalmente para la producción de carne, es también una buena productora de huevos, alcanzando los 200 huevos/año (MAPAMA, 2010).
- **Utrerana**: Raza de gran rusticidad, de cabeza ancha, pico fuerte y alas largas. Su plumaje varía, ya que existen 4 variedades en esta raza. Es un ave ligero, por lo que el peso de la hembra se encuentra entre los 2-3 Kg. Es una raza de muy buena adaptabilidad al sistema extensivo debido a su rusticidad, aunque también se puede criar en sistemas intensivos. El uso productivo principal es la puesta de huevos blancos, que alcanza los 180 huevos/año, con un peso medio de 62-64 gramos (García *et al*., 2009a).
- **Azul extremeña**: Es una raza rústica y ligera, con un plumaje de distintas variedades (blanco sucio, gris y negro). El peso medio de la hembra se encuentra entre los 1,3-3,2 Kg. Al ser una raza de gran rusticidad, es bastante resistente a las enfermedades y además presenta unas necesidades nutricionales bajas, permitiendo su cría en libertad. Es una raza de doble aptitud, presentando una producción de huevos morenos claros bastante alta, alcanzando los 200 huevos/año (MAPAMA, 2017a).

8.- ASPECTOS LEGISLATIVOS DEL BIENESTAR EN AVES DE PUESTA

Los sistemas intensivos de producción animal han sido tradicionalmente gestionados desde una perspectiva exclusivamente productivista. Sin embargo, la sociedad actual demanda sistemas de producción acorde con el bienestar animal, castigando aquellos sistemas y aquellas producciones que supongan maltrato, en todas las fases de la cadena de producción, desde el nacimiento hasta el sacrificio. De hecho, la Ley 32/2007, de 7 de noviembre, para el cuidado de los animales, en su explotación, transporte, experimentación y sacrificio (BOE, 2007) vino a cubrir un déficit regulatorio de los animales de producción en España en general en relación al bienestar animal, aunque ya previamente existía el Real Decreto 348/2000, de 10 de marzo (BOE, 2000), por el que se incorporaba al ordenamiento jurídico español la Directiva 98/58/CE, relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas.

En Extremadura, también existe la Ley 5/2002, de 23 de Mayo, de protección de los animales en la Comunidad Autónoma (BOE, 2002 a), que abarca tanto a los animales de compañía como de renta. En esta ley se detallan una serie de obligaciones, prohibiciones y responsabilidades en diferentes ámbitos relacionados con el bienestar animal, sobre todo desde la perspectiva del maltrato, y no específicamente orientadas a animales de producción.

Una de las producciones más tradicionalmente intensivas a nivel mundial ha sido y es la avicultura y, más concretamente, la avicultura de puesta. Si los sistemas de explotación hasta hace relativamente poco tiempo se centraban casi exclusivamente en la productividad, hoy en día todo eso está cambiando. De hecho, la avicultura de puesta ha evolucionado mucho en los últimos años, adaptándose a la aplicación de los nuevos conocimientos científicos y a las demandas de la sociedad. La última normativa desarrollada y aplicada a estos sistemas productivos tiene relación con la mejora de las condiciones de bienestar animal de las gallinas para que, entre muchas otras cuestiones, tengan la posibilidad de realizar comportamientos importantes para ellas.

Por ello, en Europa se aprobó la Directiva 1999/74/CE, de 19 de julio, por lo que se establecen normas mínimas de protección de gallinas ponedoras (DOUE, 1999). Aunque no es aplicable a establecimientos de menos de 350 gallinas ponedoras o aquellos que se dediquen a la cría de gallinas reproductoras, ha sido la normativa más influyente en la avicultura de puesta, ya que prohíbe la cría de gallinas ponedoras en jaulas convencionales a partir del 1 de enero de 2012, por lo que a partir de esa fecha solo pueden utilizarse las jaulas acondicionadas. En los sistemas alternativos de producción también se establecieron condiciones mucho más exigentes. La transposición al ordenamiento jurídico español se realizó con el Real Decreto 3/2002, de 11 de Enero (BOE, 2002), modificado por el Real Decreto 773/2011 (BOE, 2011). Entre las prohibiciones más destacables desde la perspectiva del maltrato se encuentra la prohibición de cualquier mutilación, a excepción del recorte de pico siempre y cuando éste se produzca antes de los 10 días de vida del animal y por personal cualificado.

Desde el punto de vista del bienestar en la producción de gallinas de puesta y su implicación en el cambio del sistema productivo, la aportación más importante de esta ley ha sido la obligatoriedad del uso de jaulas acondicionadas. En ellas, las gallinas ponedoras deben disponer de, al menos, 750 centímetros cuadrados de superficie, 600 de los cuales han de ser utilizables, con nido, yacija que permita picotear y escarbar, aseladeros, comedero sin restricciones de uso, bebedero apropiado, dispositivo para el corte de uñas, etc. La adaptación de las explotaciones a todas estas mejoras conducentes al bienestar de las gallinas supuso una verdadera revolución del sector en España a partir del año 2012. En la actualidad, la demanda de la sociedad de más mejoras, está obteniendo respuestas por parte de muchas empresas, que incluso han eliminado las jaulas enriquecidas apostando por la puesta en el suelo. Y esto, en un futuro no muy lejano, se traducirá en el desarrollo de nuevas normas.

Existen otras normas legales muy importantes que regulan la producción de aves de puesta, entre las que destaca el Reglamento 2160/2003, de 17 de noviembre, destinado al control de *Salmonela* y otros agentes zoonóticos específicos transmitidos por los alimentos (DOUE, 2003). A través de este Reglamento se consiguieron aprobar determinados programas nacionales (entre ellos el de España) para el control de *Salmonella* en gallinas ponedoras de la especie *Gallus gallus*, fundamental para luchar contra esta zoonosis. En ese mismo año también se aprobó el Real Decreto 372/2003, de 28 de marzo, en el que se regula el registro de los establecimientos de gallinas ponedoras (BOE, 2003), fundamental ya que mediante su aplicación se comienzan ya a identificar los sistemas de cría con diferentes códigos (0= producción ecológica; 1= campera; 2= en suelo; 3= jaulas).

Por último, en cuanto a la producción ecológica, existe el Reglamento 889/2008, de 5 de Septiembre (DOUE, 2008), que aunque es de carácter general, establece una serie de obligaciones en cuanto a la producción avícola de puesta, como la disposición de los gallineros, el máximo de animales, la prohibición de utilizar jaulas, etc.

9.- BIENESTAR ANIMAL EN GALLINAS PONEDORAS

Como ya se ha indicado previamente, el sector de las gallinas de puesta es una actividad industrial. Las condiciones intensivas en las que se llevan explotando este tipo de animales y para las que se han estado seleccionando durante medio siglo ya no son válidas en la sociedad actual. Los graves problemas de bienestar asociados a estas explotaciones intensivas en jaulas se han valorado empleando una serie de indicadores que, en muchos casos, implicaban la manipulación y empleaban técnicas invasivas, como las extracciones de sangre para evaluar el nivel de cortisol. En la actualidad, los sistemas de valoración de bienestar animal tienden a ser no invasivos, e incluso, no intrusivos, destacando especialmente aquellos basados en análisis de comportamiento.

9.1.- COMPORTAMIENTO GALLINAS DE PUESTA

Las necesidades de comportamiento de los animales describen una serie de actividades o factores ambientales que probablemente sean importantes para el animal. Por tanto, no son requisitos biológicos sino más necesidades psicológicas, pudiendo experimentar sufrimiento si no realizan estas actividades relevantes.

En su hábitat natural, las gallinas son gregarias, territoriales y conviven con los machos bajo jerarquías separadas, en la que los individuos jóvenes se encuentran subordinados a los adultos. Por tanto, son conscientes de las fortalezas y debilidades de sí mismas y del resto del grupo (Larsen *et al*., 2017). La forma en la que manifiestan el comportamiento sumiso es bajando la cabeza o alejándose de las demás aves: un gesto que puede resultar muy sutil, por lo que a veces es difícil diferenciarlo de un comportamiento amenazante. Una de las principales diferencias sociales de las gallinas de puesta respecto a las relaciones en su hábitat es que en la avicultura de puesta solo conviven las hembras. Un hecho que puede tener consecuencias en sus interrelaciones ya que la presencia del macho reduce las agresiones entre las hembras, dada su superioridad jerárquica. Esto puede abarcar desde sutiles amenazas y evasiones hasta peleas basadas en repetidos picotazos en la cabeza o la cresta, que pueden ocasionar arañazos y heridas graves (Jensen, 2004). Para evitar que se produzca esta situación también es importante evitar cualquier factor desencadenante de estrés (altas temperaturas, escasez de alimento o espacio) (Cooper y Albentosa, 2003).

En estas aves también existe lo que se denomina “comportamiento de confort”, con una función determinada, como mantener una buena condición del plumaje y estirar los músculos. Estas actividades incluyen estirar alas/patas, aleteo de alas, temblores corporales, acicalamiento y rascado de cabeza. Adicionalmente también pueden ser realizadas para mejorar la comodidad física (Nicol, 1989).

Las aves, en general, tienen la característica de poseer una visión a color excelente y además una audición muy aguda. Esto les permite mantener un sistema de comunicación basado en señales visuales (que pueden apreciar en el tamaño de las demás aves o en la postura corporal) y señales acústicas (Mench y Keeling, 2001), como por ejemplo la llamada de la

ponedora, también conocida como "*gakeln*". Este sonido generalmente lo realizan para que el macho las proteja hasta el nido, aunque también puede ser signo de frustración. Este sistema de comunicación, basado en señales visuales y acústicas, también es muy utilizado por las gallinas ante una situación de peligro. Si el factor que las amenaza es un depredador de tierra, la llamada de alerta tiene un comienzo muy rápido y de gran volumen, mientras que mantienen una postura erecta de vigilancia. En cambio ante un depredador aéreo, se cubren rápidamente y emiten un sonido que aumenta gradualmente en intensidad. (Jensen, 2004).

Por otra parte, la tendencia a picotear es un comportamiento innato en estas aves, que les ayuda a conocer rápidamente el entorno, por lo que los pollos más jóvenes dedican el 90% de su tiempo a esta actividad. Además, en esta etapa es donde aprenden a valorar que sustancias son las que alimentan y cuáles no (Jensen, 2004). La alimentación puede dividirse en una fase de apetito, en la cual el animal busca el alimento (en esta etapa, las gallinas ponedoras utilizan el 60% del tiempo de la luz diurna en picotear y rascar) y la fase de ingestión de comida, en la que estas aves solo emplean el 6% del tiempo en alimentarse. Por tanto, la búsqueda de alimento también es una necesidad de comportamiento. Incluso las gallinas comerciales tienden a trabajar para obtener alimentos dedicando gran parte del tiempo a picotear y arañar el suelo, aún teniendo libre acceso al alimento que se les dispone generalmente en los comederos (Weeks y Nicol, 2006). Al contrario que en la alimentación, el comportamiento de beber agua se encuentra estrechamente relacionado con sus necesidades fisiológicas, por lo que las aves solo realizarán este comportamiento cuando tienen sed (Duncan, 1998). En general, las aves van alternando el beber y el comer durante todo el día.

En cuanto a los requisitos de espacio físico y social varían de acuerdo con la actividad de comportamiento que realicen en cada momento. De este modo se ha podido comprobar que durante la alimentación, el picoteo o mientras caminan, la distancia entre estos animales es superior a la que existe, por ejemplo, durante el acicalamiento. Esto es debido a que durante esta práctica las gallinas cierran los ojos durante una gran parte del tiempo, por lo que se encuentran en un estado más vulnerable ante la posible presencia de un depredador. Por tanto, la competencia por los recursos y la menor probabilidad de encontrarlos provoca que estos animales se alejen y, en cambio, cuando se encuentran en una situación de vulnerabilidad su comportamiento será el acercamiento (Keeling, 1995). Las interacciones entre grupos también se encuentran influenciadas por la disponibilidad de recursos. De este modo, durante las épocas de invierno, cuando la comida es escasa, varios grupos pueden asociarse en un área donde abunden los alimentos (Mench y Keeling, 2001).

En cuanto al anidamiento, la primera fase es la búsqueda de la zona para anidar, donde estas aves pueden llegar a recorrer grandes distancias antes de seleccionar el lugar definitivo. Además, tienden a alejarse del resto de los animales, dando un gran valor al acceso de sitios preferentemente cubiertos y discretos (Weeks y Nicol, 2006). La siguiente fase es la construcción del nido, donde excavan un agujero con la pata y dan vueltas en el nido para darle la forma que desean (Jensen, 2004). Por último, este comportamiento se acentúa en el momento que se acerca la ovoposición (Weeks y Nicol, 2006), en el que la gallina adquiere una

postura agazapada para la expulsión del huevo. El problema principal de este comportamiento en gallinas comerciales es la existencia de numerosos nidos al mismo tiempo, en el que las aves encuentran grandes dificultades para distinguirlos (Jensen, 2004).

Al llegar el momento del descanso, las gallinas que se encuentran en libertad escogen dormir en lugares elevados, en los cuales se mantendrán posadas. De este modo, se sienten protegidas de posibles depredadores, llegando incluso a subir a los árboles. En cambio, también es cierto que estos animales son capaces de adaptarse a otras posiciones con bastante facilidad. Esta posición elevada no solo la mantienen durante la noche, sino también durante parte del día ya que les permite mejorar la termorregulación, escapar de otras gallinas y evitar disturbios (Chen *et al*., 2014). Por esta razón, las gallinas comerciales disponen de perchas, un elemento fundamental que les proporciona mayor altura durante la noche, donde además estos animales sienten una motivación por conseguir una percha en el momento que comienza a oscurecer (Jensen, 2004).

Otro de los comportamientos habituales de las gallinas son los baños de arena, con la función de mejorar el estado del plumaje y eliminar parásitos. Consiste en frotar las plumas contra el material de cama, intercalando sacudidas de las alas al aire. Esta práctica la realizan cada 2 o 3 días, dando como resultado la excavación de huecos para recoger el polvo en sus ubicaciones preferidas (Weeks y Nicol, 2006).

