

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA**

**Departamento de Ciencia Animal**

---



**EVALUACIÓN DE UN MATERIAL PROCEDENTE DEL  
RECICLADO DE PAPEL COMO CAMA PARA POLLOS DE  
ENGORDE: EFECTOS SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL**

**TESIS FINAL DE MÁSTER**

**Alumno:**

Irene Olivas Cáceres

**Directora:**

Dra. Aránzazu Villagrà García

Valencia, Diciembre de 2008





## EVALUACIÓN DE UN MATERIAL PROCEDENTE DEL RECICLADO DE PAPEL COMO CAMA PARA POLLOS DE ENGORDE: EFECTOS SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL



**Autor:** Olivas Cáceres, Irene

Tesis de Máster

<b>Máster:</b>	Producción Animal	<b>Realizado en:</b>	Centro de Investigación y Tecnología Animal. Segorbe
<b>Director:</b>	Dra. Aránzazu Villagrà García	<b>Fecha de lectura:</b>	Diciembre 2008

### Resumen:

Ante el encarecimiento de los materiales que se emplean de manera tradicional como cama para pollos y la necesidad de las industrias papeleras de gestionar los residuos que producen, surge la posibilidad de emplear un material procedente del reciclado de papel como cama para pollos de engorde. Sin embargo, para poder emplear este material como cama en la producción avícola, es imprescindible que se asegure que el bienestar de los animales que vayan a ser criados en estas condiciones no se vea comprometido. En este contexto, surge la presente tesis de máster que pretende evaluar el efecto sobre el bienestar animal de la utilización de los lodos de destintado de papel como cama para pollos de engorde.

La fase experimental se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA) de Segorbe. Se utilizó una sala de la nave de pollos de engorde de dicho centro en la que se dispusieron 16 corrales con 12 pollitos macho en cada corral. En ocho corrales alternos se colocó como material de cama lodos de destintado procedentes del reciclado de papel, mientras que en los ocho restantes se colocó viruta, con el mismo grosor, a modo de control.

La humedad de la cama se midió al inicio del ciclo y semanalmente. De igual modo, una vez a la semana se midieron los pesos. Además, al final del ciclo se realizó un test de inmovilidad tónica inducida y una prueba para evaluar la capacidad de andar de los animales criados en las distintas camas. En matadero se recuperaron las canales de todos los animales en prueba determinando lesiones, roturas de huesos, hemorragias y discondroplasia tibial.

Al mismo tiempo, se realizó una prueba de elección en la que los animales podían elegir libremente entre cuatro materiales diferentes y moverse por ellos: viruta de madera, el residuo de papel objeto de estudio, una mezcla que contenía el 50% de cada uno de estos dos materiales y una mezcla en la que había un 75% de papel y un 25% de viruta. Esta prueba se llevó a cabo en ocho días aleatorios, desde la segunda semana de vida hasta la quinta aproximadamente.

Los resultados obtenidos indican que los lodos podrían resultar difíciles de transportar y distribuir. Además, podrían aparecer problemas de camas húmedas aunque en el presente estudio en ningún momento se han superado los niveles de humedad recomendados para la cama. Por otra parte, los pesos de los animales criados en los lodos han sido similares a los de los pollos criados en viruta, por lo que aparentemente este aspecto no se vería afectado por la utilización del nuevo material. En cuanto a las lesiones, el único parámetro a destacar son las lesiones en corvejón, que resultaron más abundantes y graves en animales criados en el residuo del papel. Por último, los resultados obtenidos en la prueba de elección indican que los animales prefieren de manera general la viruta, siendo esta preferencia más acusada en los pollos de menos de 3 semanas, lo cual indica que estos pollitos pequeños perciben el nuevo material con cierta incomodidad. De manera general, los resultados obtenidos permiten concluir que no deberían presentarse problemas graves de bienestar al utilizar los lodos de destintado como material de yacija para broilers. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto la dudosa comodidad del material estudiado para los animales, que podría conducir a problemas adicionales en condiciones comerciales, por lo que será necesario realizar nuevos trabajos que confirmen los resultados obtenidos antes de verificar la idoneidad del material como cama para pollos de engorde.

**Palabras clave:** Broilers, bienestar, cama, papel, elección, lesiones, inmovilidad tónica, cojeras



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a la empresa HOLMEN PAPER MADRID S.L. el haber confiado en nosotros para realizar la prueba en la que se centra esta tesis final de máster.

También quiero dar las gracias a D. Manuel Láinez y a D. Ernesto Gómez que como directores del CITA siempre han intentado poner solución a los imprevistos que han surgido a lo largo de este y otros experimentos. Espero no haber contribuido demasiado a que ejercitarais vuestra paciencia.

A mis compañeros de máster, gracias por vuestra disponibilidad, siempre facilitándome las cosas. Gracias también por llenar de risas las horas de espera...

No quiero olvidarme de Antonio, al que le debo el haberme metido en esta locura que es la investigación. Gracias por el apoyo a nivel académico pero también a nivel personal.

Como directora de tesis, gracias Arantxa por tus siempre útiles correcciones (incluso en la distancia), tu esfuerzo por hacerme entender algunas cosas y tu confianza en mí. Como jefa, gracias por tu apoyo incondicional, por luchar por mí y por hacerme sentir valorada a nivel profesional. Gracias también por los tirones de orejas! Por último y a nivel personal, gracias por ser una amiga en el momento preciso. Eso hace que te respete aún más. Estoy orgullosa de formar parte de este reducido pero bien avenido grupo de bienestar.

A mis compañeros del CITA gracias por vuestros consejos, vuestro asesoramiento veterinario y porque al final os habéis convertido para mí en una especie de familia. Sois lo mejor del centro! Quería dar especialmente las gracias a Mar, Cris, Begoña y Alba, que han permitido que yo sacaré adelante esta tesis de máster ayudándome con las cerdas. Y a Paula y a Carmela por echarme una mano en las conejas.

Gracias a Antonio Miguel que hace fácil y ameno el trabajo de granja y a Victoria del CECAV por su colaboración durante la fase experimental.

A mis amigos del departamento, más conocidos como Gallicerdos, os debía unos agradecimientos desde el TFC. Hicisteis de mis últimos años de universidad los mejores. Espero que mantengamos el contacto aunque sea de año en año y de boda en boda.

A la gente del poli, María, Marta, Yoli, Fernando, Salva, Andrés, Pau, M<sup>a</sup> Carmen, Marta, Elena y Mila. Gracias porque sé que siempre cuento con vosotros. Vero, no me olvido de ti, sin duda desde que te conozco me río más pero también día a día aprecio lo inteligente que eres y disfruto de tu compañía y del "bienestar" que me transmites. Aunque seas un poco Gotzi, no tienes precio como compañera de despacho!!!

Casi los últimos, pero no por eso menos importantes, gracias a mi familia por aguantarme y quererme en el sentido más amplio de la palabra. Aquí incluyo también a mis grandes amigos, los de siempre, David, Mar, Paula, Alfredo, Mariano, Nagore, Javi, Blanca, Ester... Os quiero (y no utilizéis esto en mi contra eh...)

Te dejo a ti para el final, Aitor. Después de tantos años si tuviera que darte las gracias por todo tendría que escribir otro documento de 60 páginas. Así que solo quiero decir que lo que tenemos me hace feliz y que espero que durante mucho tiempo giremos en el mismo eje (jeje)



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. EL SECTOR AVÍCOLA DE CARNE .....	1
1.2. BIENESTAR ANIMAL. CONCEPTOS PREVIOS .....	4
1.3. EL CONCEPTO DE BIENESTAR ANIMAL.....	7
1.3.1. <i>El concepto de bienestar animal</i> .....	7
1.3.2. <i>El estudio del bienestar animal</i> .....	8
1.4. PROBLEMAS DE BIENESTAR EN BROILERS Y SU VALORACIÓN .....	15
1.4.1. <i>Mortalidad</i> .....	16
1.4.2. <i>Desórdenes óseos</i> .....	16
1.4.3. <i>Desórdenes musculares</i> .....	21
1.4.4. <i>Dermatitis</i> .....	21
1.4.5. <i>Ascitis y Síndrome de Muerte Súbita</i> .....	24
1.4.6. <i>Problemas respiratorios y de las membranas mucosas</i> .....	26
1.4.7. <i>Restricciones de comportamiento</i> .....	26
1.5. EFECTO DE LA YACIJA SOBRE EL BIENESTAR DE LOS BROILERS .....	26
1.6. LODOS DE DESTINTADO DE PAPEL .....	30
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>33</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
3.1. ALOJAMIENTO Y MATERIAL ANIMAL.....	35
3.2. MEDIDAS Y PRUEBAS REALIZADAS .....	35
3.3. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO .....	39
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>41</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Y COMPORTAMIENTO.....	41
4.2. PESO .....	43
4.3. PARÁMETROS DE BIENESTAR.....	44
4.4. PRUEBA DE ELECCIÓN .....	48
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>55</b>





## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNDIAL Y DE LAS PRODUCCIONES DE CARNE TOTAL Y DE CARNE DE AVE (PESOS CANAL) EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS .....	1
TABLA 2. PRODUCCIÓN DE CARNE DE AVE EN ESPAÑA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS .....	4
TABLA 3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ANDAR .....	37
TABLA 4. SISTEMA DE PUNTUACIÓN DE LESIONES PARA ALMOHADILLAS, CORVEJÓN Y PECHUGA. ....	37
TABLA 5. ANÁLISIS DE MUESTRAS DE LOS LODOS PROCEDENTES DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA PAPELERA.....	41
TABLA 6. VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN CADA UNO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS COMO CAMA .....	44
TABLA 7. PORCENTAJE DE ANIMALES CON CADA UNA DE LAS PUNTUACIONES PARA DIFERENTES PARÁMETROS, EN LOS DISTINTOS MATERIALES UTILIZADOS COMO CAMA .....	45