En ocasiones, en los sistemas de producción se pueden observar conductas anormales, que pueden afectar directamente a la salud de los animales. En la naturaleza, normalmente este tipo de comportamientos se producen en situaciones adversas, como una elevada densidad de población, escasez de alimentos o estrés. El canibalismo es uno de los problemas cada vez más frecuentes entre las gallinas comerciales, que consiste en el picaje del tejido subcutáneo de un ave a otra, provocando graves lesiones e incluso la muerte del individuo si se produce en la región cloacal. El picaje de plumas es otra conducta anormal, que resulta dolorosa para el animal. Este comportamiento puede estar influenciado por diferentes factores, como la predisposición genética, la búsqueda de comida o la ausencia de algún nutriente en la dieta (Jensen, 2004). Por último las estereotipias, un patrón de comportamiento invariante y repetitivo sin ningún objetivo, también son frecuentes en las aves. Normalmente suelen relacionarse con situaciones en las que el animal está motivado para realizar un patrón de comportamiento, pero no puede hacerlo, provocándole un sentimiento de frustración. Por ejemplo, cuando las gallinas no encuentran un sitio adecuado para anidar, provocando que el animal camine de un sitio a otro sin parar. Las estereotipias, a veces pueden reducirse proporcionando los factores extrínsecos adecuados, o bien sustitutos artificiales que puedan orientar al animal (Mason, 1991).

Por lo tanto, una de las herramientas usadas para mejorar el bienestar de los animales, especialmente de aquellos explotados en condiciones ultraintensivas como las gallinas de puesta, es el enriquecimiento ambiental. Esto les permite desarrollar algunos de los comportamientos importantes para ellas, disminuyendo su estrés y mejorando sus condiciones de vida. De hecho, por este motivo quedaron prohibidas las jaulas convencionales, obligando

al uso de jaulas enriquecidas y desarrollándose sistemas alternativos de producción, más acordes con sus necesidades comportamentales. En la actualidad los estudios se centran en estos sistemas alternativos, posibles mejoras y tipo de animales empleados.

9.2.- PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN AL BIENESTAR DE LAS AVES DE PUESTA

La legislación en bienestar animal se debe basar en estudios científicos cuyos resultados puedan ser aplicados en condiciones de explotación y éstos repercutan en mejorar las condiciones de vida de los animales. Sin embargo, en algunas circunstancias, las demandas sociales se anticipan a la realización de estos estudios y condicionan el desarrollo de la legislación y, consecuentemente, de los mercados. Esto está ocurriendo en las gallinas de puesta. Cuando aún no han transcurrido ni 7 años desde la prohibición del uso de jaulas convencionales, con la consiguiente obligación de utilizar jaulas enriquecidas, la sociedad está demandando huevos procedentes de gallinas en sistemas alternativos (suelo, camperas y ecológicas). Por ello, en este apartado se resumirán los factores del alojamiento que más influyen en el bienestar de las gallinas de puesta, haciendo especial hincapié en las mejoras introducidas en las jaulas enriquecidas.

9.2.1. ALIMENTACIÓN

Actualmente la alimentación de las aves de puesta está basada en el consumo de cereales (maíz, trigo, cebada, triticale, etc.) como fuente energética principal, unido a la harina de soja como aporte proteico, todo ello en forma de pienso concentrado con grasas, correctores vitamínico-minerales y, en ciertos casos, medicamentos. En las crías es frecuente la utilización de fuentes fibrosas para aumentar la capacidad del sistema digestivo y así prevenir enfermedades de tipo gastrointestinal (Mateos *et al*., 2014). Por tanto, esto nos hace ver que la respuesta a las especificaciones nutricionales de las gallinas ponedoras adultas se encuentra muy influenciada con la alimentación que mantuvieron durante la cría, puesto que el peso en la madurez se encuentra muy relacionado con el tamaño y con el consumo de alimento.

Energía

El cálculo de las necesidades energéticas se realiza a través de la energía metabolizable aparente (EMA), debido a que en las aves la orina y las heces se excreta de forma conjunta. Para ello, se necesita conocer el consumo de alimento, la cantidad de excreciones y la energía bruta. En el caso de las aves suelen adaptarse bien a los amplios rangos de energía en el alimento, con la excepción del inicio de la puesta en verano y aquellas aves que se encuentren bajo peso. Solo en estos casos la concentración energética, para una máxima producción posterior, puede incluso sobrepasar el consumo habitual. En cuanto a la concentración energética del pienso, niveles entre 2600 y 2900 Kcal EM/Kg son suficientes para cubrir las necesidades energéticas de las ponedoras, estando influenciado por el índice de conversión que se desee alcanzar, además se debe de mantener constante a lo largo de todo el ciclo de

producción. Es importante tener en cuenta que piensos de baja concentración suelen provocar un descenso en el consumo energético, especialmente en verano (Leeson, 1996).

Proteína

Las aves de forma generalizada suelen tener necesidades en cuanto a la proporción de aminoácidos, y no tanto así con las proteínas. En cambio, siempre se recomienda utilizar límites en la formulación del pienso a modo de prevención, ya que una disminución en los niveles de proteína bruta puede provocar una reducción en el porcentaje de huevos de mayor volumen (XL). Según se ha demostrado mediante un ensayo que estudiaba la influencia de la proteína bruta sobre el rendimiento en la producción de huevos, el nivel de proteína bruta en la dieta de las gallinas ponedoras no es necesario que sea mayor del 16,5% para maximizar la producción de huevos, siempre que la dieta cumpla con los requisitos de aminoácidos esenciales indispensables (Pérez-Bonilla *et al.,* 2012). Cabe destacar que la formulación de dietas basadas en la reducción de proteínas, conllevará a un importante descenso de la excreción de nitrógeno fecal, al mismo tiempo que mantendrá los parámetros de producción de huevos (Saki *et al*., 2012).

La eficacia de la utilización de proteínas en la dieta se encuentra marcada por la cantidad, composición y digestibilidad de los aminoácidos presentes en la dieta. Por tanto, es importante formular dietas en relación a los valores precisos de aminoácidos. Los dos aminoácidos que se encuentran presentes mayoritariamente en la nutrición de las gallinas de puesta son la Lisina (Lys) y la metionina (Met), en dietas basadas en maíz y harina de soja. De esta forma, para conocer los niveles medios de estos aminoácidos que necesitan las gallinas ponedoras, se han elaborado una gran cantidad de informes y estudios. De tal modo, alguno de los más recientes afirman que lo más aconsejable sería 658 mg/ave/día de Lisina (Silva *et al.,* 2015) y 310 mg/ave/día de Metionina (Saki *et al*., 2012).

Fibra

Actualmente, existe cierta controversia en cuanto a las necesidades de fibra en la dieta de estos animales, ya que no existen demasiados estudios sobre cómo afecta este nutriente a la fisiología digestiva, la salud intestinal o la productividad de estas aves. En cambio, existen ciertas evidencias que hacen que exista un nivel máximo de inclusión en la dieta, puesto que la fibra puede perjudicar los rendimientos productivos, la palatabilidad, consumo y digestibilidad del alimento. Incluso, según varios estudios, niveles muy bajos de fibra en la dieta pueden afectar al bienestar animal, con una mayor incidencia del picaje e ingestión de plumas, siendo importante en producciones de suelo y en libertad (Hartini *et al.,* 2002; Hetland *et al.,* 2005). Por otra parte, niveles adecuados de fibra dietética favorecen el desarrollo y actividad de la molleja, ayuda a la motilidad intestinal y favorece la producción de ácidos y enzimas digestivos (Mateos *et al.,* 2014).

Calcio y fósforo

El papel nutricional del Calcio se encuentra estrechamente relacionado con el del fósforo, y a su vez también con el efecto de la vitamina D. La función metabólica y estructural más importante de estos minerales se encuentra durante la formación de los huesos y la cáscara del huevo (siendo extremadamente rápida la renovación plasmática de Calcio en este caso). En relación a su racionamiento en el pienso normalmente se establece una relación entre ambos minerales de 2Ca:1P, que rara vez varía, ya que niveles superiores de Ca en la dieta reducen la necesidad de la resorción ósea, y por lo tanto reducen las necesidades de fósforo (Pelicia *et al.,* 2009). Existen estudios que demuestran esta teoría, afirmando que una dieta con 0,55% de fósforo, requiere de 2,8% de Calcio para que los niveles de producción no se vean afectados (Davidson y Boyne, 1970). Incluso, ensayos experimentales más recientes defienden que las gallinas en su última etapa de producción requieren más de 3,5% de Calcio en su dieta, ya que existe una mejora notable en ciertos aspectos como la masa del huevo, la producción, la tasa de conversión alimenticia y el grosor de la cáscara (Safaa *et al.,* 2008). Este último aspecto se encuentra muy relacionado con el Calcio puesto que es uno de los minerales más abundantes en la cáscara, teniendo dos orígenes: calcio óseo y calcio alimentario. (Flores, 1994)

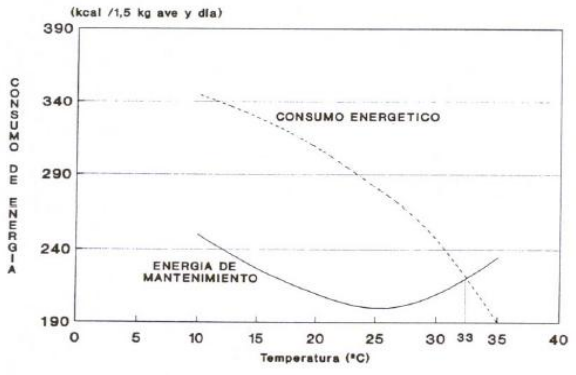
Consideraciones nutricionales en casos de estrés por calor

La adaptación al estrés por calor es un mecanismo fisiológico para la supervivencia. Uno de los factores más importantes en esta situación es que exista disponibilidad de energía para la producción de huevos, ya que en aves ponedoras el estrés térmico puede conducir a una disminución de peso o producción de huevos. Todo esto es debido a una supresión de la ingesta de alimento (Gráfica 11) (Mashaly *et al*., 2004). En cambio, existen una serie de medidas nutricionales que ayudan a combatir este problema:

- Disponibilidad de agua potable: El agua es el medio más importante para combatir el incremento de las temperaturas, por lo que un suministro adecuado es imprescindible, puesto que restricciones de agua incluso en períodos cortos pueden resultar fatales. Es importante tener en cuenta que los tanques de agua no se encuentren expuestos al sol, por lo que se recomienda ubicarlos en áreas sombreadas para mantener mayor tiempo una temperatura inferior (Avitech, 2008).
- Aumentar la concentración energética: Debido a que el estrés térmico conlleva a una disminución de la ingestión de alimento, es importante aumentar la concentración energética del mismo. Para ello, el método más utilizado es el incremento en el contenido de grasa, ya que aumentan la palatabilidad del pienso y durante su digestión disminuyen la temperatura corporal.
- Estimular el consumo de pienso: Se puede conseguir aumentando la frecuencia de distribución del pienso, o bien elegir las horas de menos índice de temperatura para suministrar el alimento (Leeson, 1996).

- Suplementación con vitaminas: Existen ciertas vitaminas (A,D,C) que ayudan a disminuir los efectos del estrés por calor. La vitamina C es la que mejor limita y alivia los signos metabólicos del estrés e incluso mejora el rendimiento inmunológico, el consumo de alimento, el comportamiento de las aves y la producción de huevos. El ácido ascórbico suplementario necesario en esta situación es de 250-400 mg/Kg (Avitech, 2008).

Gráfica 11. Influencia de la Tª ambiental sobre el consumo diario de energía



Fuente: Flores, 1994

Tamaño de las partículas de cereal (granulometría)

Existen diversos estudios sobre el tamaño adecuado que debe tener el cereal para la alimentación de las aves de puesta. En cambio, no parece que haya una respuesta uniforme en todos ellos. En principio, las aves se caracterizan por ser granívoras, por lo que se encuentran perfectamente adaptadas a alimentarse de partículas groseras, además las aves muestran preferencias por estas partículas, con mayores diferencias en piensos basados en cebada que piensos con maíz (Mateos *et al.,* 2014). Generalmente, el tamaño del cereal se suele administrar con una molienda que se encuentra entre los 4-12 mm. En general, estos ensayos estudiaron el diámetro medio geométrico (GMD) del cereal para ver como afectaba al rendimiento productivo, la calidad del huevo, el desarrollo del tracto intestinal o las medidas corporales del animal. Por tanto, algunos estudios pudieron demostrar que, por ejemplo, la digestibilidad ileal del almidón aumenta significativamente en gallinas que consumen alimento con partículas gruesas en comparación con la alimentación finamente molida. A su vez no se apreció ningún cambio significativo en cuanto al pH de la molleja (Ruhnke *et al*., 2015). Por otra parte, también se ha podido comprobar que pueden dar como resultado una disminución de los costos de alimentación y mayores rendimientos para los productores (MacIsaac y Anderson, 2007).

Por otra parte, también existe un mayor picoteo de plumas entre las gallinas alimentadas con partículas más gruesas, estando relacionado con que las aves emplean más tiempo en consumir el alimento. En este estudio incluso se recomienda administrar una dieta rica en fibra

o bajas en energía o forraje para evitarlo (Van Krimpen *et al*., 2005). Por último, una granulometría fina del cereal también se ha podido relacionar con un aumento del índice de conversión alimenticia y un mayor desarrollo de la molleja, puesto que partículas gruesas pueden acumularse en este órgano, aumentando la probabilidad de producirse reflujo en el sistema digestivo (Herrera *et al*., 2017).

9.2.2 ILUMINACIÓN

La luz es una forma de energía transportada continuamente a velocidades muy altas. Este agente físico, ya sea por su intensidad, por la duración del estímulo lumínico o por el tipo, provoca una serie de efectos biológicos en la mayoría de seres vivos. En el caso de las aves de puesta son reproductoras estacionales de días largos, en los que el fotoperíodo es mayor de 12 horas, estimulando la función sexual y aumentando la producción de huevos. Según Rowland (1985) existen dos teorías que podrían explicar la relación entre el ciclo de reproducción de las aves de puesta y el fotoperíodo. Una de ellas estaría relacionada con la presencia del ritmo circadiano, el cual tendría un rol de sincronización. La segunda teoría trataría de demostrar que los ciclos de luz y oscuridad preparan al cuerpo para la producción de hormonas durante un período específico, demostrando de este modo que las aves no son igual de sensibles a la luz durante el día y la noche.

El ojo es un órgano vital que se encuentra bajo regulación neuroendocrina para permitir la vista en el ave, respondiendo al estímulo de luz y fotoperiodicidad del entorno donde se crían. El rol fisiológico de los ojos de las aves ha sido utilizado para mejorar la producción avícola, y por tanto, la eficiencia económica de las aves. A lo largo del tiempo se han revisado los mecanismos reguladores de la función de este órgano, como responden los componentes a la fotoestimulación, etc. Por tanto, se llegó a la conclusión que los ojos de las aves responden a la estimulación lumínica y al fotoperíodo, utilizando dichas respuestas para mejorar el bienestar de las aves (Jacome *et al*., 2014), desde diferentes perspectivas:

Figura 9.1. Sistema de iluminación en nave con jaulas. Fuente: ASEPRHU, 2013

Longitud de onda o color de la luz

La luz, en el interior del cerebro, actúa sobre receptores hipotalámicos, siendo en principio, sensibles a todas las longitudes de onda visibles. En cambio, las aves perciben no solo los colores visibles para los humanos, sino también aquellos que se encuentran en los extremos más cortos y más largos del espectro. Las aves son particularmente sensibles a la luz ultravioleta, produciendo un mayor número de hormonas reproductoras. Sin embargo, no todas las lámparas utilizadas para la iluminación artificial suministran esta longitud de onda (Jacome *et al*., 2014). En principio, las gallinas de puesta también sienten cierta predilección por las luces rojas-amarillas, siendo por tanto las más eficaces dado que tienen una mayor capacidad de penetración. Existen varios estudios realizados con gallinas ponedoras, a las que se les somete a luces de distintos colores (verdes, blancas, azules, amarillas, rojas) que avalan esta idea. En uno de ellos se pudo comprobar que tanto las luces rojas como las blancas provocaron concentraciones más altas de estradiol, indicando una activación ovárica más marcada, además de una producción más alta en comparación con la luz verde. En cambio, con la luz roja tuvieron niveles más altos de corticosterona a partir de la semana 20 de edad, pero siempre inferiores a los niveles que pueden ser indicativos de estrés (Baxter *et al*., 2014). En otro de los estudios incluso se pudo comprobar que la luz verde provocaba una inhibición de la actividad reproductiva en aves, mientras que la sensibilidad a la luz roja lo aceleraba (Egbuniwe y Ayo, 2016).

Duración del fotoperíodo o período de iluminación diaria

Cambiar artificialmente el fotoperíodo es una de las herramientas de administración más poderosas disponibles para la cría de aves de puesta. De esta forma se puede conseguir retrasar o avanzar el inicio de la puesta, sincronizar el tiempo de puesta de huevos e influenciar en la tasa de producción de huevos, calidad de cáscara, eficiencia alimenticia e incluso en el tamaño del huevo.

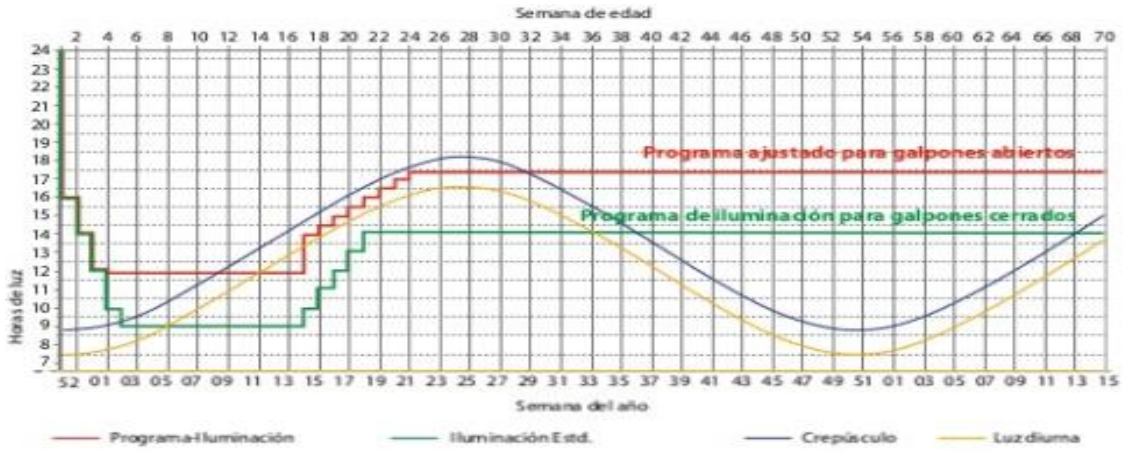
El programa de iluminación debe existir desde la época de cría, ya que va a ser determinante para el comportamiento productivo en la fase de puesta. Por tanto, durante los 3 primeros días de vida, el animal deberá tener 24 horas de luz con una intensidad constante, permitiendo así adaptarse al nuevo ambiente e identificar la ubicación de agua y alimento. Después del 3º día se puede ir reduciendo gradualmente el número de horas de luz hasta alcanzar el programa de luz natural aproximadamente a la 4º semana de vida. Son aspectos importantes ya que cualquier disminución de la iluminación después de iniciada la fase de incremento de luz supondría un retraso importante en el inicio de la puesta o, en su caso, una caída de la misma (Armel, 2008).

En el caso de la iluminación en aves adultas se encuentra ligada al programa que se ha aplicado durante el período de recría. Es un parámetro muy importante sobre todo las primeras 15 semanas de producción. De tal manera que el estímulo lumínico consiste en incrementar el fotoperíodo (horas de luz) hasta llegar al período de puesta, donde la luz debe ser constante (o incluso creciente), pero nunca decreciente. Podemos encontrarnos distintas

situaciones, dependiendo de si los animales se encuentran en naves con o sin ventanas (Gráfica 12):

- Naves tanto de cría-recría como de puesta sin ventanas: permiten así un mayor control de la iluminación con independencia de la luz natural.
- Naves de cría-recría cerradas y las de puesta con ventanas: este sistema es el más común en España. En este caso, encontramos una mayor importancia de la estación, ya que dependerán de las horas naturales de luz que haya en el día. De este modo, lo normal es que las aves alcancen antes del pico de puesta una duración de 15-16 horas de luz (Barroeta *et al.,* 2010).

Gráfica 12. Programa de luz estándar para gallinas ponedoras



Fuente: ASEPRHU, 2013

Intensidad lumínica

La intensidad de la luz se encuentra relacionada con la percepción que tienen las aves de puesta entre el día y la noche, ya que necesitan una diferencia de intensidad de hasta diez veces para ser capaces de diferenciarla. Para asegurar una adecuada iluminación, tanto en intensidad como uniformidad, se debe seguir una adecuada distribución de las bombillas a lo largo y a lo alto de la nave de puesta. Algunos estudios coinciden en la importancia de controlar la intensidad de la luz durante los primeros días de vida del animal, aunque existen ciertas discrepancias en cuanto a si resulta beneficioso o perjudicial variar la intensidad. En un primer estudio (Janczak y Riber, 2015) las altas intensidades de luz durante la crianza resultaban contraproducentes con una condición de plumaje más pobre y un aumento de la prevalencia de picoteo severo de plumas. En cambio, según Egbuniwe y Ayo (2016) la exposición de las crías a altas intensidades de luz, ya sea solar o artificial, retrasa la aparición de miopía experimental, sugiriendo así que la exposición diaria a altos niveles de luz puede tener un efecto protector.

Por el contrario, una intensidad de luz baja provoca que no incida por los tejidos craneales a la glándula pineal, por lo que normalmente se suprimiría la producción y liberación de serotonina

y melatonina. Esto es un aspecto importante, puesto que la melatonina es la encargada de modular el crecimiento de las aves y regular el contenido acuoso encargado de nutrir e hidratar la córnea. Esta hormona presenta niveles más altos durante la etapa de oscuridad de un ritmo circadiano. Por tanto, se encuentra involucrada en la regulación de varios procesos neuronales y endocrinos marcados por el cambio del fotoperíodo. En cuanto a los niveles bajos de serotonina pueden provocar el picoteo de plumas, mayor agresividad y miedo (Janczak y Riber, 2015).

Actualmente, existen múltiples estudios sobre las posibles ventajas que podrían existir en el uso de lámparas LED. La tecnología LED es una alternativa innovadora que puede ayudar a mejorar la sostenibilidad de las actividades de producción, ya que tiene una mejor eficiencia energética, mayor vida útil y es capaz de emitir luz de diferente color (Verza *et al.,* 2016). Por ejemplo, según un estudio realizado durante 60 semanas en la que se comparó aspectos como la calidad del huevo, tamaño, colesterol o contenido de lípidos entre gallinas ponedoras con luz LED o fluorescente, se encontraron ciertas diferencias relevantes. El peso del huevo y el nivel de albúmina fueron superiores con luz LED a las 27 semanas de edad, además de una cáscara más gruesa a las 40 semanas. En cambio, el peso del huevo fue inferior a las 60 semanas de edad (Long *et al.,* 2015).

9.2.3 TEMPERATURA

Las aves al nacimiento no tienen un control eficiente de su temperatura, por lo que no es hasta los 15-20 días cuando empiezan a comportarse como un animal homeotermo. Además, hay que tener en cuenta que las aves no disponen de glándulas sudoríparas (excepto la glándula uropigia que se encuentra en la zona superior de la cola), por lo que esta característica les imposibilita sudar y por tanto que la temperatura corporal disminuya a través de la evaporación del sudor. Por tanto, en caso de temperaturas altas dependen de la vía pulmonar para llevar a cabo la evaporación (Vaca, 2003). En las gallinas adultas, el rango de temperatura recomendada en el interior de la nave se encuentra entre los 22 y 24 grados, siendo habitual programar la refrigeración uno o dos grados por encima de la temperatura de referencia. Es importante evitar siempre que la nave supere los 30 grados (ASEPRHU, 2013).

Mashaly *et al.* (2004) realizaron un estudio para determinar los efectos adversos de las altas temperaturas tanto en la producción (rendimiento, calidad del huevo) como en el sistema inmune. Para ello, se utilizaron 180 gallinas ponedoras de 31 semanas de vida encontrándose en máxima producción. Fueron alojadas en jaulas y divididas en tres grupos a los que se le aplicó un tratamiento diferente. Las gallinas en el primer grupo (control), estuvieron expuestas a 23,9ºC y 50% de humedad relativa. En el segundo fueron temperaturas cíclicas diarias que oscilaban entre 23,9ºC y 35ºC y 50 a 15% de humedad relativa. En el último grupo los animales se encontraban con una temperatura de 35ºC y 50% de humedad relativa. De este modo, se pudo demostrar que todos los parámetros productivos se vieron afectados gravemente por el estrés térmico. En el tercer grupo, el promedio del peso corporal disminuyó 300 gramos, asociado a una reducción del consumo de alimento. Se produjo también un aumento muy

marcado en el nivel de mortalidad (31,7% frente a 6,7% y 5%), que podría estar relacionado con la inhibición de algunas respuestas inmunes. Incluso se vieron afectados los niveles de producción de huevo y calidad del mismo (peso del huevo, grosor y peso de la cáscara). En cuanto a los parámetros inmunológicos, el ratio de heterófilos/linfocitos fue superior en el grupo de mayor temperatura(indicando que se encontraban con mayor estrés) y el número de leucocitos disminuyó, por lo que se pudo demostrar que las altas temperaturas pueden reducir tanto el número como la actividad de los leucocitos. Finalmente la inmunidad humoral también se redujo en comparación con los grupos cíclicos y de control.

9.2.4 VENTILACIÓN

La ventilación es un importante factor en los sistemas de producción, ya que ayudan a controlar el ambiente interior, proporcionando aire renovado a la vez que elimina el contaminado. Asiste en el control de la temperatura, humedad, gases nocivos, polvo u otras partículas en el aire, por lo que mejora el bienestar de los animales. Por el lado contrario, la acumulación de este tipo de partículas genera incomodidad y angustia a las aves y las predispone a desarrollar futuros problemas de salud. La ventilación de las naves se puede conseguir bien por fuerzas naturales (ventilación natural, por lo que se requieren naves abiertas) o por ventiladores motorizados (ventilación forzada). (DEFRA, 2001). Esta última opción es el sistema más utilizado, ya que proporciona mayor uniformidad a lo largo de toda la nave. Se utilizan extractores eléctricos que permiten la salida de aire, a la vez que mediante aberturas en la pared se produce la entrada de aire (ASEPRHU, 2013).

Chai *et al*., (2012) pudieron demostrar mediante una monitorización de la ventilación durante dos años en dos naves de gallinas de puesta, que los niveles medios necesarios de ventilación oscilaban entre 2,08-2,10 m3/h, dependiendo de la diferencia de altura entre entradas y salidas de aire. Es necesario que existan medios para proporcionar los requisitos mínimos de ventilación, ya sea mediante el uso de un temporizador de ciclo controlando los ventiladores o tener una serie de ajustes mínimos en las entradas y salidas de aire si es por ventilación natural. Este estudio también señaló las grandes diferencias que existen en los niveles de ventilación, en relación a las variaciones estacionales que corresponden a los cambios de temperatura. De este modo, en los meses de verano oscilaban entre 4,8-9 m3/h y en invierno 0,26-0,8 m3/h, por lo que se pudo concluir que la ventilación se encuentra totalmente ligada a la temperatura y estación.

9.2.5 RUIDO

El ruido es una forma de contaminación que puede afectar tanto a los animales como a las personas, pudiéndose describir en términos de su frecuencia o intensidad a lo largo del tiempo (McAdie *et al*., 1993). La unidad para medir la intensidad del sonido son los decibelios (dB). Con los avances de la mecánica, los animales de granja se encuentran expuestos a una variedad de ruidos inevitables (Brouceck, 2014).

Campo *et al*., (2005) realizaron un estudio con 216 gallinas ponedoras expuestas a dos tipos distintos de estimulos sonoros. El primero sería de 65dB (control) y el segundo de 90dB durante 60 minutos. El factor principal que se analizó fue la diferencia que existía entre el nivel de heterófilos y linfocitos. Cabe destacar, que ese parámetro se usa para determinar la condición de estrés en aves y está relacionada con un aumento en el nivel de glucocorticoides, pero parece ser más eficaz que medir los niveles de corticosteroides (Goudarzi *et al*., 2014). Los resultados obtenidos fueron que las gallinas expuestas a un ruido de 90dB mostraban una relación de heterofilos y linfocitos más alta, que aquellas que estuvieron expuestas a un nivel de ruido más bajo. Por tanto las gallinas con mayor nivel de ruido presentaban una heterofilia marcada, aunque la linfopenia era insignificante. Por tanto, se pudo concluir que tenían un mayor nivel de estrés que las gallinas control.