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CARNE DE POLLO EN 2.007.....	2
FIGURA 2. PRODUCCIÓN DE CARNE DE POLLO EN LA U.E. EN 2.007.....	3
FIGURA 3. ESQUELETO DE LAS AVES MODERNAS .....	12
FIGURA 4. MODELO DE LA RESPUESTA DE LOS ANIMALES A UN AGENTE ESTRESANTE .....	14
FIGURA 5. DEFORMACIÓN DE TIPO VARO/VALGO DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES .....	18
FIGURA 6. DISCONDRÓPLASIA TIBIAL EN DISTINTOS GRADOS .....	19
FIGURA 8. QUEMADURA DEL CORVEJÓN. ....	22
FIGURA 9. QUEMADURAS EN LA PECHUGA. ....	22
FIGURA 7. DERMATITIS EN ALMOHADILLA. ....	22
FIGURA 10. PRESENCIA DE ASCITIS EN LA PARTE BAJA DEL ABDOMEN DE UN BROILER. ....	24
FIGURA 11. LÍQUIDO EN LA CAVIDAD ABDOMINAL DE UN POLLO CON ASCITIS .....	25
FIGURA 12. DIAGRAMA DE RECICLADO DE PAPEL.....	31
FIGURA 13. LODOS DE DESTINTADO. ....	32
FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN DE LOS CORRALES EN EL INTERIOR DE LA NAVE .....	35
FIGURA 15. IMAGEN DEL ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DE LAS 10 MUESTRAS PROCESADAS.....	36
FIGURA 16. POLLO DURANTE EL TEST DE INMOVILIDAD TÓNICA INDUCIDA. ....	37
FIGURA 17. SCORE UTILIZADO PARA LA EVALUACIÓN DE DISCONDRÓPLASIA TIBIAL .....	38
FIGURA 18: LESIÓN DE TIPO 2 EN ALMOHADILLA .....	38
FIGURA 19: LESIÓN DE TIPO 2 EN CORVEJÓN .....	38
FIGURA 20. EVOLUCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA DE CADA UNO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS COMO CAMA A LO LARGO DE TODO EL CICLO PRODUCTIVO.....	42
FIGURA 21. EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LOS PESOS EN FUNCIÓN DEL MATERIAL .....	43
FIGURA 22. PORCENTAJE DE ANIMALES QUE PRESENTAN LOS DISTINTOS SCORES REFERIDOS A LESIONES EN CORVEJÓN PARA CADA MATERIAL UTILIZADO COMO CAMA .....	46
FIGURA 23. PORCENTAJE DE ANIMALES QUE PRESENTAN LOS DISTINTOS SCORES REFERIDOS A LA CAPACIDAD DE ANDAR PARA CADA MATERIAL UTILIZADO COMO CAMA .....	47
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN GENERAL DE FRECUENCIAS DE PERMANENCIA EN CADA UNO DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS .....	48

FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES CUANDO ESTÁN TUMBADOS EN CADA UNO DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS .....	49
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES CUANDO ESTÁN PICANDO EN CADA UNO DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS Y PARA CADA MOMENTO ESTUDIADO, A UNA EDAD INFERIOR A LAS 3 SEMANAS .....	50
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES CUANDO ESTÁN PICANDO EN CADA UNO DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS, PARA CADA MOMENTO ESTUDIADO, A UNA EDAD SUPERIOR A LAS 3 SEMANAS DE VIDA .....	51
FIGURA 28. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES CUANDO ESTÁN COMIENDO EN CADA UNO DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS .....	52
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES CUANDO ESTÁN BEBIENDO EN CADA UNO DE LOS PERIODOS DE EDAD CONSIDERADOS .....	53
FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES CUANDO ESTÁN BEBIENDO EN CADA UNO DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS .....	53
FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS ANIMALES DE MÁS DE 3 SEMANAS DE VIDA CUANDO ESTÁN DE PIE EN CADA UNO DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS .....	54

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. EL SECTOR AVÍCOLA DE CARNE

La producción actual de los pollos de engorde es una de las más intensivas, pero también una de las más uniformes en cuanto a genotipos, alimento, alojamiento y manejo. La cría se hace en sistemas en suelo aunque en los años 60 y principios de los 70 se intentó hacer en sistemas en jaulas similares a los de las ponedoras. A pesar de que el desarrollo de los pesos corporales y los índices de conversión eran mejores en las jaulas que en los sistemas en suelo, no tuvieron éxito debido a los problemas de ampollas en la pechuga y de patas, y solamente se instauró en el este de Europa. En Europa, en general se utiliza yacija una sola vez, sin reutilización, y se elimina completamente después de cada manada, limpiando y desinfectando, posteriormente, la nave. Los materiales que se utilizan como cama son muy variados: paja, viruta, serrín, papel, cascarilla de arroz o turba, entre otros.

En la actualidad, la avicultura es una industria altamente desarrollada. Cuando se habla del pollo para carne, en el argot avícola broiler, se pretende definir a un tipo de ave, de ambos sexos, cuyas características principales son su rápida velocidad de crecimiento y la formación de unas notables masas musculares, principalmente en la pechuga y las patas, lo que le confiere un aspecto "redondeado", muy diferente del que tienen otras razas o cruces de la misma especie, explotadas para la puesta. De hecho, el corto período de crecimiento y engorde del broiler (unas 6 ó 7 semanas) fruto de la selección genética y los sistemas de producción, lo ha convertido en la base principal de la producción masiva de carne aviar de consumo habitual.

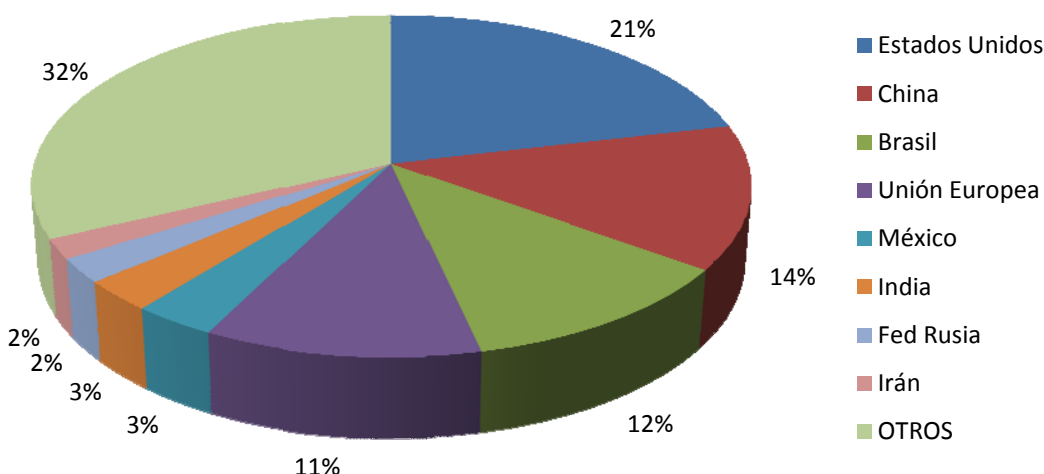
En este contexto, la **Tabla 1** pone de manifiesto la importancia creciente de la avicultura de carne a nivel mundial y la espectacular evolución que ha tenido la producción de carne de ave en los últimos años.

**Tabla 1.** Evolución de la población mundial y de las producciones de carne total y de carne de ave (pesos canal) en los últimos 30 años (Fuente: FAO)

Años	1970	1980	1990	2000	2007
Población mundial (millones)	3.692	4.435	5.264	6.071	6.625
Producción total de carne (millones Tm.)	101	137	180	235	283
Producción carne de ave (millones Tm.)	15	26	41	69	86
Proporción de carne de ave sobre el total (%)	15	19	24	30	31
Producción de carne de pollo (millones Tm.)	13	23	35	59	74
Consumo de carne aviar por persona y año (Kg.)	4	5	7	11	-

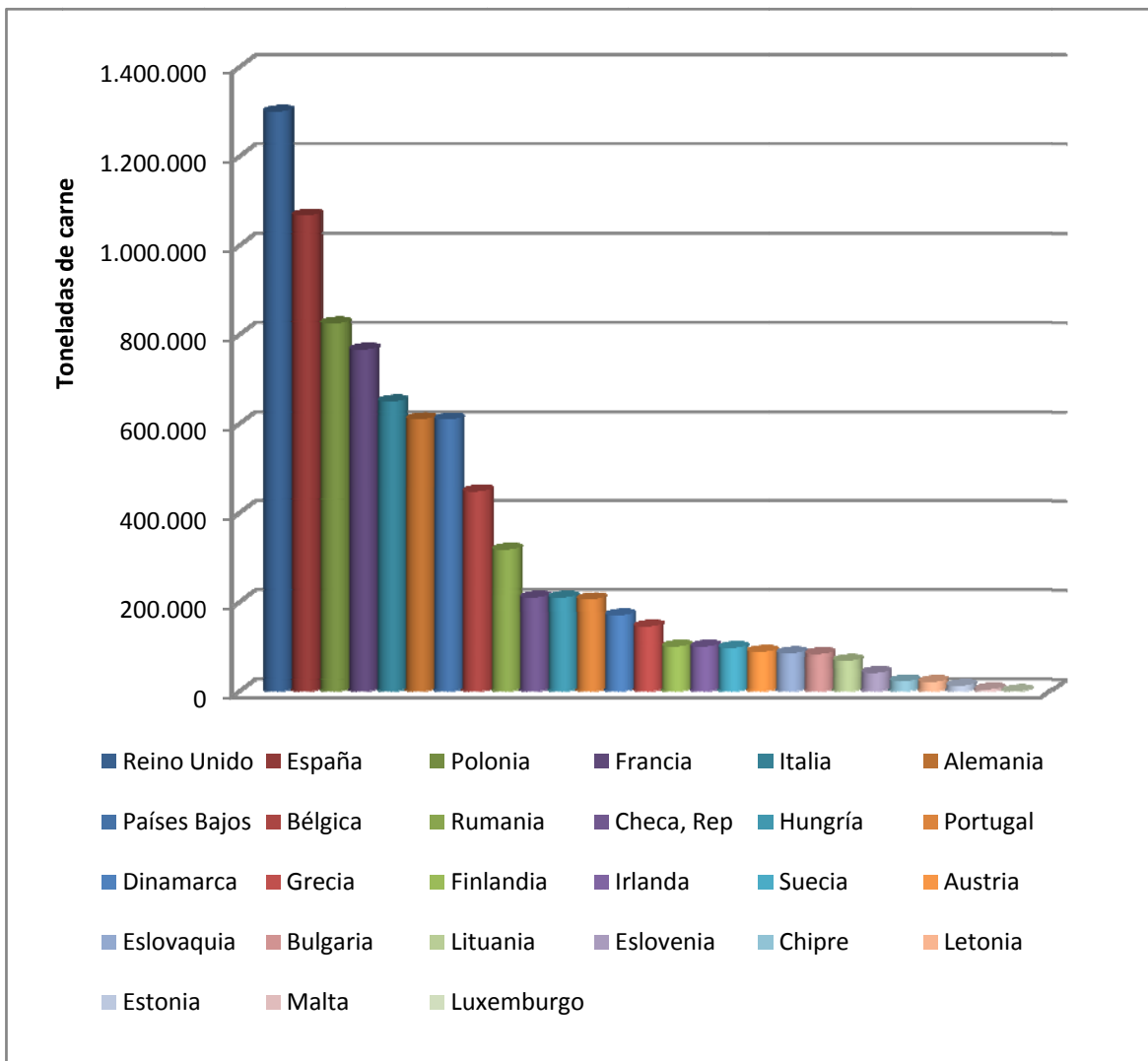
Estas cifras nos muestran que, en tanto que la producción mundial de carne en total casi se ha triplicado en las últimas décadas, la de carne de ave se ha quintuplicado. Por otro lado, pese al aumento de la población mundial (un 44 % en los últimos 37 años), la carne de ave de que hoy se dispone permite un consumo "per cápita" cada vez más elevado.