9.2.6 PATOLOGIAS MÁS COMUNES

La patología aviar es una ciencia que se encuentra sometida a diversos cambios debido a los progresos que se han ido consiguiendo en la rama de la genética, el manejo o la nutrición. Por tanto, esto ha provocado que las enfermedades en este sector pasen de ser de etiología única a enfermedades multifactoriales. El problema principal en este sector es que estas aves son criadas mayoritariamente en sistemas de producción intensiva, por lo que las enfermedades infecciosas tienen la capacidad de diseminarse rápidamente entre las aves, dependiendo de las características del huésped, el agente y las condiciones ambientales en la granja. Por tanto, es importante que las prácticas de manejo sean adecuadas, y además, implementar medidas de prevención de enfermedades que resultarán en una morbilidad y mortalidad inferior (Saif *et al*., 2008).

Fossum *et al*. (2009) elaboraron un estudio durante 4 años con el fin de conocer, en líneas generales, qué clase de patologías se producían con mayor frecuencia en las gallinas de puesta y por tanto, aumentaban la mortalidad de la granja. Para ello, las unidades epidemiológicas de interés fueron las aves sometidas a una necropsia. Los resultados de éstas, se dividieron en las principales categorías de diagnóstico, es decir, enfermedades bacterianas, virales, parasitarias y canibalismo. En total, 914 gallinas de puesta fueron las que se incluyeron en el estudio, procedentes de 172 bandadas. La primera conclusión que pudieron extraer del estudio fue que en más del 50% de las aves predominaba solo una enfermedad específica, siendo mucho menos frecuente los casos en los que dos (o más) enfermedades contribuyeron sustancialmente a la mortalidad de las aves. En cuanto a las categorías de diagnóstico, anteriormente mencionadas, las enfermedades bacterianas fueron las causas más comunes de mortalidad durante el período de estudio. Dentro de este tipo, la bacteria *Escherichia coli* fue predominante en las gallinas de puesta, provocando la enfermedad denominada colibacilosis. Esta bacteria fue encontrada en 85 bandadas, en las que se encontraron hallazgos patológicos tales como peritonitis, pericarditis o neumonía. Por otra parte, también se encontraron hallazgos patológicos de *Erysipelothrix rhusiopathiae* en 16 bandadas, *Pasterella multocida* e incluso un caso de botulismo.

En el caso de las enfermedades parasitarias predominaba la Coccidiosis, siendo mucho más frecuente en aves menores de 24 semanas y el ácaro rojo de las aves de corral (*Dermanyssus gallinae*). Enfermedades virales tales como Leucosis linfoide (en 16 bandadas) y, en menor medida, la enfermedad de Marek y la enfermedad de Newcastle también estuvieron presentes en los hallazgos de las necropsias. Por último, cabe destacar que las lesiones traumáticas más comunes en las aves a las que se les realizaron la necropsia fueron las heridas en la región cloacal indicativas de canibalismo. Incluso, este problema fue la principal causa de mortalidad en alguna de las bandadas.

A continuación, se detallarán las características principales de las patologías anteriormente citadas y también de aquellas que tengan especial relevancia en el sector de la avicultura:

1. Enfermedades bacterianas

1.1 Colibacilosis: Enfermedad causada por distintas variedades de *Escherichia coli* (O78, O1, O2), que puede afectar a las aves de todas las edades y en especial a las más jóvenes. Con frecuencia, la colibacilosis ocurre por la acción de agentes predisponentes, como son los factores micoplasmáticos, virales y ambientales (Circella *et al*., 2012) En cambio, también puede ser una enfermedad primaria causando colisepticemia, enfermedad del saco aéreo, peritonitis (también denominado "peritonitis del huevo", debido a que el exudado que se acumula en la cavidad abdominal tiene aspecto de yema coagulada) y salpingitis (las aves muestran el oviducto inflamado y con frecuencia distendido, de paredes finas y lleno de exudado caseoso) en gallinas ponedoras. Las principales vías de infección son a través del sistema gastrointestinal y respiratorio mayormente, provocando infecciones agudas y una alta mortalidad. (Landman *et al*., 2013).

1.2 Micoplasmosis: Causada por diversos agentes del género *Mycoplasma*, siendo el patógeno aviar más frecuente *Mycoplasma gallisepticum.* Afecta tanto a aves adultas como a jóvenes y se encuentra asociado a la enfermedad crónica respiratoria en pollos y sinusitis infecciosa en pavos. La transmisión de la infección puede producirse en el momento del nacimiento a través del huevo o entre aves adultas por contacto directo de las excreciones del tracto respiratorio (Zute y Valdovska, 2015).

1.3 Cólera aviar: Enfermedad frecuente que puede afectar a todo tipo de aves provocada por el agente *Pasteurella multocida*. Suele manifestarse con septicemias agudas y mortales, frecuentemente en aves adultas. Otros signos puede ser anorexia, depresión, mucosidad etc (OIE, 2015).

Figura 9.2. Cabeza inflamada (Cólera aviar) Fuente: Elías *et al*., 2016

1.4 Coriza infecciosa: Enfermedad respiratoria aguda que afecta a pollos y gallinas de puesta en crecimiento, producida por *Haemophilus paragallinarum.* Los signos clínicos más frecuentes son secreción nasal, hinchazón facial, lagrimeo, anorexia y diarrea, provocando una alta morbilidad y rápida diseminación (contacto directo, aire, polvo, descargas respiratorias) (Blackall, 1999).

1.5 Tifoidea aviar: Enfermedad causada por *Salmonella enterica*, serovariedad *gallinarum,* que provoca un trastorno septicémico agudo, con signos como el hígado agrandado y la médula ósea de color oscuro. Afecta principalmente a las aves adultas, por lo que puede ser grave en gallinas ponedoras comerciales (OIE, 2012).

1.6 Erisipelas: Enfermedad provocada por el agente *Erysipelothrix rhusiopathiae*, que se encuentra con cierta frecuencia en bandadas de gallinas ponedoras. Cursa con la aparición repentina de depresión y diarrea, seguido de septicemia, esplenomegalia y hemorragias. De este modo, provoca una alta mortalidad entre las afectadas (Eriksson, 2013).

2. Enfermedades víricas

2.1 Leucosis linfoide: El virus de esta enfermedad pertenece a la familia *Retroviridae*, afectando a las aves jóvenes y adultas. Generalmente es de naturaleza crónica y se caracteriza principalmente por la formación de tumores linfoides en varios órganos, tales como bolsa de Fabricio, hígado, riñón, bazo, pulmones etc. Por tanto las aves pueden morir sin presentar síntomas previos. Se transmite a través de los huevos y las heces de las propias aves (Shivaprasad, 2014).

2.2 Viruela aviar: Enfermedad producida por un virus de la familia *Poxviridae*, que se caracteriza por formar lesiones diftéricas en la porción superior del tracto digestivo y respiratorio y costras en piel. Puede afectar a las aves de cualquier edad, aunque con mayor frecuencia entre los 3 y 5 meses de edad (OIE, 2016).

2.3 Enfermedad de Newcastle: Producida por el virus *Paramyxovirus* (serotipo 1), que afecta a las aves, incluidas las domésticas. Es una enfermedad que cursa con signos generales tales como depresión, diarrea, postración y además signos nerviosos (parálisis) y respiratorios. Se

transmite frecuentemente por contacto directo con aves enfermas, o con las heces, alimentos, agua etc (Alexander, 2000).

Figura 9.3. Parálisis y depresión (Enfermedad de Newcastle). Fuente: MAPAMA, 2018ª

2.4 Enfermedad de Marek: Enfermedad linfomatosa y neuropática más común entre pollos jóvenes, aunque también puede afectar a las aves adultas. Cursa con parálisis de las patas y las alas, aumento de tamaño de los nervios periféricos y lesiones linfomatosas en diferentes órganos (hígado, bazo, riñon, corazón etc) (OIE, 2017).

2.5 Bronquitis infecciosa: Causada por el virus gammacoronavirus de la bronquitis infecciosa (VBI), afecta principalmente a pollos. Es un agente patógeno de especial relevancia tanto en las aves de aptitud cárnica como en las ponedoras. Provoca traqueítis catarral, conjuntivitis, bronquitis y aerosaculitis (Shivaprasad, 2014).

2.6 Influenza aviar: Enfermedad altamente contagiosa producida por un virus de la familia *Orthomyxoviridae* que afecta a varias especies de aves productoras. Los síntomas más frecuentes son depresión, sed excesiva, inapetencia, diarreas verde brillante, edema alrededor de los ojos e inflamación de barbillas y crestas (Shivaprasad, 2014). Actualmente España es un país oficialmente libre de influenza aviar.

Figura 9.4. Cianosis de crestas y barbas (Influenza aviar). Fuente: MAPAMA, 2018a

3. Enfermedades parasitarias

3.1 Ácaro rojo: *Dermanyssus gallinae*, el ácaro rojo de las aves, es actualmente el ectoparásito más importante de la industria de la puesta de huevos, siendo más grave en este sector porque el ciclo de producción es más largo que el de las granjas de pollos de engorde. Los síntomas de la infestación incluyen inquietud, agresividad, plumas sucias, rascado intenso y picoteo de plumas. Al ser un parásito que se alimenta de sangre, además puede conducir a una marcada anemia provocando incluso la muerte (Tomley y Sparagano, 2018). Para el control de este parásito es muy importante realizar buenas prácticas de higiene (evitar hacinamiento, contacto reducido con aves silvestres, control de ventilación y temperatura) y el uso de acaricidas sintéticos (carbarilo, permetrina). Sin embargo, el uso continuo de estos productos ya ha dado lugar a problemas de resistencia y presencia de residuos, viéndose afectado el bienestar de estos animales (Camarda *et al*., 2018).

3.2 Coccidiosis: Enfermedad muy frecuente en muchas especies de aves, producida principalmente por el género *Eimeria*, siendo muy específica de hospedador. Como síntomas generales aparece una disminución en el consumo de alimento, espalda encorvada e incluso diarrea hemorrágica, que puede conducir a enteritis proliferativa o hemorrágica provocando la muerte del animal (Shivaprasad, 2014).

4. Canibalismo: El canibalismo es una causa común de mortalidad durante el ciclo de vida productivo de gallinas ponedoras, en especial a las que se mantienen en sistemas de alojamiento comerciales. Una de las formas más comunes y graves de este problema es el canibalismo cloacal y los tejidos circundantes, que generalmente conduce a la muerte dentro de un período muy corto de tiempo (Gunnarson *et al*., 1999). El picoteo generalmente se desencadena a raíz del prolapso o desgarro de la mucosa vaginal durante el paso de un óvulo anormalmente grande. Las membranas cloacales que quedan expuestas después de la expulsión del huevo a veces atraen a otras gallinas. En cambio, el canibalismo no solo se produce debido a esta causa, sino que existen asociadas otras muy relacionadas con una deficiencia en el bienestar del animal, como una alta densidad de aves, exponerlas a luz muy intensa, dietas deficientes en proteínas o restricciones en el consumo de agua (Tablante *et al*., 2000). Por otra parte, cabe destacar que las gallinas que ponen sus huevos fuera de los nidos tienen un mayor riesgo de sufrir canibalismo. Por tanto, el uso de perchas en los alojamientos, además de mejorar el desarrollo del comportamiento, previene el canibalismo cloacal porque las aves pueden escapar más fácilmente (Gunnarson *et al*., 1999).

Figura 9.5. Canibalismo en la cloaca. Fuente: Laywel, 2012

9.3.- INDICADORES DE BIENESTAR EN AVES DE PUESTA

El bienestar en los animales de producción puede ser cuantificado a través de una serie de medidas objetivas, que se denominan indicadores de bienestar animal. Debido a que muchas de las prácticas en el ámbito de la producción generan un estrés en los animales y con ello una devaluación de su bienestar, se han realizado múltiples aproximaciones en relación a este problema. Y aunque se usan varios indicadores de bienestar diferentes conjuntamente, a veces se cuestiona su capacidad para reflejar con precisión el estado de bienestar (Damián y Ungerfeld, 2012).

La respuesta al estrés que tienen las aves de puesta se puede valorar por estos indicadores. De este modo, se pueden evitar situaciones estresantes específicas y así reducir las causas inevitables de un bienestar deficiente (Alm, 2015). Cuando las aves se enfrentan a un factor estresante físico o emocional, se activan diferentes sistemas biológicos con el fin de protegerse frente a la amenaza potencial a la homeostasis. Estas respuestas conducen inevitablemente a ciertos cambios inmunológicos y también conductuales, los cuales pueden desencadenar respuestas en el sistema nervioso autónomo y neuroendocrino. Por tanto, los resultados obtenidos en la evaluación de los diferentes indicadores de bienestar pueden constituir la base de los cambios en las prácticas de gestión, mejora genética, legislación e incluso en las etiquetas de bienestar específicas en los productos alimenticios (Alm *et al*., 2016).

Indicadores fisiológicos

Se miden los niveles de aquellas sustancias que se encuentran en el organismo animal, vulnerables de sufrir alteraciones ante un desencadenante de estrés. Hay que tener en cuenta que, por ejemplo, las hormonas no son fáciles de interpretar puesto que suelen variar en el organismo y pueden modificarse durante el manejo de las aves para la toma de muestras.

En las aves, los niveles plasmáticos de corticosterona se elevan en minutos ante un factor estresante, con el objetivo de movilizar reservas de energía a través del catabolismo proteico. Sin embargo, el método es invasivo por lo que requiere un muestreo inmediato de la sangre de una gallina para evitar los efectos perjudiciales del propio procedimiento. Por ello, actualmente se tiende más a utilizar métodos no invasivos, como la determinación de los metabolitos de la corticosterona fecales en los excrementos de las aves o en el albumen, con la ventaja de obtener la muestra sin la necesidad de perturbar a los animales (Bütow, 2005).

Otro de los indicadores fisiológicos en aves es la relación entre leucocitos y heterófilos (relación H/L), que constituyen la mayoría de leucocitos en las aves. Los linfocitos participan en la parte adaptativa de la respuesta inmune, mientras que los heterófilos son los encargados de desempeñar un papel fagocítico en la respuesta inflamatoria aguda. De este modo, en las aves se ha podido demostrar que el ratio H/L aumenta en situaciones estresantes o de descenso del bienestar del animal, ya que el número de heterófilos aumenta y el de linfocitos disminuye. (Alm, 2015). Al igual que el indicador anterior, también es un método invasivo ya que se debe extraer sangre, bien de la vena braquial, la vena del ala o el corazón.

Groos y Siegel (1983) demostraron que ambos indicadores no deben correlacionarse siempre, ya que la relación H/L mide un cambio fisiológico, mientras que la concentración de corticosteroides en la sangre se ve afectada por muchos factores antes de producirse los cambios fisiológicos. Esto quiere decir que el ratio H/L es una medida más apropiada para los cambios a largo plazo del ambiente y la concentración de corticosteroides para cambios a corto plazo. La correlación entre ambos indicadores fue mejor en ambientes más estables y con niveles de estrés más bajos.

Indicadores de salud

El estado de salud y la condición física de las aves es otro de los indicadores de bienestar en estos animales. En cambio, el hecho de que exista un buen nivel de salud no siempre está correlacionado con una ausencia total de problemas o enfermedades (Bütow, 2005). Podemos dividir el buen estado general de salud en 3 criterios:

- Ausencia de enfermedad/es: Bajo este criterio se registran diversas enfermedades y problemas clínicos, como patologías oculares, infecciones respiratorias, enteritis, anomalías en la cresta etc. En cambio, no solo se registran estos criterios sino también los números de mortalidad y aves sacrificadas, ya que un aumento de estos indicadores puede ser muy significativo de un bienestar seriamente comprometido.
- Ausencia de dolor inducido por los procedimientos de gestión: Uno de los procedimientos que se lleva a cabo con mayor frecuencia es el corte de pico, un tratamiento severo que debe hacerse antes de los 10 días de vida del animal. Algunas anormalidades que se pueden encontrar en esta técnica son la presencia de picos cruzados o dañados (Van Niekerk, 2012).
- Ausencia de lesiones: Este criterio se determina midiendo las deformaciones del hueso de la quilla, fragilidad ósea, las lesiones de la almohadilla y dedos de la pata, las lesiones de piel, estado del plumaje y lesiones por canibalismo.

La fragilidad ósea es un indicador importante para el bienestar de las aves porque puede depender del nivel de producción, de un balance nutricional negativo o de la falta de movimiento de las aves, por lo que puede desencadenar en fracturas. En la valoración del hueso de la quilla se realiza una palpación y una evaluación visual del hueso, el cual se puede valorar si se encuentra recto o no, y además si son deformaciones severas o irregularidades menores (por ejemplo, flexión leve). Cabe destacar que la deformación del hueso de la quilla tiene una fuerte correlación con la presencia de perchas en el alojamiento.

En el caso de las lesiones que se encuentran en la región de las patas, las más frecuentes son hiperqueratosis, uñas partidas y úlceras. En cuanto a lesiones más graves podemos encontrar inflamación de la almohadilla plantar ("*bumble foot*"), donde se observa un abultamiento de la almohadilla dorsalmente visible (Van Nierkek, 2012).

La condición del plumaje, que también se puede valorar como indicador de comportamiento, permite estimar el daño producido por el picaje de otras aves o por daños producidos con los distintos accesorios del alojamiento. En el caso del canibalismo es uno de los problemas principales en este sector, que puede perjudicar gravemente el bienestar de las aves. Normalmente, las lesiones se encuentran en la región de la cloaca, aunque también pueden verse en la cabeza o el dorso (Bütow, 2005).

Indicadores productivos

Existe cierta controversia a la hora de señalar los parámetros productivos como un indicador de bienestar, ya que las aves, aun teniendo unos niveles de producción muy altos, pueden tener un pobre bienestar. Por tanto, los cambios en los parámetros de producción se pueden utilizar como un posible primer signo del deterioro del bienestar, pero no son apropiados utilizarlos como indicadores generales. Por ello, siempre es positivo no utilizarlos de forma aislada, sino relacionarlos con otros indicadores (Alm, 2015). Los indicadores productivos que más se tienen en cuenta en la avicultura de puesta son: índice de puesta, tamaño del huevo, índice de conversión, calidad de la cáscara, consumo de pienso y calidad interna del huevo (Bütow, 2005).

Indicadores de comportamiento

Observar el comportamiento de las aves es una forma de evaluar el bienestar que puede ofrecer una amplia gama de información sobre las necesidades, las preferencias e incluso de los estados internos del animal. En el entorno natural de las aves, los comportamientos pueden cuantificarse mediante enfoques etológicos, aunque también pueden estudiarse mediante diferentes pruebas de comportamiento (Alm, 2015). Para el estudio de las diferentes pautas de comportamiento de los animales existen 3 formas básicas:

- Fabricar una situación experimental controlada que nos sirva para comparar con el comportamiento habitual de las aves en su hábitat natural. Es una de las bases para crear una hipótesis, teniendo siempre en cuenta que todos los comportamientos que se clasifican como naturales en las aves no siempre van a ser realizados por estos animales.

- Distinguir los signos de las aves que nos indican una falta de acomodamiento en un ensayo experimental, ya que puede ayudar a identificar estados de miedo, angustia, frustración o agresión.
- Identificar tanto las necesidades como las preferencias de las aves, siendo éste uno de los mejores métodos de evaluar el bienestar de estos animales, aunque pueden existir dificultades en el momento de la interpretación de resultados. El método más utilizado en este caso es el test de elección, que consiste en otorgar al animal una cierta libertad por distintos ambientes, en los que se controlará el tiempo que pasa en cada uno de ellos (Bütow, 2005).

La tendencia actual se dirige hacia el uso de indicadores de comportamiento, siendo un método menos invasivo y por tanto más respetuoso con el bienestar de los animales. Sin embargo, son indicadores que necesitan seguir estudiándose porque no siempre consiguen reflejar el estado del animal. Dawkins (2004) apoya esta tendencia, ya que lo importante es que los indicadores puedan responder a dos preguntas. ¿Están sanos los animales?, ¿tienen lo que quieren? El comportamiento tiene un papel importante en responder a ambas: en la primera pregunta, a través de su uso en la evaluación clínica del dolor, las enfermedades y lesiones; en el caso de la segunda, el comportamiento también es de crucial importancia para poder conocer lo que desean los animales mediante pruebas de elección o preferencia. De este modo, en 2009 se aprobó un proyecto a nivel Europeo sobre la calidad del bienestar de los animales en granjas (vacuno, porcino y avícola), en el que se elaboraron varios protocolos de valoración del bienestar animal que proporcionaban una descripción detallada de las mediciones necesarias y la forma en la que se podían combinar para proporcionar una declaración única del estado de bienestar en la granja evaluada. Orientado al sector avícola, se publicó el protocolo "*Welfare Quality assesment protocol for poultry*" (Welfare Quality, 2009), que atrajo mucho interés de políticos europeos, nacionales y ONG's. En cambio, debido a la cantidad de tiempo que se requería para llevarlo a efecto en las granjas, no se logró que se introdujese en ningún plan comercial. Por tanto, en 2012, con el objetivo de simplificar el protocolo original se publicó uno nuevo, esta vez específico para las gallinas de puesta: "*Welfare Quality assessment protocol for laying hens*" (van Niekerk *et al*., 2012). En dicho protocolo, los indicadores de comportamiento se pueden dividir en 3 tipos:

1. Expresión de comportamientos sociales: Se evalúan aspectos tales como el comportamiento agresivo, la condición del plumaje en las regiones de la cabeza-cuello, grupa y región cloacal (relacionadas con el bienestar, ya que el daño del plumaje en otras zonas puede reflejar únicamente defectos en el sistema), picoteo de crestas, uso de enriquecimiento ambiental (nidales, arena, perchas), distribución del espacio libre, uso de terrazas cubiertas.

2. Relación humano-animal: En esta categoría se mide el comportamiento de las aves ante la presencia de un humano, con el fin de valorar como se debe actuar para no provocar un deterioro del bienestar. Para ello, existen ciertas técnicas específicas:

- Prueba de distancia: Es una medida utilizada para determinar qué tan cerca puede estar una persona de una gallina. En este caso, la persona camina a lo largo de un pasillo y elige una

gallina con la cabeza fuera de la jaula. Tan pronto como el animal introduzca la cabeza, se mide la distancia entre la persona y el frente de la jaula.

- Inmovilidad tónica inducida: Es una respuesta innata en las aves y otros animales que consiste en una restricción breve del movimiento. Esta inmovilidad se produce cuando se encuentran ante un factor que le desencadena un sentimiento de miedo, en este caso la presencia de un humano. De esta forma, se puede traducir que las aves que permanezcan durante más tiempo inmóviles se encuentran más atemorizadas, y por tanto, con un peor bienestar (Hjelm, 2010).

3. Estado emocional positivo: En este caso se evalúan los sentimientos del animal, mediante dos técnicas específicas:

- La prueba de objetos nuevos: Proporciona una medida del miedo a los objetos desconocidos, que se supone que refleja el temor general. De este modo, durante el tiempo que dura la prueba se calcula el número de gallinas que permanecen cerca del objeto.

- Evaluación cualitativa del comportamiento: Es un método para estimar el estado de ánimo de las aves. Se trata de combinar la experiencia y la observación para estimar el estado mental de los animales, obteniendo una impresión de cómo se comportan y cuáles son sus motivaciones. Por tanto, es una técnica de carácter subjetivo, pero con buenos resultados.

9.4.- JAULAS

Existen diversos sistemas de alojamiento para la producción de gallinas de puesta, anteriormente mencionados. Las jaulas en batería son el sistema más utilizado en España para albergar gallinas ponedoras. Este tipo de alojamiento busca una disminución de los costes económicos y limitar los problemas sanitarios, pero plantean ciertas preocupaciones sobre el bienestar animal. Por ello, la Directiva 1999/74/CE permite solo el uso de jaulas enriquecidas con el fin de brindar a las gallinas ponedoras la oportunidad de realizar ciertos comportamientos naturales, manteniendo las ventajas económicas e higiénicas asociadas con las jaulas (Huneau-Salaün *et al*., 2011).

Existen estudios, en relación a este tipo de alojamiento, con conclusiones muy dispares. En principio, el picoteo de plumas y la osteoporosis son los dos problemas de bienestar principales que se relacionan con las gallinas ponedoras y las jaulas enriquecidas (Ferrante, 2009). Hansen y Braastad (1994) realizaron un ensayo con el objetivo de investigar que relación existía entre la densidad de gallinas de puesta, desde su crianza hasta la vida adulta, y el comportamiento de picoteo del plumaje. De este modo se observó a 580 crías desde las 6 a las 35 semanas de vida, divididas en alojamientos con diferentes densidades de animales. El resultado en la prueba grupal a las 35 semanas fue que no se encontró ninguna correlación entre la densidad de animales y el picoteo del plumaje. Incluso, Bestman *et al*., (2009) consiguen demostrar que la mayor relación que existe con el picoteo del plumaje es el manejo durante la crianza. Tanto es así, que en su trabajo pudieron concluir que en el 71% de los casos

en los que las crías no mostraban daños por picoteo durante la crianza, tampoco lo mostraron durante el período de puesta. En cambio, las crías en las que sí se encontraban daños en el plumaje, en el 90% de los casos lo hicieron también durante la vida adulta.

Por otra parte, un reciente estudio avala que la cría en sistemas intensivos puede incentivar a que se produzca mayor picoteo del plumaje. En este caso, se dividieron a los animales en 3 grupos con diferentes densidades, en los que se pudo comprobar que la menor incidencia de picoteo se producía en los animales que habitaban en densidades inferiores (Zepp *et al*., 2018).

En relación a la osteoporosis y los sistemas de jaulas, sí se encuentra mayor uniformidad en las conclusiones de diferentes artículos. La osteoporosis en las gallinas ponedoras es una condición que implica la pérdida progresiva de hueso estructural durante el período de puesta. La consecuencia principal es un aumento en la fragilidad ósea y por tanto, una mayor susceptibilidad a las fracturas. La principal causa de osteoporosis se produce durante la madurez sexual, cuando se inicia el cambio en la formación de hueso estructural a medular. En cambio, la pérdida estructural de hueso se acelera en el caso de las aves que se encuentran con mayor restricción de movimiento e inactividad, como es el caso de las gallinas ponedoras alojadas en jaulas enriquecidas (Whitehead y Fleming, 2000). Cuando esta enfermedad se agrava puede conducir a fracturas espontáneas comúnmente en las uniones costocondrales de las costillas, la quilla y las vértebras torácicas. Incluso puede dañar la médula espinal y producir parálisis. Por ello, las implicaciones que tiene la osteoporosis en el bienestar de los animales provienen del dolor, la debilidad y la mortalidad asociadas a las fracturas óseas (Webster, 2004).

Es importante también diferenciar la osteoporosis de la osteomalacia, puesto que en este caso el problema podría deberse a una ingesta nutricional o absorción inadecuada de Calcio, fósforo o metabolitos de la vitamina D (Lay Jr *et al*., 2011). Permitir que las aves hagan más ejercicio puede dar como resultado una mejora en la calidad ósea, así como un aumento en el calcio de la dieta. Incluso, se ha podido demostrar que algunos rasgos de la resistencia ósea son heredables, por lo que la selección genética podría producir gallinas ponedoras menos propensas a la debilidad ósea (Whitehead y Fleming, 2000).

Enriquecimiento ambiental

La cría de aves en entornos inadecuados puede disminuir gravemente su bienestar, y por tanto, reducir su producción en general. Por tanto, un factor clave para evitar este problema es mediante el enriquecimiento ambiental, incluyendo características o elementos tales como nidales, perchas, bandejas de arena, dispositivos de picoteo. De este modo, se pueden evidenciar ciertos cambios en el comportamiento, aumento en los niveles de actividad, reducción del miedo y la mortalidad, etc (Moroki y Tanaka, 2016).

- **Perchas**: Es uno de los elementos importantes en el enriquecimiento ambiental de las gallinas ponedoras, ya que les permite estar en una postura natural en ellas mientras se encuentran posadas. En general, estas aves buscan la elevación durante el día y también durante la noche cuando seleccionan un lugar para dormir, ya que gracias a la anatomía de los

dedos y a un mecanismo de bloqueo del tendón, las gallinas tienen la capacidad de dormir sin caerse de la percha (Hester, 2014). Por otra parte, las perchas elevadas les permiten monitorear el medio ambiente, escapar de otras gallinas, evitar disturbios y mejorar la termorregulación (EFSA, 2015). Además de satisfacer las necesidades de comportamiento, las perchas en jaulas mejoran la resistencia ósea. En cambio, esta mejora no es suficiente como para prevenir las fracturas y deformidades de la quilla en gallinas adultas.