En la actualidad, se producen en todo el mundo 73.683.429 toneladas de carne de pollo que suponen casi un 90% de la producción mundial de carne de ave. El principal productor es Estados Unidos, seguido de China, Brasil y la Unión Europea, como se muestra en la **Figura 1**. Estos países son igualmente los principales consumidores de carne de pollo.



**Figura 1.** Principales países productores de carne de pollo en 2.007 (Fuente: FAO)

La producción de carne de pollo en la U.E. asciende a 8.255.773 toneladas y se distribuye en los diferentes países miembros tal como se indica en la **Figura 2**. Los principales países productores de la Unión Europea son Reino Unido, con un 17,1% de la producción; España, con un 12,9%; Francia, con un 12,3%; y Polonia que genera un 11,6% de carne de pollo de la UE-25. Otros países con producciones importantes son Alemania (8,7%) e Italia (7,9%).



**Figura 2.** Producción de carne de pollo en la U.E. en 2.007 (Fuente: FAO)

En el caso concreto de España, la carne de ave constituye un 25,1% de la producción total de carne del país y es la segunda en importancia en lo que a producción se refiere, solo superada por la carne procedente del ganado porcino (57,5% del total). La distribución de la producción de carne de aves por Comunidades Autónomas, se presenta en la **Tabla 2**. Las comunidades dónde actualmente se concentra la producción son Cataluña, Comunidad Valenciana, Andalucía y Galicia que aportan más de un 70 % de la producción total del país.

**Tabla 2.** Producción de carne de ave en España en los últimos años (Fuente: MAPA)

<b>Comunidad Autónoma</b>	<b>2.003</b>	<b>2.004</b>	<b>2.005</b>
Cataluña	303,1	279,7	281,2
Comunidad Valenciana	179,5	173,5	190,2
Andalucía	178,7	183,8	179,1
Galicia	152,3	142,9	144,2
Castilla y León	86,1	88,4	84,3
Comunidad de Madrid	46,1	44,4	49,1
Comunidad Foral de Navarra	45,3	35,4	42,0
Castilla-La Mancha	31,7	30,6	35,5
Región de Murcia	53,1	33,3	30,3
País Vasco	20,4	16,0	16,1
Extremadura	14,3	13,8	16,0
Resto	49,6	20,7	10,3
Canarias	9,1	8,7	8,7
Islas Baleares	7,5	7,1	6,6
Aragón	6,2	5,5	6,2
La Rioja	4,4	4,2	4,2
Principado de Asturias	-	-	-
Cantabria	-	-	-
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1.195,7</b>	<b>1.085,5</b>	<b>1.088,0</b>
<b>TOTAL C.C.A.A.</b>	<b>1.114,9</b>	<b>1.064,9</b>	<b>1.077,7</b>

Todas estas cifras ponen de manifiesto el peso que la producción de carne de pollo ha adquirido en todo el mundo y de manera especialmente significativa en nuestro país. La carne se ha convertido en un alimento de consumo habitual, especialmente la procedente de las aves por su precio asequible, su disponibilidad y sus propiedades nutritivas que se asocian a dietas saludables y equilibradas. Sin embargo, las sociedades occidentales han adquirido un elevado poder adquisitivo y ya no demandan únicamente fuentes de proteína animal de bajo coste sino también alimentos con un valor añadido a su capacidad energética o gastronómica. Se exige, por una parte, garantías máximas de seguridad alimentaria y por otra, que los animales de los que procede el alimento hayan sido criados respetando una serie de cuestiones éticas y morales que se imponen en las sociedades desarrolladas. Es en este contexto, donde toma su actual importancia el Bienestar Animal.

## **1.2. BIENESTAR ANIMAL. CONCEPTOS PREVIOS**

Durante las últimas décadas del siglo XX, la ganadería sufrió un proceso de intensificación muy marcado, de manera que la mayoría de los cerdos, pollos, pavos, gallinas, etc, son producidos en sistemas industriales en determinados países en desarrollo, cebados



durante toda su vida y alojados en establos o, en el caso de las ponedoras, en jaulas (Stevenson 2002). Estos sistemas de ganadería intensiva tratan de maximizar el rendimiento de los animales (Stevenson, 1997) reduciendo los costes de producción y los precios, con los consiguientes beneficios para el consumidor (Manteca, 2001), pero sin demasiada atención a los impactos sobre la salud o el bienestar de los mismos. (Stevenson, 1997)

Pero hoy en día, la sociedad plantea nuevas exigencias a la ganadería, y esto ha provocado que se añadan nuevos criterios a los meramente económicos, como por ejemplo mejorar la calidad de los productos, garantizar el bienestar animal, garantizar la seguridad alimentaria (García-Belenguer, 2001 y Torres, 2001), minimizar el impacto ambiental, reducir la polución y la erosión del suelo y minimizar la utilización de recursos a la vez que se aumenta el desarrollo del animal (Estévez *et al.*, 2002).

La seguridad alimentaria es un aspecto que no se cuestiona ni se relativiza por ningún agente involucrado en la cadena productiva, pero los otros criterios tienen valoraciones mucho más subjetivas y connotaciones económicas para el consumidor que es, en definitiva, quien marca las condiciones que exige al producto correspondiente (Torres, 2001). Los gobiernos se ven en la obligación de garantizar la sanidad animal para evitar zoonosis pero también por “humanidad”. En los últimos años, se han propuesto leyes que no sólo velen por este aspecto sino también por un concepto más global de bienestar asociado a los animales de producción. Por otro lado, las grandes empresas comerciales, ya exigen a sus productores ciertos protocolos en cuanto a controles sanitarios y en lo relativo a ciertas normas éticas en los procesos productivos (Galarza, 2001). De hecho, los controles sanitarios, el trato correcto hacia los animales y el respeto por el medio ambiente ya se publicitan y dan un valor añadido a las marcas y productos.

Algunas asociaciones como Compassion in World Farming (CIWF) creen que la ganadería debería ser a la vez sostenible y humana. En este contexto, Stevenson (2002) establece unos principios básicos que consideran el bienestar de los animales de granja:

- Los animales no deberían mantenerse en sistemas, o verse sujetos a prácticas, que supongan enfermedad, pena, dolor o lesiones para ellos.
- Los animales deberían ser mantenidos de manera que pudieran desarrollar su comportamiento natural.
- Los animales no deberían criarse en soledad ni en condiciones de hacinamiento.

- Los animales no deberían ser mantenidos en establos o casillas que no les permitan darse la vuelta, o en jaulas.
- Los animales deberían ser criados en grupos sociales adecuados, ya que muchas veces tienen instintos sociales; dichos grupos no deberían ser muy grandes.
- Los animales deberían alojarse en locales provistos de una cama o yacija adecuada (preferiblemente paja) y nunca permanecer en suelos desnudos o con slat. El uso de promotores del crecimiento o alimentos de alto rendimiento deberían ser prohibidos ya que provocan enfermedades o mala salud.
- Las mutilaciones no terapéuticas, como los cortes de colas o de picos, o cualquier tipo de procedimiento agresivo debería ser prohibido.

Las aves han recibido algunos beneficios de su domesticación; son protegidas por el hombre de los predadores y pueden disponer de abrigo y alimento. Sin embargo, en muchos sistemas de producción, el proceso de domesticación impone confinamiento y limitación del comportamiento animal (Rose, 1997).

Para este último autor, existe un notable interés por el bienestar de los animales domésticos y un deseo de protegerlos de abusos (provocación deliberada de sufrimiento) y negligencias (provocación menos sistemática de sufrimiento por dejadez o ignorancia del hombre); también se critican los métodos normales de producción ganadera intensiva, incluyendo los métodos de producción avícola. En este sentido se orientan actualmente las normativas de los países, principalmente la Unión Europea, que ha hecho del concepto de bienestar un tema más que destacado en el ámbito de la Producción Animal.

Como consecuencia de ello, se han implantado determinadas mejoras. La cría de terneras en cajones es ilegal en la U.E. desde el 31 de Diciembre de 2006. Asimismo, la producción de gallinas ponedoras en batería también ha sido prohibida en toda la U.E. mediante una prohibición que se llevará totalmente a término en 2012. El mantenimiento de las cerdas gestantes en jaulas se desterró hace años en el Reino Unido y Suecia, en Finlandia se prohibió definitivamente en 2006, en Holanda es ilegal desde 2008 y en el resto de la U.E., en 2013. Del mismo modo, las cerdas atadas en gestación no están autorizadas en el contexto de la UE desde 2006 (Stevenson 2002) y la producción de broilers está sometida desde 2007 a una directiva europea que regula las condiciones de cría.

En definitiva, desde la Unión Europea se apuesta por la puesta en marcha de medidas y legislación que velen por el bienestar de los animales de producción. Como punto de partida

de todos estos aspectos se puede tomar 1997, año en el que la U.E. dio a los animales un nuevo estatus legal de “seres que sienten” en un Protocolo anexo al Tratado de Ámsterdam. Esto significa que ahora se les reconoce como criaturas capaces de sentir pena, daño o sufrimiento, y no son, por tanto, simples mercancías o productos (Stevenson 2002) y ya lo expresó Bentham en el siglo XVIII cuando dijo que “*la cuestión no es ¿pueden razonar?, ni tampoco ¿pueden hablar?, sino ¿pueden sufrir?*” (Craig y Swanson, 1994).

Pero como apunta Manteca (2001), hay un aspecto muy importante a destacar, que es que la convicción de que no es aceptable causar sufrimiento a un animal depende del sistema de valores morales, y éste varía a lo largo del tiempo y también de una cultura a otra. Así, la intensidad del interés por el Bienestar Animal se puede atribuir a diferentes factores como la cultura, la economía, la religión, la filosofía, el conocimiento científico o la estética (Craig y Swanson, 1994). Muy probablemente, la preocupación por el bienestar de los animales es particularmente marcada en países ricos y con una sociedad mayoritariamente urbana, aunque esto no quiere decir, ni mucho menos, que otras culturas no puedan ser igualmente sensibles a este tema. Basta recordar, por ejemplo, la afirmación de Mahatma Gandhi, cuando dijo que la grandeza moral de una nación podía medirse por la forma en que se trataba a los animales (Manteca, 2001). Aún así, es importante otra pregunta a este respecto: ¿cuánto estamos dispuestos a pagar para que se produzcan cambios en favor del bienestar de los animales? La respuesta probablemente dependa de la educación, de los valores morales y del desarrollo económico de la sociedad (Estévez *et al.*, 2002).