Específicamente, los sistemas de alojamientos que contienen perchas tienen una mayor prevalencia de fracturas de la quilla, habiendo una correlación positiva entre la altura de las perchas y la prevalencia de dichas fracturas (Stratmann *et al*., 2015). Por ello, existen estudios que pueden evidenciar que el material utilizado para la fabricación de las perchas juega un papel importante en la prevalencia de las deformidades o fracturas de la quilla.

Kappeli *et al*. (2011) demostraron que las perchas metálicas recubiertas de goma provocaban mayores deformidades severas de la quilla que en el caso de las perchas de plástico. Stratmann *et al.* (2015) realizaron un experimento con perchas metálicas, en las que a la mitad de ellas las envolvieron con un material de poliuretano blando. Durante semanas estuvieron evaluando y palpando el hueso a las aves y pudieron demostrar que un material blando en la percha puede ser eficaz en la reducción de la fractura de quilla, ya que puede absorber la energía cinética que se produce durante las colisiones y aumentar la presión sobre el hueso durante el tiempo que esté el animal sobre la percha.

Figura 9.6. Gallinas posadas en perchas de hierro. Fuente: Big Dutchman, 2009

Figura 9.7. Gallinas en perchas de madera. Fuente: Laywel, 2012

● **Baños de polvo**: La normativa europea de protección de aves de puesta exige que estos animales cuenten con una zona donde escarbar y picotear. Esta superficie sería la utilizada para la realización de baños de polvo, siendo un comportamiento habitual en estos animales cuando se encuentran en un ambiente natural. Vestergaard *et al*. (1997) realizaron un experimento en el que midieron los niveles de corticosterona en las aves en los días posteriores a la privación de baños de arena, con la intención de valorar el nivel de estrés que les producía a las aves. Los resultados fueron un aumento sustancial de los niveles de corticosterona, además de ciertas alteraciones del comportamiento como mayor picaje de

plumas. Por ello, pudieron concluir que la ausencia de los baños de polvo les puede producir frustración, y por consiguiente, estrés.

Es importante que el sustrato donde realicen estos baños sea seco, friable y de una calidad adecuada (Colson *et al*., 2007). Este comportamiento tiene una serie de funciones como son la eliminación de agentes grasos y ectoparásitos de las plumas y la mejora de la estructura del plumaje. La posibilidad de cumplir estas y otras funciones depende, entre otros factores, del sustrato disponible. Incluso, a las aves que no se les de ningún material para la realización de baños pueden intentar hacerlo con plumas, favoreciendo el picoteo de las mismas (Louton *et al*., 2016).

Campbell *et al*. (2016) pudieron observar que aunque las gallinas acudían a los baños de polvo durante todo el día, a menudo son sincrónicas a la hora de realizarlos, mostrando un pico de actividad en la tarde y otro a última hora de la mañana, por lo que podría producir una sobrepoblación en el área.

● **Nidales:** El comportamiento previo a la puesta, incluída la búsqueda de un sitio apropiado para anidar y la inspección de posibles nidos, es uno de los comportamientos más importantes en la vida de una gallina y apenas ha cambiado a lo largo de la domesticación (Lentfer *et al*., 2011). En la naturaleza, una gallina generalmente se aleja de los demás animales y encuentra un lugar apartado donde anidar. Por tanto, son varios los factores que influyen en la decisión de la gallina de donde poner su huevo. Además de la calidad y seguridad del nido, también pueden considerarse los factores sociales, siendo estos más importantes en los sistemas de producción, ya que las gallinas en estos casos no tienen la oportunidad de alejarse de las demás (Lundberg y Keeling, 1999). Por tanto, privar a las gallinas de un sitio de nidificación apropiado puede tener efectos negativos, indicando una reducción de su bienestar. Por ejemplo, aumento de la conducta de estimulación, intentos de escape, reducción de la postura sentada, y alteraciones del comportamiento tales como alimentación y acicalamiento excesivos (Struelens *et al*., 2007).

En las jaulas convencionales, la incapacidad de realizar la anidación era uno de los problemas principales para el bienestar de gallinas de puesta. Por tanto, en las actuales jaulas enriquecidas es obligatorio la existencia de nidales. El comportamiento previo a la puesta está controlado por la ovulación, que ocurre aproximadamente 24 horas antes, y la liberación de estrógenos y progesterona (Struelens *et al*., 2007). Las gallinas domésticas sufren cambios de comportamiento, estimulados por los cambios hormonales citados , durante las 1-2 horas anteriores a la puesta de huevos. Se puede observar cierta inquietud, moviéndose más de lo habitual, vocalización y la inspección de varios sitios de nidificación (aunque en los sistemas comerciales su elección se encuentra muy limitada) (Cronin *et al*., 2012).

Por otra parte, también existen estudios basados en experimentar sobre qué materiales y accesorios son más adecuados para los nidales. Wall y Tauson (2013) afirman que los nidos forrados con césped artificial generalmente logran un mayor uso por parte de las aves y una calidad aceptable del huevo. Sin embargo, este material presenta ciertos inconvenientes como no dejar pasar el estiércol y ser de difícil limpieza. Por tanto, elaboraron un estudio en el que

pudieron demostrar que la sustitución del césped por redes de plástico resultó ser igual de positiva en cuanto al uso de nidales, calidad del huevo y aspecto externo de las gallinas. Struelens *et al*. (2007) experimentaron sobre el uso de aletas de plástico opacas en la entrada de los nidales, con el fin de brindar una mayor intimidad al animal. En este caso, se concluyó que aunque este tipo de nidales se visitaron con menor frecuencia, el comportamiento de pre-puesta fue más estable, pasando un mayor tiempo sentadas y el picaje de plumas fue sustancialmente inferior.

Figura 9.8. Nidal de plástico con cortinas opacas.
Fuente: Big Dutchman, 2009

● **Limado de uñas**: Cuando las aves se colocan en jaulas a las 18-20 semanas, la longitud media de la garra es de aproximadamente 18 mm, llegando a alcanzar al final de la puesta más de 30 mm. Por ello, el acortamiento de las uñas puede tener efectos positivos tanto en la higiene como en el bienestar de estos animales, evitando de este modo enganches en las mallas, arañazos entre gallinas y roturas de uñas. Incluso puede condicionar en una mejora del plumaje y una menor mortalidad (Büttow-Roll *et al.,* 2003). Las causas principales para que se produzcan estos incidentes es mediante períodos de perturbación, tales como ruidos fuertes, durante la limpieza y el mantenimiento de rutina o eventos inusuales en la granja. Durante alguna de estas perturbaciones, los animales pueden intentar escapar de las jaulas, ocasionando lesiones considerables a otras aves y a sí mismas. Incluso existe la posibilidad que se desarrolle canibalismo, especialmente si hay manchas de sangre, piel dañada o heridas (Glatz, 2002). Por todo esto, actualmente las jaulas enriquecidas deben llevar de manera obligatoria un instrumento que sirva para el recorte de las uñas. Estos sistemas normalmente se encuentran junto a la zona de alimentación, con el fin de que las gallinas limen alli sus uñas mientras comen. Los dispositivos de limado de uñas más frecuentes son tiras de cinta abrasiva, placas de metal con limas, pegamento o arena y pintura abrasiva (Büttow- Roll *et al*., 2008).

Figura 9.9. Dispositivo de limado de uñas. Fuente: Laywel, 2012

● **Dispositivo de picoteo**: El picoteo de plumas es uno de los principales problemas en la producción de gallinas de puesta. Este comportamiento anormal en las aves provoca una reducción del bienestar en las gallinas, ya que causa dolor, aumenta el riesgo de lesiones y puede desencadenar un brote de canibalismo (Sedlackova *et al*., 2004). En cambio, no existen demasiados estudios sobre la utilización de dispositivos de picoteo ni tampoco existe obligación de utilizarlos. Moroki y Tanaka (2016) estudiaron el uso de un dispositivo de picoteo realizado con piedra, afirmando que de forma natural las aves tienden a picotear las piedras como sustrato de alimentación, por lo que gran parte de la actividad de picoteo se dirige al suelo. Por tanto, no solo el tiempo dedicado al picoteo, sino también la calidad del picoteo es importante para satisfacer su necesidad de estimulación. El estudio se realizó con 24 gallinas White Leghorn de 15 meses de edad, a las cuales se las dividió en diferentes grupos (individuales, en pareja, con o sin dispositivo). De este modo pudieron observar que el picoteo de plumas fue inferior con la presencia del dispositivo, llegando a la conclusión que podría reducir el comportamiento agonístico de las aves, mejorando así el bienestar de las gallinas enjauladas.

Para finalizar, hemos de indicar que, en la actualidad, la sociedad percibe el bienestar animal asociado a las condiciones de vida en libertad. En el caso de las gallinas de puesta, sector en el que se han realizado grandes inversiones para adaptar las jaulas de puesta a la nueva normativa, también se observa esa percepción, por lo que se están desarrollando e investigando nuevos sistemas de puesta en libertad. Aunque los resultados aún no son lo suficientemente concluyentes, así como tampoco los protocolos de evaluación.

De hecho, Blatchford *et al*. (2016) utilizaron el protocolo *Welfare Quality* para evaluar el bienestar de gallinas ponedoras alojadas en jaulas enriquecidas, aviarios y jaulas convencionales. Este estudio pudo comprobar que sus resultados en cuanto al aspecto del plumaje, anomalías en las patas, deformidades de la quilla y longitud de las garras fueron muy similares a los que se muestran en el protocolo. Por tanto, afirman que es una herramienta útil para detectar diferencias del bienestar de las gallinas en los sistemas de alojamiento. En cambio, otro estudio basado en el comportamiento de estas aves durante las 9, 28, 48 y 66 semanas de vida no logró observar similitudes con respecto al protocolo de calidad del

bienestar animal, por lo que su utilidad en este ensayo fue cuestionada (Daigle y Siegford, 2014).

Existen múltiples trabajos que se encargan de estudiar y evaluar las variaciones que existen en los índices de producción entre los distintos sistemas de alojamientos. Golden *et al.* (2012) demostraron que las gallinas en jaulas producían un número de huevos significativamente mayor que en sistemas alternativos (357 huevos/gallina, frente a los 304 en sistemas de libertad). Cuestión corroborada por Denli *et al.,* (2016), pero en cambio, en este caso también observan un mayor peso del huevo y grosor de la cáscara de huevos procedentes de gallinas criadas en libertad. Si se analiza la limpieza o no de los huevos, cuestión muy importante desde las perspectivas económica y sanitaria, hablamos de la cantidad de huevos sucios, existiendo una clara tendencia a pensar que los sistemas alternativos (en suelo y en libertad) provocan un mayor porcentaje de estos huevos, como demuestra Bütow *et al.,* (2009), Denli *et al.,* (2016) y Yilmaz *et al.,* (2016).

Otro indicador muy importante en la producción y el bienestar de estos animales en función del análisis comparativo de los sistemas de producción es la mortalidad. Con este indicador, en cambio, existe cierta controversia, ya que Golden *et al.,* (2012) demostraron que la mortalidad total fue significativamente mayor en gallinas en libertad, pero en cambio otros autores como Yilmaz et al., (2016) pudieron comprobar que las jaulas enriquecidas provocaban mayores índices de mortalidad. La razón por la que se producen discrepancias en este aspecto, es porque las diferencias en la mortalidad no solo están relacionadas con los sistemas de alojamientos, sino que también existen otros factores. Por ejemplo, el recorte de picos en sistemas de jaulas o la ausencia de sistemas de protección para las gallinas en libertad frente a los depredadores. Si hablamos del consumo de alimento, existen mayores porcentajes en los sistemas alternativos, debido a que al poseer más libertad de movimiento hay una mayor demanda de nutrientes. Por tanto, la conversión del alimento en sistemas de jaula es generalmente más eficiente (Shields y Duncan, 2009).

Por último, también existen ciertos aspectos relacionados con la salud de estas aves, que varían dependiendo del sistema de alojamiento. En este caso, la deformidad de la quilla ocurre con mayor prevalencia en los sistemas alternativos, ya que existe mayor predisposición a apoyarse en lugares como cajas o comederos, evitando las perchas (construidas especialmente con este fin) (Shields y Duncan, 2009). Este problema también incide en los niveles productivos, ya que el número de huevos será más bajo y la cáscara tendrá un peso menor (Riber *et al.,* 2018)

10.- REFLEXIÓN FINAL

Este trabajo me ha servido para ampliar de forma generalizada mis conocimientos sobre bienestar animal, siendo uno de los objetivos que me marqué al comienzo. Es más, me ha permitido ver que el bienestar animal es un tema muy amplio, con demasiadas variantes como para condensarlo todo en un solo concepto. De este modo, muchos autores han dado su particular visión sobre cómo definir el significado de bienestar animal. De hecho, entre la población Europea hay quienes creen que tan solo es el deber de respetar a todos los animales, olvidando quizás que son seres que también tienen necesidades. En cambio, hay otra parte de la población que profundiza más en este concepto, teniendo en cuenta que los animales tienen sentimientos, por lo que tenemos la obligación de darles una calidad de vida aceptable.

Al inicio de este trabajo desconocía que hubiese un número tan elevado de estudios relacionados con el tema a tratar, viéndome obligado a dar un punto de vista general. Por esta razón, no he conseguido profundizar en algunos aspectos del bienestar de las gallinas de puesta, a pesar de ser uno de los objetivos marcados. En cambio, la realización del presente trabajo si me ha permitido construir una opinión más objetiva y a su vez realizar una crítica constructiva sobre esta industria. En algunos aspectos, el bienestar animal en este sector puede ser muy cuestionado por ciertas actuaciones. Por ejemplo en España, con un censo actual de 47 millones de gallinas de puesta, se sacrifican anualmente entre 30 y 35 millones de estas aves, lo que supone un 70% del censo total. Esto nos hace ver que son animales explotados con el único fin de obtener la mayor rentabilidad posible, sin importar su esperanza de vida. Por otra parte, otras de las actuaciones de este sector que puede ser cuestionada por una falta de bienestar, se producen durante el sexaje de pollos recién nacidos. Teniendo en cuenta que solo las hembras son válidas para este sistema productivo, los machos son sacrificados al poco de nacer. Un dato que sigue demostrando que, en ciertos aspectos, la producción sigue estando por delante del bienestar de los animales. Con el objetivo de acabar con esta práctica, existen estudios en los que se están consiguiendo el sexaje de los pollos antes de la eclosión, mediante el análisis del fluido alantoideo del huevo en incubación (Weissmann et al., 2014). Un trabajo que deberá estudiarse con mayor profundidad antes de implementarlo a escala comercial.