### **1.3. EL CONCEPTO DE BIENESTAR ANIMAL**

#### **1.3.1. El concepto de bienestar animal**

El momento en el que se inicia una conciencia social respecto al tema del bienestar animal parece situarse en los años sesenta, habiendo dos fechas clave: la publicación del libro de Rachel Carson en 1962 “Primavera silenciosa” y posteriormente, en 1964, la de “Máquinas animales”, de Ruth Harrison, junto con el informe del Comité Brambell (1965).

La preocupación por el bienestar de los animales es el resultado de dos elementos: el reconocimiento de que los animales pueden experimentar dolor y sufrimiento y, por otro lado, la convicción de que causar sufrimiento a un animal no es moralmente aceptable, al menos si no existe una razón que lo justifique (Manteca, 2001).

En cualquier caso, diversos autores defienden que nunca podremos saber lo que les pasa a los animales, es decir, nosotros podemos tener control sobre nuestras interacciones

con los animales, pero es solo nuestra visión de lo que es el bienestar, y que realmente no tiene ninguna relevancia, llegando a defender que las decisiones que tomamos los humanos son sólo útiles para considerar el bienestar animal en la medida en que nos afecta a nosotros (Appleby *et al.*, 2004).

Con todo esto, el primer problema que surge es la propia definición del concepto de Bienestar Animal

Así, se podría definir el bienestar animal como el estado de equilibrio dinámico (homeostasis) entre el animal y su ambiente, tanto interno como externo (Vandenheede, 2003), aunque podrían haber tantas definiciones como autores. En general la más aceptada es

*“El bienestar de un individuo es su estado relativo a sus intentos de adaptarse al medio. Este estado incluye cuánto tiene que hacer para abordarlo, el grado en el que lo logra o falla y los sentimientos asociados a ello.”* (Broom, 1986; Broom, 1996)

Así, si las condiciones del entorno se complican, los animales emplean varios mecanismos para contrarrestar cualquier efecto adverso posible. Por ejemplo, si un pollito siente calor, puede cambiar su comportamiento aumentando la superficie corporal en contacto con el suelo y/o modificar su fisiología y comenzar a jadear. Si estos sistemas de regulación funcionan, el animal podrá adaptarse a las nuevas condiciones ambientales. Sin embargo, si el animal no consigue abordar correctamente los cambios se producirá una situación de estrés.

### **1.3.2. El estudio del bienestar animal**

Los diferentes aspectos a contemplar en el bienestar animal son, principalmente, el confort físico, la satisfacción de las necesidades de agua y alimento, el estado sanitario, el confort climático y el confort social y psíquico (Torres, 2001). Para tomar una decisión sobre si el bienestar de los animales está comprometido o no, deben por tanto, integrarse las consideraciones biológicas con puntos de vista éticos. De este modo, la ciencia tiene el importante papel de establecer la respuesta de los animales a las prácticas que se cuestionan. No obstante, la valoración del bienestar es un asunto controvertido. Además, el hecho de no tener una definición clara y unánime del concepto de “Bienestar Animal”, combinado con diferencias en la metodología de su estudio y en la interpretación de los resultados obtenidos, llevan al desacuerdo (Hemsworth y Coleman, 1998; citado por Barnett en 1999).

En un intento de estudiar y conceptualizar el bienestar animal por caminos más científicos, han emergido tres enfoques diferentes que son, siguiendo a Appleby *et al.*, (2004), los basados en:

- los sentimientos
- las condiciones naturales de las especies
- las funciones o la homeostasis

Existe también una cuarta vía, que sería la de "*las preferencias del animal*", que se puede incluir en la basada en los sentimientos. Esta vía incluye el estudio de las elecciones por parte del animal, de los recursos de que dispone (Barnett, 1999).

A continuación se describen estas cuatro formas de estudio.

#### ❖ **Sentimientos**

Este camino define el bienestar animal en términos de emociones y, de este modo, hace hincapié en la reducción de las negativas como el miedo o el sufrimiento, y el aumento de las positivas como el confort y el placer (Duncan y Fraser, 1997; citado por Barnett, 1999).

En este sentido, hay varios ejemplos en la bibliografía que indican que es posible valorar la fuerza de las emociones en los animales al menos en positivas y negativas mediante los modelos de arranque y cambios neuronales, los estudios de lesiones en el cerebro y los estímulos relativos a la estimulación eléctrica (Barnett, 1999). De este modo, valorar el bienestar a través de la definición de las emociones, es algo que empieza a hacerse, y contribuirá de forma importante al debate del bienestar animal.

No obstante, mientras estas técnicas se desarrollan y se ponen a punto, se emplea el examen de las preferencias y motivaciones del animal como herramienta para determinar las emociones del mismo.

Se parte de la idea de que los animales tienen sistemas funcionales que controlan por ejemplo, la temperatura corporal, el estado nutricional y las interacciones sociales. Investigando estos sistemas funcionales y los mecanismos de motivación asociados, se plantea la posibilidad de identificar los recursos o estímulos del medio que son requeridos por los animales o son importantes para ellos, y por tanto, permiten aprender algo sobre las necesidades de los animales. Algunos de esos sistemas de motivación pueden ser regulados fisiológicamente (por ejemplo, midiendo el consumo de alimento), mientras que otros requieren la manifestación de un comportamiento determinado.

Las preferencias de los animales pueden ser estudiadas permitiéndoles escoger entre distintas alternativas y el grado de preferencia puede ser medido por el tiempo que el animal emplea en esa alternativa elegida, o sencillamente por la opción que ha sido elegida. No obstante, aunque estas “Pruebas de Elección” parezcan muy atractivas, tienen varios inconvenientes, apuntados por Manteca (2001):

- Los animales no siempre escogen aquello más conveniente para ellos.
- A menudo, su elección depende de las condiciones previas de alojamiento.
- El hecho de que un animal prefiera una opción antes que otra, no quiere decir necesariamente, que ésta última sea negativa para su bienestar.

Para salvar esta dificultad y en un intento por medir la fuerza de la elección de un animal, los científicos han incorporado tareas en las que el animal debe gastar energía, o asumir riesgos, para ganar el acceso a ese recurso alternativo (Barnett, 1999). Así, cuanto más importante es el recurso para el animal, más intensamente estará dispuesto a trabajar para obtenerlo (Manteca, 2001) y se podrá medir cual es la importancia que ese recurso tiene para él.

#### ❖ *Condiciones naturales de las especies*

El principio fundamental de esta forma de abordar el bienestar es que los animales deberían ser criados en un ambiente “natural” y se les debería permitir desarrollar un comportamiento “natural”. Esta vía está reflejada en la propuesta de las “Cinco Libertades” descritas por el Britain’s Farm Animal Welfare Council y que son (Harrison, 1988):

- Libertad para no padecer hambre ni sed
- Libertad para no tener incomodidad
- Libertad para no padecer dolor, heridas o enfermedades
- Libertad para manifestar su comportamiento normal
- Libertad para no padecer temor ni angustia

En cualquier caso, de todas las formas de valorar el bienestar animal, ésta es la de menor rigor científico (Barnett, 1999), por la dificultad de establecer cuáles son las condiciones naturales (Manteca, 2001) o los riesgos que corre el bienestar si dichas condiciones naturales no son proporcionadas (Barnett, 1999).

#### ❖ *Homeostasis*

La vida de los animales depende en última instancia, del eficaz funcionamiento de los sistemas de control de las condiciones en el interior de sus cuerpos. Así la homeostasis se

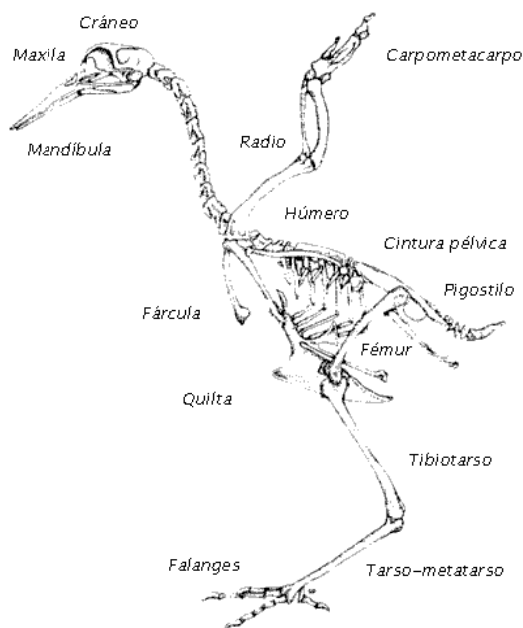
podría definir como el estado relativamente estable de un cuerpo que se mantiene mediante regulación fisiológica o etológica y que varía solo dentro de unos límites tolerables para el individuo (Broom y Johnson, 1993). La definición de bienestar en que se apoya esta vía de su estudio es que *“el bienestar de un individuo es el estado en el que se encuentra en lo referido a los intentos de hacer frente al medio que lo rodea”* (Broom, 1996), es decir, se considera el bienestar como una medida de la adaptación de los animales a su ambiente (Manteca, 2001). En esta definición, *“el estado en lo referido a los intentos de hacer frente”* se refiere a los mecanismos, ya sean fisiológicos o relativos al comportamiento, que el animal pone en marcha para afrontar el medio y la medida en que dichos mecanismo son exitosos. Estos mecanismos incluyen el funcionamiento de los sistemas corporales, las defensas inmunológicas, las respuestas al estrés fisiológico y una alta variedad de pautas de comportamiento. Por lo tanto, si se usa esta definición, los riesgos para el bienestar de un animal por desafíos del medio se pueden valorar a dos niveles, según Barnett (1999):

- Por la magnitud de las respuestas comportamentales y fisiológicas (incluyen las respuestas al estrés)
- Por el coste biológico de dichas respuestas (incluyen los efectos adversos sobre la capacidad de los animales de crecer, reproducirse y mantenerse sanos)

Barnett (1999), en su revisión sobre este tema, recoge los resultados y comentarios de diferentes autores que, en resumen, permiten concluir que la utilización de la homeostasis para valorar el bienestar animal aporta credibilidad al permitir la medición de parámetros objetivables. Por ejemplo, en los cerdos asustados por alguna causa, se observa un incremento en la concentración de corticosteroides en plasma (las consecuencias de este estrés suelen ser depresiones en el crecimiento y en los rendimientos reproductivos).