Donde existe una mayor concienciación por mejorar el bienestar de estos animales es durante su etapa productiva, por lo que el sector avícola de puesta atraviesa una época de constantes cambios. Cabe destacar que, aunque sea durante un período corto, son animales que desde su nacimiento se encuentran dentro de un sistema de producción, por lo que es importante que al menos en este tiempo permanezcan de una forma aceptable. Comenzando en la década de los 70, cuando ya se vislumbraba cierta preocupación por la forma en la que se explotaban estos animales, se realizaron los primeros estudios con jaulas enriquecidas denominadas “Get-Away cage”. Sin embargo, estas jaulas al tener un tamaño de grupo relativamente grande (15-40 aves/jaula) no produjeron buenos resultados (Büttow, 2005). Los estudios siguientes se orientaron principalmente en tamaños de grupos menores, creando las jaulas enriquecidas en

las que habitan a día de hoy la mayor parte de las gallinas de puesta en España. A pesar de todos los estudios realizados y apenas 6 años después de finalizar el proceso de adaptación a la Directiva 1999/74/CE (una legislación que demuestra la necesidad que había de proteger a este sector), la tendencia actual sigue en un proceso de modificación, orientada cada vez más al uso de los sistemas alternativos. Tanto es así, que el 1 de enero de 2018 la empresa de supermercados Lidl fue la primera cadena de distribución de España en dejar de vender huevos de gallinas enjauladas. Una idea que no ha pasado desapercibida, ya que el grupo Huevos Guillén (proveedor de la cadena de supermercados Mercadona) se ha comprometido a producir al 100% huevos de sistemas libres de jaulas para el año 2025 (Alimarket, 2017). Bajo mi punto de vista, es una tendencia que no tiene por qué afectar a la producción de huevos, teniendo en cuenta que Alemania es el segundo mayor productor de huevos en Europa y a su vez, el 93,1% de sus gallinas ponedoras viven en sistemas alternativos.

Otro de los objetivos propuestos fue ampliar mis conocimientos sobre el comportamiento de los animales, conociendo así como se evalúa el bienestar de estas aves mediante una serie de indicadores. Por tanto, se puede concluir que actualmente las medidas fisiológicas se van devaluando, mientras que los indicadores basados en el comportamiento van adquiriendo mayor protagonismo a la hora de valorar la calidad de vida de los animales. Principalmente este cambio es debido a que son métodos no invasivos, por lo que se pueden llevar a cabo sin la necesidad de manipular a los animales ni someterlos a pruebas de laboratorio. Una evaluación que nos sirve de guía para conocer cuál es el comportamiento de estos animales en su hábitat natural, teniendo la oportunidad de trasladar sus necesidades a los sistemas de producción. Por tanto, es otro de los avances que nos conduce hacia un bienestar animal más confortable.

Finalmente, podemos concluir que el bienestar de las aves de puesta se encuentra actualmente nutrido de infinidad de estudios y artículos científicos, que a su vez me han servido de ayuda para la elaboración de este trabajo, aprendiendo a buscar en bases de datos fiables y a mejorar mi vocabulario científico de inglés.

11.- AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dr. D. Juan de Dios Vargas Giraldo y Dr. D. Miguel Ángel Aparicio Tovar por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo, el cual me suscitó gran interés desde el principio. Agradecer también la dedicación, la entrega e interés que han mostrado de manera constante, siendo un apoyo fundamental para la realización de este trabajo.

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, R., Pizarro, M. J. (2018). Panorama y mercado del huevo. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.

Alexander, D. J. (2000). Newcastle disease and other avian paramyxoviruses. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*. 19(2), 443-462.

Alimarket (2017). Huevos: el bienestar presagia una nueva reconversión. *Alimarket gran consumo*. Número 317 (Junio 2017).

Alm, M., Tauson, R., Holm, L., Wichman, A., Kalliokoski, O., Wall, H. (2016). Welfare indicators in laying hens in relation to nest exclusión. *Poultry Science*. 95(6). 1238-1247

Alm, M. (2015). Welfare indicators in laying hens. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences

Armel, L. (2008). Fisiología reproductiva y programas de luz. X Congreso Internacional de Avicultura. Maracaibo (Venezuela).

ASEPRHU (2013). Guía de buenas prácticas de manejo y bienestar animal en granjas avícolas de puesta.

Avitech (2008). The management of heat stress through nutrition. *Avitech technical bulletin* (Abril 2008)

Barroeta, A.C., Izquierdo, D., Pérez, J. F. (2010). Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)

Baxter, W., Joseph, N., Osborne, V. R., Bedecarrats, G. Y. (2014). Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poultry Science*. 93, 1289-1297.

Bestman, M., Koene, P., Wagenaar, J.P. (2009). Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Animal behaviour Science*. 121, 120-125.

Big Dutchman (2009). Eurovent EU. El sistema enriquecido para ponedoras-evolucionado, adaptado y eficiente-.

Blackall, P. J. (1999). Infectious Coryza: overview of the disease and new diagnostic options. *Clinical microbiology reviews*. 12(4), 627-632.

Blatchford, R. A., Fulton, R. M., Mench, J. A. (2016). The utilization of the Welfare Quality assessment for determining laying hen condition across three housing systems. *Poultry Science*. 95, 154-163.

BOE (2011). Real Decreto 773/2011, de 3 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 3/2002, de 11 de enero, por el que se establecen las normas mínimas de protección de gallinas ponedoras.

BOE (2007). Ley 32/2007, de 7 de noviembre, para el cuidado de los animales, en su explotación, transporte, experimentación y sacrificio

BOE (2003). Real Decreto 372/2003, de 28 de marzo, por el que se establece y regula el Registro general de establecimientos de gallinas ponedoras

BOE (2002). Real Decreto 3/2002, de 11 de enero, por el que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras

BOE (2002 a). Ley 5/2002, de 23 de mayo, de Protección de los Animales en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

BOE (2000). Real Decreto 348/2000, de 10 de marzo, por el que se incorpora al ordenamiento jurídico la Directiva 98/58/CE, relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas.

Broom, D. M. (2011). Animal welfare: concepts, study methods and indicators. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24 (3).

Broom, D. M. (1986). Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*. 142, 524-526.

Brouček, J. (2014). Effect of noise on performance, stress and behaviour of animals. *Slovak Journal Animal Science*. 47(2), 111-123

Büttow Roll, V. F., Cepero, R., Maria, G. A. (2009). Floor versus cage rearing: effects on production, egg quality and physical condition of laying hens housed in furnished cages. Ciencia rural. 39(5), 1527-1532.

Buttow-Roll, V. F., Cepero, R., María, G. A., Gonçalves, E. (2008). Effects of claw shortening devices in laying hens housed in furnished cages. *Ciencia Animal Brasileira*. 9, 896-901

Büttow, V. F. (2005). Bienestar animal y productividad en gallinas ponedoras comerciales alojadas en jaulas enriquecidas. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

Buttow-Roll, V. F., Cepero, R., María, G. A. (2003). Eficacia de los dispositivos de desgaste de uñas en gallinas ponedoras comerciales. *ITEA*. 24, 241-243.

Callejo, A. (2013). Principales efectos de la aplicación de una metodología destinada a inducir la muda en ponedoras comerciales sobre su producción cuantitativa y cualitativa durante el segundo ciclo de puesta. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Camarda, A., Pugliese, N., Bevilacqua, A., Circella, E., Gradoni, L., George, D., Sparagano, O., Giangaspero, A. (2018). Efficacy of a novel neem oil formulation (RP03) to control the poultry red mite Dermanyssus gallinae.

Campbell, D.L.M., Makagon, M.M., Swanson, J.C., Siegford, J.M. (2016). Litter use by laying hens in a commercial aviary: dust bathing and piling. *Poultry Science*. 95, 164-175.

Campo, J. L., Gil, M. G., Dávila, S. G. (2005). Effects of specific noise and music stimuli on stress and fear levels of laying hens of several breeds. *Applied Animal Behaviour Science*. 91, 75-84

Cedó, R. (2003). Los contratos en la producción avícola. Jornadas Profesionales de Producción de Carne de Pollo. *Selecciones avícolas*, Febrero 2004.

Chai, L., Ni, J. Q., Diehl, C. A., Kilic, I., Heber, A. J., Chen, Y., Cortus, E. L., Bogan, B. W., Lim, T. T., Ramirez Dorronsoro, J. C., Chen, L. (2012). Ventilation rates in large commercial layer hen houses with two-year continuous monitoring. *British Poultry Science*. 53(1), 19-31.

Chen, D., Bao, J., Meng, F., Wei, C. (2014). Choice of perch characteristics by laying hens in cages withdifferent group size and perching behaviours. *Applied Animal Behaviour Science*. 150, 37– 43

Circella, E., Pennelli, D., Tagliabue, S., Camarda, A. (2012). Virulence-associated genes in avian pathogenic Escherichia coli from laying hens in Apulia, southern Italy. *British Poultry Science*. 53(4), 465-470.

Colson, S., Arnould, C., Michel, V. (2007). Motivation to dust-bathe of laying hens housed in cages and in aviaries. *The Animal Consortium*. 1, 433-437

Comisión Europea (2016). Actitudes de los europeos hacia el bienestar de los animales. Eurobarómetro especial 442. Noviembre-Diciembre 2015.

Consejo de la Unión Europea (2018). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo sobre el impacto de las actividades internacionales en materia de bienestar animal en la competitividad de los ganaderos europeos en un mundo globalizado.

Cooper, J., Albentosa, M. (2003). Behavioural priorities of laying hens. *Avian and Poultry Biology Reviews*. 14(3), 127-149

Cronin, G.M., Barnett, J.L., Hemsworth, P.H. (2012). The importance of pre-laying behaviour and nest boxes for laying hen welfare: a review. *Animal Production Science.* 52, 498-405

Daigle, C., Siegford, J. (2014). Welfare Quality parameters do not always reflect hen behaviour across the lay cycle in non-cage laying hens. *Animal welfare*. 23, 423-434.

Damián, J. P., Ungerfeld, R. (2012). Indicadores de bienestar animal en especies productivas: una revisión crítica. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 21(2), 103-113

Davidson, J., Boyne, A.W. (1970). The calcium and phosphorus requirements of laying hens. *British Poultry Science.* 11, 231-240.

Dawkins, M. S. (2006). A user's guide to animal welfare science. *Trends in ecology and evolution*. 21(2), 77-82.

Dawkins, M.S. (2004). Using behaviour to assess animal welfare. *Animal welfare*. 13, 3-7.

DEFRA (2001). The welfare of hens in free range systems.

Denli, M., Bukun, B., Tutkun, M. (2016). Comparative performance and egg quality of laying hens in enriched cages and free-range systems. *Animal Science*. 59, 29-32.

DOUE (2008). Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control

DOUE (2003). Reglamento (CE) Nº 2160/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de noviembre de 2003 sobre el control de la salmonela y otros agentes zoonóticos específicos transmitidos por los alimentos

DOUE (1999). Directiva 1999/74/CE del Consejo de 19 de julio de 1999 por la que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras

Duncan, I. J. H (1998). Behavior and behavioral needs. *Poultry Science*. 77, 1766-1772.

Egbuniwe, I. C., Ayo, J. O. (2016). Physiological roles of avian eyes in light perception and their responses to photoperiodicity. *World's Poultry Science Journal*. 72, 605-614.

Elías, M. I., Conde, P., Villegas, J. R., Arrebola, F. A. (2016). Bienestar animal en explotaciones de aves. Conserjería de agricultura, pesca y desarrollo rural. Junta de Andalucía.

Elson, H. A. (2009). Sistemas de alojamiento para gallinas ponedoras en Europa: desarrollo actual y resultados técnicos. XLVI Symposium científico de avicultura.

Eriksson, H. (2013). *Erysipelothrix rhusiopathiae* in Laying Hens. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences

European Food Safety Authority (EFSA) (2015). Scientific opinion on welfare aspects of the use of perches for laying hens. *EFSA Journal 2015*. 13(6), 4131

Ferrante, V. (2009). Welfare issues of modern laying hen farming. *Italian Journal of Animal Science*. 8, 175-189

Flores, A. (1994). Programas de alimentación en avicultura: Ponedoras comerciales.

Fossum, O., Jansson, D. S., Etterlin, P. E., Vågsholm, I. (2009). Causes of mortality in laying hens in different housing systems in 2001 to 2004. Acta Veterinaria Scandinavica. 51(3).

García, J. L., Alandí, M., Bergliter, D., Hernández, S. (2009). Bienestar animal y seguridad alimentaria: dos conceptos entrelazados.

García, R., Berrocal, J., Moreno, L., Ferrón, G. (2009). Producción ecológica de gallinas ponedoras. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía

Glatz, P. (2002). Claw abrasives in layer cages. A report for the rural industries research and development corporation

Gross, W. B., Siegel, H. S. (1983). Evaluation of the Heterophil/Lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian diseases*, 27(4), 972-979.

Golden, J. B., Arbona, D. V., Anderson, K. E. (2012). A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *Journal Applied Poultry. Research* 21, 95–102

Gourdazi, P., Shawrang, P., Sadeghi, A. A., Chamani, M. (2014). Effect of different sources of lipid on heterophil to lymphocyte ratio and serum corticosterone concentration in broiler chickens. *International Journal of Biosciences.* 5(10), 163-168.

Gunnarsson, S., Keeling, L. J., Svedberg, J. (1999). Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science*. 40, 12-18.

Hansen, I., Braastad, B.O (1994). Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Animal behaviour Science*. 40, 263-272.

Hartini, S., Choct, M., Hinch, G., Kocher, A., Nolan, J.V. (2002). Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production and performance of Isa Brown laying.

Herrera, J., Saldafia, B., Guzmán, P., Cámara, L., Mateos, G.G. (2017). Influence of particle size of the main cereal of the diet on egg production, gastrointestinal tract traits, and body measurements of brown laying hens.

Hester, P. Y. (2014). The effect of perches installed in cages on laying hens. *World's Poultry Science Journal*. 70, 247-263.

Hetland, H., Svihus, B., Choct, M. (2005). Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers.

Hjelm, J. (2010). Tonic immobility and effects of early stress on chickens (*Gallus gallus*). Proyecto de Grado. Universidad de Linköpings.