Otra forma de medir el mantenimiento de la homeostasis es la Asimetría Fluctuante (FA). Los organismos poseen estructuras genéticamente codificadas para ser bilateralmente simétricas, es decir, si el desarrollo del individuo fuera perfecto, estos rasgos deberían presentar una simetría igualmente perfecta (Tuytens *et al.*, 2008). Sin embargo, en ocasiones el organismo es incapaz de hacer frente a algunos estresores genéticos y medioambientales y se produce un fallo en el mantenimiento de la homeostasis durante el crecimiento. Así, aparecen ligeras desviaciones con respecto a la simetría perfecta que deberían presentar éstas estructuras. La FA es el parámetro que describe estas desviaciones y puede resultar un indicador útil del bienestar animal en la medida en que representa la capacidad de éste para mantener su homeostasis (Møller *et al.*, 1999). En el caso de los broilers, la medida de la

asimetría se realiza normalmente en la longitud de barbas, pico, ojos, orificios nasales, radio, falanges y tarsometatarso, en la anchura del tarsometatarso (1 cm por encima del espolón) y en la articulación con el tibiotarso (ver **Figura 3**)



**Figura 3.** Esqueleto de las aves modernas. Fuente: veterinaria.org

Las conductas redirigidas y las estereotipias también forman parte de la respuesta biológica de los animales a un desafío duradero, y es apropiado considerar ambos aspectos dentro de la homeostasis para la valoración del bienestar animal. Las estereotipias pueden definirse como aquellos comportamientos que consisten en movimientos idénticos y que se repiten regularmente, sin ninguna función aparente y que son habituales en el contexto de la producción (Cronin et al., 1986; citado por Barnett, 1999). Algunos autores indican que un animal con este comportamiento *“sería incapaz de sentir cualquier emoción mientras esté ocupado con las estereotipias”* (Craig y Swanson, 1994). Ha habido y continua habiendo una fuerte controversia sobre la causa y la función de las estereotipias en los animales de granja (Barnett, 1999). Las conductas redirigidas son conductas propias de la especie pero dirigidas hacia un estímulo distinto del habitual y se consideran también indicadoras del grado de adaptación al ambiente (Manteca, 2001).

Con todo lo comentado, parece que el estudio del bienestar animal desde la perspectiva de la homeostasis es el que ofrece una mejor valoración. Como herramienta de investigación, esta forma de abordar el tema implica comparar sistemas de manejo y alojamiento, y los riesgos para el bienestar son valorados en base a los cambios en las respuestas biológicas (tanto de comportamiento como fisiológicas) y los correspondientes decrecimientos en la

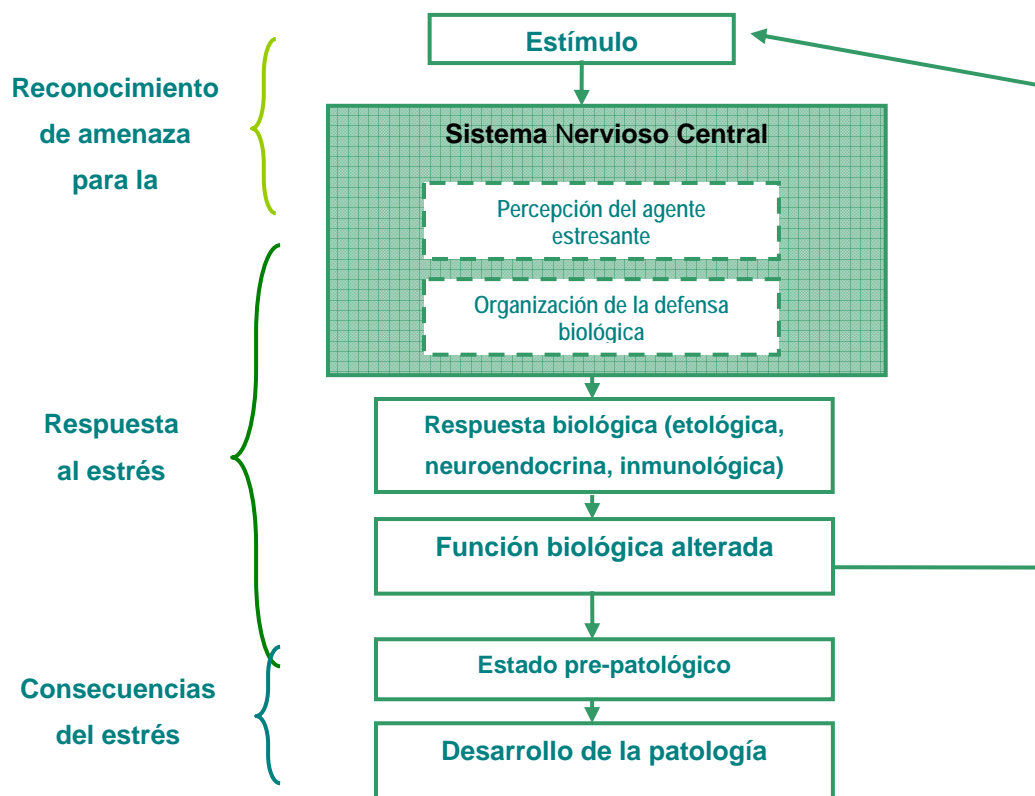


buena salud o el buen estado físico que se manifiestan en forma de enfermedades y lesiones. Si se complementa la homeostasis con las pruebas de preferencia para saber las necesidades fundamentales del animal, se puede obtener una buena medida del bienestar (Barnett, 1999).

En este contexto, resultan útiles algunos indicadores de estrés como parámetros para valorar el bienestar. Esto conduce a cuestionarse qué es el estrés y qué parámetros se utilizan para su medida.

Silverin (1998) defiende que estrés es un término difícil de definir, al igual que lo era bienestar y de hecho existen multitud de definiciones en la literatura. No obstante, en general se asume que un animal está estresado *cuando está expuesto a condiciones adversas que le producen respuestas fisiológicas, es decir, el estrés es un estado asociado a un factor del entorno del animal que supera sus mecanismos de control y deteriora su estado biológico*. Las respuestas fisiológicas que el animal desarrolla intentan conseguir su adaptación al agente estresante y ayudar a la consecución de la homeostasis. Cuando el balance fisiológico vuelve a la normalidad, se dice que el animal ha conseguido hacer frente al estrés, o al menos, ha aumentado su resistencia al estrés. De todos modos, en muchos casos es necesaria una serie de cambios en las pautas de conducta para lograr esa homeostasis.

Siguiendo con la definición del término estrés, según Moberg (2000), se podría definir el estrés como la respuesta biológica que un individuo muestra cuando percibe que su homeostasis está amenazada. La amenaza es el agente estresante o estresor. Cuando la respuesta realmente pone en peligro el bienestar del animal, entonces se dice que el animal está sufriendo “distres”. Este modelo permite concluir que no todos los tipos de estrés son dañinos, de hecho, se acepta de manera general que un nivel medio de estrés es beneficioso, estimulando los sistemas corporales de los animales y ayudándoles a desarrollar y estimular sus procesos cerebrales (Appleby *et al.*, 2004). De acuerdo con esta definición, la secuencia de sucesos que se producen en un animal ante una situación potencialmente estresante se representa en la **Figura 4**. De este modo, la respuesta al estrés comienza cuando el sistema nervioso central percibe una amenaza potencial a su homeostasis y el hecho de que el estímulo sea una verdadera amenaza carece de importancia mientras el sistema lo perciba como tal.



**Figura 4.** Modelo de la respuesta de los animales a un agente estresante. Fuente: adaptado de Broom y Jonson (1993) (Stress and Animal Welfare)

Puesto que el término estrés es muy amplio, García-Belenguer y Mormede (1993) clasifican el estrés en diferentes tipos

- El provocado por las interacciones entre animales, conocido como estrés social, en el que confluyen agentes estresantes como la superpoblación, el aislamiento, la rotación de animales, el cambio de animal dominante o la presencia o no de hembras en el grupo
- El provocado por las interacciones entre los animales y el medio ambiente que incluye la temperatura, el ruido, la humedad, la ventilación, el tipo de suelo, la higiene medioambiental o la altitud.
- El provocado por las interacciones entre los animales y el hombre, principalmente derivados del manejo
- Los estresores endógenos, que se encuentran en el propio animal (dolor, enfermedades, cáncer o depresión).

Puesto que cuando se produce una situación de estrés, el organismo responde no solo de manera neuroendocrina e inmunológica, sino también con cambios en su comportamiento

que le permitan adaptarse a la nueva situación, se asocian determinadas conductas a la presencia de algún tipo de estrés en el animal. Así, la presencia y las características de algunos comportamientos pueden emplearse para determinar si el animal se ha visto sometido a estrés y se pueden considerar como indicadores conductuales de éste. Una prueba basada en este tipo de indicadores es la prueba de inmovilidad tónica inducida. El miedo se caracteriza por la presencia de temblores o la inmovilidad tónica que se define como un estado de inhibición motora y reducción en la capacidad de respuesta a estímulos externos inducido por una restricción física (Bilčík *et al.*, 1998). Esta respuesta aparece cuando el ave ha sido capturada por un depredador pero aún está viva. Permaneciendo inmóvil, los pájaros eliminan los estímulos motores que provocarían nuevos ataques del depredador. La duración de este estado se considera un indicador útil del nivel de miedo de un animal inmediatamente antes de la inducción de la inmovilidad tónica así como de la “cobardía” subyacente del animal (Jones, 1990). La inducción de la inmovilidad tónica se ha empleado en numerosos estudios para medir el nivel de miedo de las aves, asumiendo que cuanto más tiempo permanezca inmóvil mayor será el miedo que ha experimentado en el momento de inducirle la inmovilidad tónica (Jones, 1992 citado por Bilčík *et al.*, 1998). La inmovilidad tónica tiene un componente genético de manera que ciertas estirpes permanecen más tiempo inmóviles que otras. A medio plazo, la duración de la inmovilidad tónica puede verse influenciada por el hábitat en el que se crían los animales. A corto plazo, la duración de la inmovilidad también puede verse afectada por condiciones medioambientales en el momento de la captura y la manipulación por parte del depredador. Esto indica que durante este estado catatónico las aves son capaces de procesar información que les permita un posible escape después de la captura.