Hughes, B. O (1982). The historical and ethical background of animal welfare. In: Uglow, J. (ed). How well do our animals fare? *Proc. 15th Annual Conference of the Reading University Agricultural Club*, 1-9.

Huneau-Salaün, A., Guinebretière, M., Taktak, A., Huonnic, D., Michel, V. (2011). Furnished cages for laying hens: study of the effects of group size and litter provision on laying location, zootechnical performance and egg quality.

Hy- Line International (2018). Guía de manejo: ponedoras comerciales Hy-Line Brown.

Hy-Line International (2014). Hy-Line Brown ¡Ponedora Líder Mundial en su Tipo! *Hy-Line innovations*. Edición 6. Mayo 2014.

Inprovo (2018). Resumen del año 2017 para el sector del huevo en España. *Boletín del huevo*. 2 de enero de 2018.

Inprovo. (2016). Las gallinas de desvieje, el nuevo problema del sector. *Selecciones avícolas*. Número 685, 26-27.

INTA. Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria (2008). Manejo eficiente de gallinas de patio. Cartilla básica número 4.

ISA (2009). Isa Brown: guía de manejo general de ponedoras comerciales 2009-2010.

Jacome, I. M. T. D., Rossi, L. A., Borille, R. (2014). Influence of artificial lighting on the performance and egg quality of commercial layers: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 16(4), 337-344.

Janczak, A. M, Riber, A. B. (2015). Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science*. 94, 1454-1469

Jensen, P (2004). Etología de los animales domésticos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza.

Kappeli, S., Gebhardt-Henrich, S. G., Frohlich, E., Pfulg, A., Schaublin, H., Stoffel, M. H. (2011). Effects of housing, perches, genetics, and 25-hydroxycholecalciferol on keel bone deformities in laying hens. *Poultry Science*. 90, 1637-1644.

Keeling, L. (1995). Spacing behaviour and an ethological approach to assessing optimum space allocations for groups of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*. 44, 171-186.

Landman, W. J. M., Heuvelink, A., van Eck, J. H. H. (2013). Reproduction of the *Escherichia coli* peritonitis syndrome in laying hens. *Avian Pathology*. 42(2), 157-162.

Larsen, H., Cronin, G., Smith, C. L., Hemsworth, P., Rault, J. (2017). Behaviour of free-range laying hens in distinct outdoor environments. *Animal Welfare*. 26, 255-264.

Lay Jr, D.C., Fulton, R.M., Hester, P.Y., Karcher, D.M., Kjaer, J.B., Mench, J.A., Mullens, B.A., Newberry, R.C., Nicol, C.J., O'Sullivan, N.P., Porter, R.E. (2011). Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*. 90, 278-294.

Leeson, S. (1996). Programas de alimentación para ponedoras y broilers. Universidad de Guelph, Ontario.

Lentfer, T.L., Gebhardt-Henrich, S.G., Frölich, E.K.F., Von Borrel, E. (2011). Influence of nest site on the behaviour of laying hens. *Animal Behaviour Science*. 135, 70-77.

Long, H., Zhao, Y., Wang, T., Ning, Z., Xin, H. (2015). Effect of light-emitting diode *vs.* fluorescent lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 1 – Operational characteristics of lights and production traits of hens. *Poultry Science*. 0, 1-11

Louton, H., Bergmann, S., Reese, S., Erhard, M.H., Rauch, E. (2016). Dust-bathing behavior of laying hens in enriched colony housing systems and an aviary system. *Poultry Science*. 95, 1482-1491.

Lundberg, A., Keeling, L. J. (1999). The impact of social factors on nesting in laying hens (*Gallus gallus domesticus). Animal Behaviour Science*. 64, 57-69.

MAI. Ministerio de Agroindustria. (2018). 2º año: manual de avicultura. Dirección de Escuelas Agrarias del Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires.

MacIsaac, J.L., Anderson, D.M. (2007). Effect of whole wheat, enzyme supplementation and grain texture on the production performance of laying hens

MAPAMA (2018). Informe del consumo de alimentación en España 2017. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MAPAMA (2017). El sector de la avicultura de puesta en cifras. Principales indicadores económicos. Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Subdirección General de Productos Ganaderos

MAPAMA (2016). Caracterización del sector avícola de puesta. Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Subdirección General de Productos Ganaderos

MAPAMA (2010). Razas de ganado del catálogo oficial de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Mashaly, M. M., Hendricks, G. L., Kalama, M. A., Gehad, A. E., Abbas, A. O., Patterson, P. H. (2004). Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry Science*. 83, 889-894.

Mason, G. J. (1991). Sterotypies: a critical review. *Animal Behaviour*. 41, 1015-1037

Mateos, G.G., Cámara, L., Pérez-Bonilla, A., García, J., Lázaro, R.P. (2014). Alimentación y nutrición práctica de pollitas ponedoras: Normas FEDNA. Universidad Politécnica de Madrid.

Mazas, B. (2014). La actitud hacia el bienestar animal en el ámbito educativo. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

McAdie, T. M., Foster, T. M., Temple, W., Matthews, L. R. (1993). A method for measuring the aversiveness of sounds to domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science*. 37, 223-238.

Mench, J., Keeling, L. J. (2001). The social behaviour of domestic birds. En: Keeling, L. J., Gonyou, H. W (eds). Social behaviour in farm animals. CAB International 2001. 177-209.

Miao, Z. H., Glatz, P. C., Ru, Y. J. (2004). Free-range poultry production - A review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 18(1), 113-132.

Moroki, Y., Tanaka, T. (2016). A pecking device as an environmental enrichment for caged laying hens. *Animal Science Journa*l. 87, 1055-1062.

Muñoz, R. (2014). Bienestar animal: un reto en la producción pecuaria. *Spei Domus*. 10(20), 31-40

Navarro, C., Dávila, G. (2005). Manual de entrenamiento en avicultura. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería de Rivas (EIAG)

Nicol, C. J., Davies, A. (2010). Poultry welfare in developing countries. FAO. *Poultry development review*, 110-113

Nicol, C. J. (1989). Social influences on the comfort behaviour of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*. 22, 75-81.

OIE (2018). Introducción a las recomendaciones para el bienestar de los animales. Código sanitario para los animales terrestres 2018. Capitulo 7.1

OIE (2017). Enfermedad de Marek. Manual terrestre de la OIE 2017. Capítulo: 2.3.13

OIE (2016). Viruela aviar. Manual terrestre de la OIE 2016. Capítulo: 2.3.10

OIE (2015). Cólera aviar. Manual terrestre de la OIE 2015. Capítulo: 2.3.9

OIE (2012). Pulorosis y tifosis aviar. Manual terrestre de la OIE 2012. Capítulo: 2.3.11

Pelicia, K., García, E.A., Faitarone, A.B.G., Silva, A.P., Berto, D.A., Molino, A.B., Vercese, F. (2009). Calcium and available phosphorus levels for laying hens in second production cycle. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 11, 39-49.

Pérez-Bonilla, A., Jabbour, C., Frikha, M., Mirzaie, S., García, J., Mateos, G.G. (2012). Effect of crude protein and fat content of diet on productive performance and egg quality traits of brown egg-laying hens with different initial body weight. *Poultry Science*. 91, 1400-1405

Rafart, J., Revidatti, F., Terraes, J. C., Sindik, M., Rollet, C. (2006). Evaluación de la fase de cría, recría y pre-postura de ponedoras Rubia-INTA en la Escuela Agrotécnica Lomas de Empedrado. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2006. Universidad Nacional del Nordeste.

Rakonjac, S., Bogosavljevic- Boskovic, S., Pavlovski, Z., Skrbic, Z., Doskovic, V., Petrovic, M. D., Petricevic, V. (2014). Laying hen rearing systems: a review of major production results and egg quality traits. *World's Poultry Science Journal*. 70, 93-104.

Revidatti, F., Terraes, J. C., Rafart, J., Sindik, M., Fernández, R. (2006). Análisis de la fase inicial del primer ciclo de postura de gallinas rubias Inta. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2006. Universidad Nacional del Nordeste.

Riber, A. B., Casey-Trott, T. M, Herskin, M. S. (2018). The influence of keel bone damage on welfare of laying hens. *Frontriers in Veterinary Science.* 5(6), 1-12.

Rowland, K. W. (1985). Intermittent lighting for laying fowls: A review. *World's Poultry Science Journal*. 41 (1), 5-19.

Ruhnke, I., Röhe, I., Kramer, C., Boroojeni, F.G., Knorr, F., Mader, A., Schulze, E., Hafeez, A., Neumann, K., Löwe, R., Zentek, J. (2015). The effects of particle size, milling method, and thermal treatment of feed on performance, apparent ileal digestibility, and pH of the digesta in laying hens.

Safaa, H.M., Serrano, M.P., Valencia, D.G., Frikha, M., Jiménez-Moreno, E., Mateos, G.G. (2008). Productive performance and egg quality of brown egg-laying hens in the late phase of production as influenced by level and source of calcium in the diet. *Poultry Science*. 87, 2043-2051

Saif, Y. M., Fadly, A. M., Glisson, J. R., McDougald, L. R., Nolan, L. K., Swayne, D. E. (2008). Diseases of poultry. 12ª ed. Blackwell Publishing.

Saki, A.A., Naseri Harsini, R., Tabatabaei, M.M., Zamani, P., Haghight, M. (2012). Estimates of methionine and sulfur amino acid requirements for laying hens using different models. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 14(3), 159-232.

Sedlackova, M., Bilcik, B., Kostal, L. (2004). Feather Pecking in Laying Hens: Environmental and Endogenous Factors.

Shields, S., Duncan, J. H. (2009). A comparison of the welfare of hens in battery cages and alternative systems.

Shivaprasad, H. L. (2014). Pathology of birds - An overview.

Silva, E.P., Malheiros, E.B., Sakomura, N.K., Venturini, K.S., Hauschild, L., Dorigam, J.C.P., Fernandes, J.B.K. (2015). Lysine requirements of laying hens. *Livestock Science*. 173, 69-77

Stratmann, A., Fröhlich, E. K. F., Harlander-Matauschek, A., Schrader, L., Toscano, M. J., Würbel, H., Gebhardt-Henrich, S.G. (2015). Soft Perches Reduce Keel Bone Damage in Laying Hens

Struelens, E., Van Nuffel, A., Tuyttens, F. A. M., Audoorn, L., Vranken, A., Zoons, J., Berckmans, D., Ödberg, F., Van Dongen, S., Sonck, B. (2007). Influence of nest seclusion and nesting material on pre-laying behaviour of laying hens. *Animal Behaviour Science*. 112, 106-119.

Tablante, N. L., Vaillancourt, J. P., Martin, S. W., Shoukri, M., Estevez, I. (2000). Spatial distribution of cannibalism mortalities in commercial laying hens. *Poultry Science*. 79, 705-708.

Tomley, F. M., Sparagano, O. (2018). Spotlight on avian pathology: Red mite, a serious emergent problem in layer hens.

Vaca, L. (2003). Producción avícola. 1º edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José (Costa Rica)

Van Krimpen, M.M., Kwakkel, R.P., Reuvekamp, B.F.J., Van Der Peet-Schwering, C.M.C., Den Hartog, L.A., Verstegen, M.W.A. (2005). Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *Poultry Science*. 61, 663-686.

van Niekerk, T. G. C. M., Gunnink, H., van Reenen, K. (2012). Welfare Quality assessment protocol for laying hens. Wageningen UR Livestock Research. Report 589.

Verza, S. P., Peixoto, E. C. T. M., Tamehiro, C. Y., Hasegawa, M. M., Pinhe, P. (2016). LED in production systems of laying hens: An alternative to increase sustainability. *African Journal of Agricultural Research*. 12(16), 1379-1384.

Vestergaard, K.S., Skadhauge, E., Lawson, L. (1997). The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. *Physiology and Behavior*. 62, 413-419.

Wall, H., Tauson, R. (2013). Nest lining in small-group furnished cages for laying hens. *Journal applied Poultry Research.* 22, 474–484

Webster, A.B. (2004). Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science*. 83, 184-192.

Weeks, C. A., Nicol, C. J. (2006). Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal*. 62, 297-308.

Weissmann, A., Förster, A., Gottschalk, J., Reitemeier, S., Krautwald-Junghanns, M. E., Preisinger, R., Einspanier, A. (2014). In ovo-gender identification in laying hen hybrids: effects on hatching and production performance. *European Poultry Science*. 78

Weissmann, A., Reitemeier, S., Hahn, A., Gottschalk, J., Einspanier, A. (2013). Sexing domestic chicken before hatch: a new method for in ovo gender identification. *Theriogenology.* 80, 199-205.

Welfare Quality (2009). Welfare quality assessment protocol for poultry (broilers, laying hens).

Whitehead, C.C., Fleming, R.H. (2000). Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science*. 79, 1033-1041

Windhorst, H. W. (2016). Spatial shifts in global egg production between 1993 and 2013. International Egg Comission (IEC) Statistical Analyst.

Yilmaz-Dikmen, B., Ipek, A., Sahan, Ü., Petek, M., Sözcü, A. (2016). Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*. 95, 1564-1572.

Zepp, M., Louton, H., Erhard, M., Schmidt, P., Helmer, F., Schwarzer, A. (2018). The influence of stocking density and enrichment on the occurrence of feather pecking and aggressive pecking behavior in laying hen chicks. *Journal Veterinary Behavior*. 24, 9-18.

Zute, I., Valdovska, A. (2015). Prevalence of *Mycoplasma Gallisepticum* in the commercial layer flock. *Research for rural development.* 1, 168-173.

WEBGRAFÍA

EFEAGRO (2018). ¿Son felices las gallinas? https://www.efeagro.com/noticia/felices-gallinas-bienestar-animal/ Último acceso: 13-09-2018

Laywel (2012). Welfare implications of changes in production systems for laying hens. http://www.laywel.eu. Último acceso: 3-09-2018

FEN (2011). Fundación española de la nutrición. http://www.fen.org.es/mercado Fen/pdfs/huevos.pdf. Último acceso: 24-8-2018.

MAPAMA (2017a). Raza aviar extremeña azul. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razasganaderas/razas/catalogo/peligro-extincion/aviar/gallina-extremena-azul/default.aspx Último acceso: 10-09-2018

MAPAMA (2018a). Enfermedades de los animales. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sanidad-animal/enfermedades/default.aspx#cd-search. Último acceso: 3-9-2017