Otros tipos de reacción de miedo incluyen el pánico y los intentos continuos y violentos de escapar. Cuando el ambiente impide el escape, las heridas físicas como los cortes, los arañazos y los huesos rotos se pueden producir debido a los choques entre animales o con algún tipo de obstáculo. Estas reacciones también pueden provocar asfixias, debido a amontonamiento que se puede producir, sobre todo a edades y pesos elevados.

Otro tipo de comportamientos se han apuntado como indicadores de estrés ligero, como puede ser el aumento de comportamientos del tipo picar el suelo, escarbar, o acicalarse. Asimismo, el jadeo es un claro indicador de estrés térmico por calor.

#### **1.4. PROBLEMAS DE BIENESTAR EN BROILERS Y SU VALORACIÓN**

Según el ya citado Comité Científico de Salud existen diversos problemas que pueden afectar al bienestar en pollos de engorde. Conocer estos problemas y sus causas puede

resultar útil para evaluar y mejorar el bienestar en una explotación. Estos problemas son, fundamentalmente:

#### **1.4.1. Mortalidad**

La mortalidad que ocurre durante la primera semana de vida de los pollitos se denomina “mortalidad temprana”. Se considera de manera separada a la mortalidad durante el resto de vida productiva del animal por estar asociada a problemas con las manadas de reproductores, el almacenamiento de los huevos en la incubadora o las diferentes técnicas de incubación.

En cuanto a la mortalidad producida en el resto del periodo productivo, sus principales causas son los desórdenes óseos y las enfermedades metabólicas asociadas al rápido crecimiento resultante de la selección genética y la alimentación intensiva (Julian, 1998). De hecho, Gardiner *et al.*, (1988) encontraron una clara relación entre el peso corporal y la mortalidad, principalmente producida por el Síndrome de la Muerte Súbita. Existen también otras causas, como la estirpe y el sexo que pueden influir en la mortalidad.

#### **1.4.2. Desórdenes óseos**

Uno de los principales problemas de bienestar de los pollos broiler es la alta incidencia de problemas óseos y musculares, particularmente aquellos que impiden la movilidad y provocan cojeras. El desarrollo de muchos de estos problemas es consecuencia de la selección y el manejo destinados a obtener un crecimiento rápido siendo, de hecho, problemas muy raros en broilers de crecimiento lento y estirpes de ponedoras, pero muy comunes en los broilers criados comercialmente, los reproductores, los patos y los pavos (Mench, 2003).

Este tipo de problemas no es solo un tema de bienestar, también tiene implicaciones en los costes para la industria. En la revisión de Mench, (2003) figuran autores que calcularon los costes directos asociados con varias enfermedades de los animales de granja en el Reino Unido y determinaron que los problemas óseos eran, de lejos, las enfermedades más costosas para los productores de pollos en términos de pérdidas de producción, pérdidas de recursos y costes de tratamiento y prevención. En los Estados Unidos, se estima que los problemas de patas son responsables de un 1,1% de la mortalidad de los broilers y de un 2,1% de las penalizaciones de canales anuales, lo que cuesta a la industria del pollo de carne billones de dólares cada año (Mench, 2003)

Los problemas óseos de los broilers se resumen fundamentalmente en el término general de “debilidad de patas”, a pesar de que pueden abarcar un amplio rango de lesiones de huesos y tejidos blandos, y también se ven influidos por la conformación de las aves (por

ejemplo el tamaño de la pechuga). Muchas patologías se han descrito pero, a pesar de las intensas investigaciones al respecto, los problemas óseos están, todavía, muy extendidos. Algunas causas de estas lesiones han sido identificadas y eliminadas, como es el caso de las condrodistrofias, causadas por deficiencias en algunos nutrientes. En la actualidad, existen tres orígenes de este tipo de problemas: infecciosos, de desarrollo y por causas degenerativas.

#### ❖ **Problemas infecciosos**

Incluyen diversos trastornos entre los que destacan los siguientes:

- Necrosis de la cabeza femoral: también llamada degeneración femoral proximal, que es un desorden degenerativo importante. Suele afectar a los broilers al final de su periodo productivo. Se caracteriza porque los animales son reticentes a caminar y cuando lo hacen apoyan la punta de las alas en el suelo para sujetarse. En los análisis post-mortem, la placa cartilaginosa epifiseal se puede separar fácilmente de la metáfisis del hueso o, alternativamente, la cabeza femoral puede haberse desintegrado por completo. Las causas pueden ser: osteomielitis bacteriana causada por *Staphylococcus*, inmunosupresión, factores nutricionales o de desarrollo. Además, defectos en la mineralización del cartílago como las que se derivan de la discondroplasia y del raquitismo, pueden agudizar el problema.

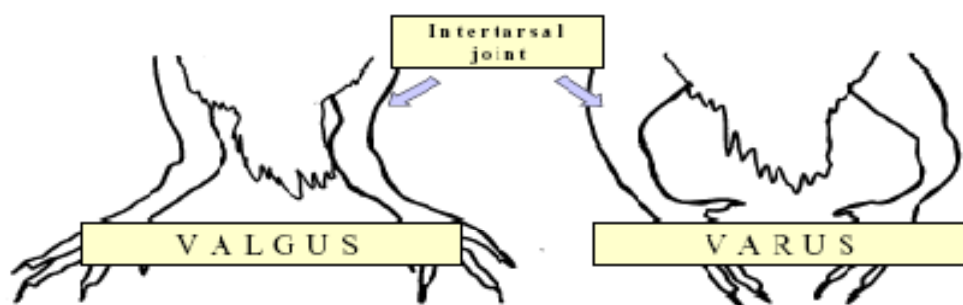
- Sinovitis: una gran cantidad de problemas caracterizados por la artritis y tenosinovitis en las articulaciones tiene orígenes víricos y bacterianos.

- Enanismo infeccioso: la causa son unas partículas del tipo de los picornavirus. Se caracteriza por un crecimiento muy bajo o casi nulo, a veces acompañado de signos de enteritis.

#### ❖ **Desórdenes de desarrollo**

Se caracterizan por deformidades angulares y rotacionales de los huesos largos de las patas. Se suelen ver mucho más en la articulación del corvejón, de tipo varus o valgus, aunque la deformidad original puede ser en el fémur o la región proximal de la tibia. Los animales con estos problemas, normalmente tienen doblados a girados la tibia y el tarsometatarso, y normalmente vienen acompañados de una pérdida del tendón gastrocnemius. El fémur también se puede ver afectado, y este tipo de lesiones suelen causar cojeras severas. Las deformidades primarias pueden afectar al hueso (osteodistrofia) o al cartílago (discondroplasia). Existen varios tipos:

- Deformidad del hueso: la distorsión más común de los huesos largos es la deformidad de tipo varus/valgus de la extremidad angular (**Figura 5**). La deformidad se puede cuantificar por la medida del ángulo de la placa de la tibia proximal. Valores de hasta 20° se consideran normales, pero este número se puede doblar en caso de deformidad. La deformidad rotacional es menos común en broilers.



**Figura 5.** Deformación de tipo varo/valgo de las extremidades inferiores (Fuente: CCSBA, 2000)

Cualquiera de estas deformidades puede aparecer en los huesos de la pata sin ninguna señal de lesión que la haya causado, y ambas pueden tener como una de las causas la rapidez de crecimiento.

- Discondroplasia: es la lesión más común que se ve en las patas de los broilers. Se caracteriza por una acumulación en la placa de crecimiento del hueso de una masa no vascularizada de condrocitos prehipertróficos, que no están totalmente madurados y que por tanto, no permiten que se produzca un proceso normal de calcificación. La lesión se puede producir tanto en la tibia como en el fémur, pero es más común en la primera, y es la conocida como discondroplasia tibial, que se desarrolla entre las 2 y las 5 semanas de vida del animal. El tamaño de la lesión va de muy leve, con una pequeña acumulación focalizada de condrocitos a muy severa, con una gran masa extendida por toda la placa de crecimiento, tal y como se muestra en la **Figura 6**. La consecuencia más usual es un ángulo de la placa anormal, que lleva a deformaciones tipo varus/valgus, angulares y rotacionales. No obstante, si la lesión es severa, se puede llegar a producir la rotura de la placa de crecimiento.



**Figura 6.** Discondroplasia tibial en distintos grados (Fuente Butterworth y Weeks. *Measuring and auditing broiler welfare*, 2004)

Este tipo de lesión tiene un alto componente genético y también está altamente influenciada por la dieta, fundamentalmente a través del balance calcio/fósforo y el balance iónico.

- Raquitismo: tiene algunas similitudes con la discondroplasia tibial, ya que implica acumulaciones de cartílago en la placa de crecimiento y está afectado por el contenido en calcio de la dieta, el fósforo y su balance, pero difieren histológicamente y no hay entre ellos ninguna relación.

- Firmeza de los huesos: muchos de los problemas musculoesqueléticos afectan a las funciones del aparato locomotor. El término “debilidad de las patas” no implica específicamente problemas óseos. No obstante, el mantenimiento de la fuerza de los huesos es importante en la producción de broilers, ya que por ejemplo cuando los pollos son recogidos para ir a matadero, se pueden romper algunos huesos.

#### ❖ **Desórdenes degenerativos**

Los desórdenes degenerativos en las articulaciones se producen en los broilers, pero su prevalencia es mayor en aves que se crían hasta mayores edades y pesos, como podrían ser los reproductores. En las aves más viejas, la pérdida de cartílago u osteoartritis en la cadera, es bastante común. Asimismo, en machos es bastante frecuente encontrar tendones o cartílagos rotos, aunque estos problemas son menos claros en aquellos animales cuya alimentación es restringida. Existen otro tipo de problemas adicionales, como la separación epifiseal, las dislocaciones durante los manejos, la osteoporosis y la baja mineralización de los huesos o los dedos de las patas doblados (probablemente por una tensión desigual de los tendones).

### ❖ **Implicaciones para el bienestar de los desórdenes óseos.**

Todos estos problemas de patas, tienen una serie de implicaciones para el animal. La inervación de la zona de la cadera de las aves es muy parecida a la de los mamíferos, con lo que el dolor causado por algún desorden en esa zona podría ser también similar al que experimentan los seres humanos en estos casos. De hecho, Weeks *et al.* (2000) afirman que los broilers que presentan cojeras sufren dolor y que ese dolor les genera una situación de discomfort para la cual buscan alivio. Una forma fácil de evitar el dolor en estos animales sería el suministro de antiinflamatorios (no esteroideos) en el pienso (CCSBA, 2000), pero no parece una solución viable a nivel comercial.

Además del dolor, el animal experimenta consecuencias negativas asociadas a la ausencia de movilidad. Así un pollo con una cojera severa que le impida mantenerse en pie difícilmente podrá acceder al comedero y al bebedero y, en consecuencia, sufrirá un proceso de hambre y deshidratación que comprometerá gravemente su bienestar.

Con todo lo comentado, parece claro que las cojeras son una de las causas más importante de deterioro del bienestar en los broilers. Sin embargo, estas lesiones presentan distintos niveles de gravedad y resulta importante disponer de una herramienta que permita evaluar la severidad de la cojera con el fin de conocer el estado de los animales de una explotación y tomar las medidas correspondientes en caso de que el bienestar se vea comprometido. Una forma de evaluar este tipo de lesiones es la valoración de la capacidad de andar de las aves, para la que se han desarrollado sistemas de puntuación o “*Gait Score*” que permiten una valoración objetiva de las lesiones (Kestin *et al.*, 1992 posteriormente modificado por Garner *et al.*, 2002). El *Gait Score* clasifica a los animales en valores comprendidos entre 0 (sin lesión aparente) y 5 (animales incapaces de andar). Está claro que aquellos pollos valorados con puntuaciones de 4 ó 5 tienen un bienestar bastante pobre, pero no es tan fácil juzgar aquellos con puntuaciones entre 1 y 3. Algunos estudios de comportamiento muestran que los pollos con cojeras pasan más tiempo tumbados y durmiendo y menos realizando otras actividades como estar de pie, correr, acicalarse o darse baños de arena. En cualquier caso, parece evidente que el bienestar con puntuaciones de 3 ó superiores, está gravemente comprometido.

Por otra parte, Weeks *et al.* (2002) han desarrollado otro método de valoración de las cojeras conocido como “*Latency to lie*” (tendencia a tumbarse) que equivale al tiempo que permanece de pie en un suelo cubierto de agua. Para este test, se coloca un grupo de broilers en un pequeño corral impermeable; tras un periodo de aclimatación de 15 minutos, el corral



se llena con una capa de agua poco profunda, de alrededor de 30 mm. Los pollos prefieren no sentarse en el agua, por lo que inundar el corral les motiva a permanecer de pie, incluso a los más cojos. El tiempo que permanecen de pie es inversamente proporcional al nivel de cojera.

#### **1.4.3. Desórdenes musculares**

El músculo de las aves es parecido en estructura al tejido mamario. Las actividades de algunas enzimas circulantes en sangre aumentan cuando existe algún daño muscular o miopatía. La creatin quinasa es una de las usadas más comúnmente en el diagnóstico de daño muscular debido a su alta actividad y su alta especificidad para el músculo. Esta enzima se ha utilizado en la detección de patologías aviarias, estrés por calor agudo y el estrés por transporte. El aumento de la concentración de troponina T en sangre es específico para los daños cardíacos.

Las distrofias musculares en los broilers pueden tener causas genéticas o nutricionales (por deficiencias en antioxidantes, particularmente vitamina E y selenio). Los músculos afectados presentan cambios degenerativos incluyendo depósitos de calcio, lesiones vasculares y hemorragias.

Las miopatías focales e inducidas por el estrés son habituales en los pollos y pueden tener un fuerte componente genético, mostrándose altos niveles de daños musculares asociados a la selección genética por rápido crecimiento. Utilizando la actividad de la CK en plasma como indicador de la integridad de la membrana de las células musculares, se ha demostrado que el grado de miopatía se incrementa con la edad en broilers comerciales. Además, en líneas modernas seleccionadas por rápido crecimiento se han detectado mayores signos de daño muscular que en aquellas de crecimiento más lento. Si por añadidura, los animales son expuestos a estrés térmico por calor, los niveles todavía aumentan de forma más importante. Esto hace pensar que la selección genética por producción predispone a las aves a daños musculares, probablemente a través de un mecanismo que afecta de forma negativa a la homeostasis del calcio de las células musculares.

#### **1.4.4. Dermatitis**

Los broilers se mueven poco siendo el comportamiento predominante estar tumbado o sentado. Esta ausencia de movilidad provoca la aparición de desordenes en la piel, fundamentalmente cuando la yacija es de una calidad inadecuada, por una combinación de altas humedades y factores químicos inespecíficos en la misma.

Las enfermedades de la piel son el tipo de desorden que más se ha incrementado en los últimos 30 años, pasando de un 1'4% en 1969 a un 34'5% en 1988. Normalmente están caracterizadas por lesiones en la piel de la pechuga, del corvejón y de las patas. Las diferentes formas de dermatitis pueden implicar desde la primera capa subcutánea hasta el músculo. Normalmente nos referiremos a esas lesiones como ampollas en la pechuga, quemaduras en el corvejón y dermatitis en la almohadilla, todas ellas con un fondo común.

En las primeras etapas, lo que se detecta es una leve decoloración de la piel. Histológicamente se puede observar hiperqueratosis y necrosis de la epidermis. En los casos más severos, las erosiones se convierten en úlceras con reacciones inflamatorias del tejido subcutáneo (Ekstrand *et al.*, 1998) . Las úlceras aparecen frecuentemente cubiertas de costras formadas por el exudado, la yacija y el material fecal (ver **Figuras 7,8 y 9**). Las lesiones de la pechuga y del corvejón normalmente se desarrollan de forma más lenta y menos frecuentemente que en los pies (Stephenson, 1960 citado por el CCSBA). Aunque en un principio no están causadas por ningún agente microbiano, las lesiones muchas veces acaban por infectarse, especialmente por parte de *Staphylococcus*. Si la calidad de la yacija mejora, se puede conseguir que cicatricen de forma rápida, pero esto rara vez pasa en los broilers en condiciones comerciales.



**Figura 7.** Dermatitis en almohadilla.



**Figura 8.** Quemadura del corvejón.



**Figura 9.** Quemaduras en la pechuga.

Este tipo de lesiones pueden causar dolor, que conducen a un andar inestable (Kestin *et al.*, 2001). Esto, en combinación con un estado de salud deteriorado, constituye un problema serio de bienestar. Pero además, la dermatitis por contacto es importante para la industria del pollo de carne por otras razones:

- Parece que los broilers con dermatitis en las almohadillas tienen menores ganancias de peso, debido, en principio, a inapetencia a consecuencia del dolor
- Las manadas con una alta incidencia de dermatitis en las almohadillas normalmente tienen mayor prevalencia de otros tipos de dermatitis de contacto, como ampollas en la pechuga o quemaduras de corvejón, lo que conlleva pérdidas en matadero
- Además, el peso corporal también disminuye en animales afectados.
- Las lesiones pueden ser una puerta de entrada para las bacterias, que se pueden diseminar por el torrente sanguíneo y causar inflamaciones en las articulaciones o perjudicar la calidad del animal en otros aspectos

En cuanto a los factores que influyen en la incidencia de la dermatitis por contacto, destacan efectos estacionales, principalmente en relación a variaciones en la humedad relativa del aire, influyendo así en la calidad de la yacija, incluso en naves de ambiente controlado. Asimismo, recientes estudios relacionan la dermatitis y, especialmente, las lesiones en las almohadillas, con deficiencias de algunos nutrientes en la alimentación como la biotina, la riboflavina o la metionina.

Para evaluar la severidad de la dermatitis de contacto se han establecido sistemas de puntuación que permiten valorar de forma objetiva y general este tipo de lesiones cutáneas. El sistema más ampliamente utilizado es el desarrollado por Ekstrand *et al.*, 1998.

Existe además otro tipo de dermatitis, llamada “dermatitis profunda”, causada por *E. coli*. Esta es una infección subcutánea, especialmente en la espalda caudal, el muslo y alrededor de la cloaca. La piel está ligeramente hinchada en los lugares en los que hay inflamación, aunque la piel normalmente no muestra lesiones. Las áreas afectadas están más pálidas en relación a la piel normal, aunque algunas veces es un color amarillo muy pálido y brillante. No hay síntomas clínicos, pero produce pérdidas económicas debido a la degradación de las canales. Es una enfermedad que se produce más en animales más mayores y de mayor peso, y si las aves están alojadas a densidades elevadas, con poca higiene y escasa ventilación, el desarrollo de la enfermedad puede ser importante.

#### 1.4.5. Ascitis y Síndrome de Muerte Súbita

Estas son dos enfermedades letales en broilers. Están muy relacionadas entre ellas siendo ambas de origen metabólico y apareciendo más frecuentemente en machos de rápido crecimiento que en hembras. Aunque los síntomas de ambas enfermedades difieren de forma considerable, comparten una amplia gama de factores de riesgo y causas.

Los pollos de crecimiento rápido requieren altos niveles de oxígeno para satisfacer sus necesidades metabólicas. Sin embargo, al ser aves muy jóvenes, el corazón y los pulmones no se han desarrollado completamente y se ven sometido a un sobreesfuerzo considerable. Generalmente, se asume que el problema central de ambas enfermedades es la falta de oxígeno causada por poco suministro o muy alta demanda.

##### - Ascitis

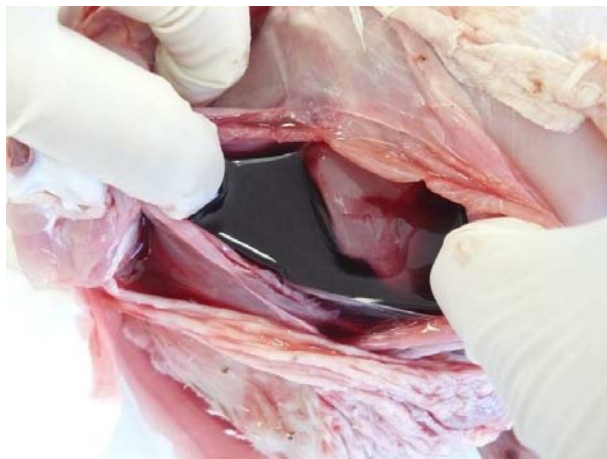
La ascitis en los broilers consiste en una capacidad cardiaca y pulmonar insuficiente para proporcionar a todos los tejidos blandos sangre oxigenada, y se caracteriza por una dilatación e hipertrofia de la parte derecha del corazón, afectando a la aurícula y al ventrículo.

Se desarrolla rápidamente y los signos típicos son fallo cardiaco y cambios en la función hepática, causando una acumulación de fluido ascítico (sérico), con o sin fibrina, en la cavidad abdominal.

En la **Figura 10** aparece un broiler en el que la ascitis se hace visible en la parte inferior del abdomen, apareciendo enrojecimiento, líquido visible y con aspecto purulento al tacto. En la **Figura 11** se muestra el líquido en la cavidad abdominal de un pollo con un grave problema de ascitis.



**Figura 10.** Presencia de ascitis en la parte baja del abdomen de un broiler.



**Figura 11.** Líquido en la cavidad abdominal de un pollo con ascitis

En una revisión de Currie (1999) se concluye que hay factores de manejo que pueden ayudar a controlar la enfermedad. Estos factores incluyen el mantenimiento de una ventilación adecuada, un suficiente aporte de oxígeno, la reducción de las temperaturas interiores, la separación de sexos para poder proporcionar dietas de diferente contenido energético o en general, las dietas de bajo contenido proteico y energético en los primeros 14 días de vida. No obstante, la comunidad científica continúa buscando una explicación definitiva a la etiología de esta enfermedad y una solución que pasa, entre otras, por la selección genética en base a la resistencia a ella.

- Síndrome de la Muerte Súbita (SDS)

El SDS, una de las principales causas de muerte en los broilers, se describió por primera vez a principio de los años 80 y su incidencia en Europa oscila entre un 0,1 y el 3%, con grandes diferencias entre países.

Está caracterizado por un agitado de alas muy fuerte y repentino, contracciones de músculos y pérdida del equilibrio. Con frecuencia también se producen sonidos guturales. En la fase final, los animales caen de lado o de espaldas y mueren. La duración de toda esta cadena de síntomas parece ser de entre 37 y 69 segundos.

Parece que los animales susceptibles a este síndrome presentan aberraciones en los electrocardiogramas. Las necropsias muestran que los animales que mueren por SDS son, en general, individuos con una buena condición corporal que presentan el tracto digestivo lleno, los ventrículos cardíacos contraídos y los pulmones congestionados.

El manejo (coger animales para pesar o sacar sangre semanalmente, por ejemplo) y las altas densidades, no aumentan los niveles de este síndrome, lo que se explica porque los

animales se habitúan si se comienza desde una edad temprana. En cambio, una manipulación repentina, sí que puede aumentar la mortalidad en pollos no acostumbrados. No obstante, la genética, la dieta y las condiciones ambientales, pueden aumentar la incidencia, fundamentalmente en animales de rápido crecimiento en los que la demanda de oxígeno es muy alta (igual que ocurre con la ascitis).

#### **1.4.6. Problemas respiratorios y de las membranas mucosas**

Este tipo de problemas son de importancia económica para la producción de broilers, sobre todo en estados crónicos o en aquellas enfermedades que causen altas mortalidades. Asimismo, también afectan de forma importante al bienestar. Existen desórdenes infecciosos y no infecciosos. Los desórdenes infecciosos como la bronquitis infecciosa o la micoplasmosis se pueden evitar manteniendo unos niveles de bioseguridad en las explotaciones elevadas. Los desórdenes no infecciosos están, generalmente, causados por una baja calidad del aire (por composición o por concentraciones elevadas de polvo y/ amoniaco) y por tanto la presencia de estas enfermedades puede ser indicadora del estado higiénico del ambiente.

#### **1.4.7. Restricciones de comportamiento**

Los animales utilizan el comportamiento como una de las más importantes formas de adaptarse a su entorno físico y social. Cuando un animal está en un entorno que le permite desarrollar reacciones adecuadas y conseguir intercambios adecuados a su comportamiento, el animal está adaptado. Si esa adaptación se ve obstaculizada, el bienestar resulta perjudicado

En el caso de los broilers existen numerosos factores que pueden afectar a esta adaptación. Por una parte, una elevada densidad puede conducir a una mayor falta de movilidad, ya de por sí bastante reducida por los condicionantes genéticos y morfológicos de los animales. Además, la presencia de un material inadecuado de cama que conduzca a problemas de salud como los comentados anteriormente también puede afectar a la respuesta de los animales en lo que a comportamiento se refiere.

### **1.5. EFECTO DE LA YACIJA SOBRE EL BIENESTAR DE LOS BROILERS**

Todos estos posibles problemas de bienestar que pueden aparecer en la cría de pollos de engorde, están influenciados por una serie de factores que hacen referencia, casi en su totalidad, a las condiciones de alojamiento, de acuerdo al informe del CCSBA (2000). Estos factores incluyen la densidad animal, la temperatura, la humedad, la iluminación, la calidad del aire y la yacija.

Los broilers pasan toda su vida en contacto con la yacija, de modo que la calidad de ésta va a ser un factor de gran influencia sobre su bienestar. Pero además, una yacija inadecuada puede tener repercusiones en la producción, afectando a la calidad de la canal y el desarrollo y crecimiento del animal.

La calidad de la cama que se emplee en la crianza de los animales va influir directamente sobre los problemas de piel de los pollos de engorde, siendo la cama húmeda el mayor factor de riesgo para la dermatitis de contacto. Además, la cama influye sobre otros aspectos ambientales como los niveles de polvo, la humedad del aire y los niveles de amoníaco, principales responsables de los problemas respiratorios.

Puesto que, como ya se ha comentado, la incidencia de la dermatitis de contacto es elevada en la producción actual de pollo para carne, resulta interesante estudiar qué factores influyen sobre la calidad de la cama. Los más importantes son:

❖ ***Tipo de material:***

La industria avícola utiliza diversos materiales como cama para pollos de engorde, incluyendo viruta, serrín, cascarilla de arroz y de diversos cereales, paja, arena, papel... La cantidad de materiales es innumerable y depende fundamentalmente de la disponibilidad de los mismos. El coste y la disponibilidad son los factores con más peso a la hora de emplear un material u otro como yacija. Existen muchos materiales de elevada calidad pero que por algún motivo son poco disponibles. Es fundamental que el coste sea razonable, de modo que materiales con una calidad peor son frecuentemente utilizados si resultan económicamente rentables aunque eso repercuta desfavorablemente sobre el bienestar de los animales. De hecho, en Europa, tradicionalmente se ha empleado la viruta y el serrín pero en los últimos años estos materiales han empezado a escasear a causa de su empleo como combustible por parte de diferentes industrias, lo que ha obligado a la búsqueda de materiales más fáciles de obtener. En ocasiones, se plantea el uso de sustancias de desecho de procesos industriales como yacija para realizar una gestión sostenible de los recursos.

En cuanto a qué determina que un material sea adecuado para utilizarlo como yacija en las explotaciones de pollo de engorde, en general se acepta que materiales con una alta capacidad de retención de agua, como la viruta de madera, se consideran camas de mejor calidad que otros con baja capacidad de retención de agua, como la paja (CCBSA, 2000). Sin embargo, este tipo de materiales son, frecuentemente, los que generan más partículas de polvo como ocurre en el caso de la turba en polvo o el serrín y por tanto lo ideal es un material

que retenga la mayor cantidad de agua posible pero no genere un exceso de partículas en suspensión. De hecho se recomienda que la humedad en la cama se mantenga en unos niveles de entre 25 y 35% (Broiler Care Practices, Universidad de California, 1998). Un exceso de humedad de cama provocaría un considerable aumento de las quemaduras en pechuga, almohadillas y corvejón (Harms *et al.*, 1977; Martland,1985). Asimismo, debe existir un equilibrio entre la retención y la dispersión, de manera que la absorción se produzca en todo el material y no solo en la capa más superficial (Grimes *et al.*, 2006) para evitar la formación de costras en la yacija. De igual modo, el material de la cama debe tener un tiempo de secado razonable, siendo el mayor inconveniente de los productos derivados del papel su incapacidad para secar rápidamente (Grimes *et al.*, 2006). Por otra parte, materiales de textura rugosa y tosca pueden incrementar la incidencia de dermatitis de contacto si se comparan con otros de textura fina y suave.

Además de todas estas consideraciones, es imprescindible que los materiales utilizados como cama no sean tóxicos ni para los animales ni para los avicultores. Igualmente, puesto que la cama puede ser ingerida por el animal no deben contener ningún contaminante que pueda generar residuos en los tejidos.

Por último, a las consideraciones económicas y a las características físico-químicas del material hay que añadir sus características etológicas. Algunos estudios centrados en el efecto que tiene aumentar la complejidad del ambiente en el uso del espacio por parte de los broilers, determinan, entre otras cosas, que la presencia de determinados materiales estimulan el comportamiento de exploración, con los consiguientes beneficios para el aparato locomotor de estos animales (Newberry, 1999). Así, diversos estudios apuntan la importancia del ejercicio para reducir la incidencia y la severidad de los problemas de patas, lo cual está directamente relacionado con los materiales que se utilicen como suelo. Una forma de ejercicio frecuente en las aves son los baños de arena. Las gallinas ponedoras han mostrado una marcada preferencia por determinados sustratos para realizarlos y los pollos, según un reciente estudio de Shields *et al.*, (2004), realizan casi la totalidad de sus baños en la arena, cuando disponen de cuatro sustratos diferentes. También se consideran comportamientos beneficiosos para el animal, aquellos previos al baño, como picar y escarbar el suelo. Shields *et al.*,(2004) concluyen que estos comportamientos también se realizan preferiblemente en la arena.



#### ❖ **Profundidad de la cama**

Los broilers criados en camas poco profundas, con un espesor inferior a los 5 cm. Presentan menores niveles de dermatitis en almohadillas que los criados con mayores espesores de cama. Una posible explicación es que los animales son menos propensos a picotear, escarbar y mover partículas de la cama cuando ésta es gruesa y compacta y, por tanto, la aireación de la yacija es mayor si la capa de material es fina. Además, las corrientes de aire procedentes de los ventiladores llevan a cabo una ventilación más exhaustiva si la cama se distribuye en capas finas (Ekstrand *et al.*, 1998).

#### ❖ **Dieta de los animales**

Algunos factores nutricionales, como un exceso en los niveles de sodio o potasio o de proteína en el pienso, puede generar un incremento en la cantidad de agua ingerida que resulta en camas más húmedas (Appleby *et al.*, 1992). Además, la inclusión de niveles elevados de fibra también puede conducir a una yacija más húmeda por un aumento en la cantidad de agua en las heces.

#### ❖ **Tipo de bebederos**

Existe una relación entre el diseño de los bebederos y la humedad de la cama (Ekstrand *et al.*, 1998) fundamentalmente en relación con variaciones en la cantidad de agua desperdiciada. Numerosos estudios muestran que los bebederos de tetina, con o sin recogeotas, reducen el uso y el desperdicio de agua comparado con los tradicionales bebederos de campana, y esto resulta en una reducción en la humedad de la cama y un aumento en la calidad higiénica de la cama (CCBS, 2000)

#### ❖ **Densidad animal**

La densidad parece que influye en la calidad de la yacija, de manera que al aumentar la densidad, disminuye la calidad, pero parece que esta relación no es tan clara cuando el aumento de densidad se compensa con factores de manejo como la capacidad de ventilación.

#### ❖ **Condiciones climáticas**

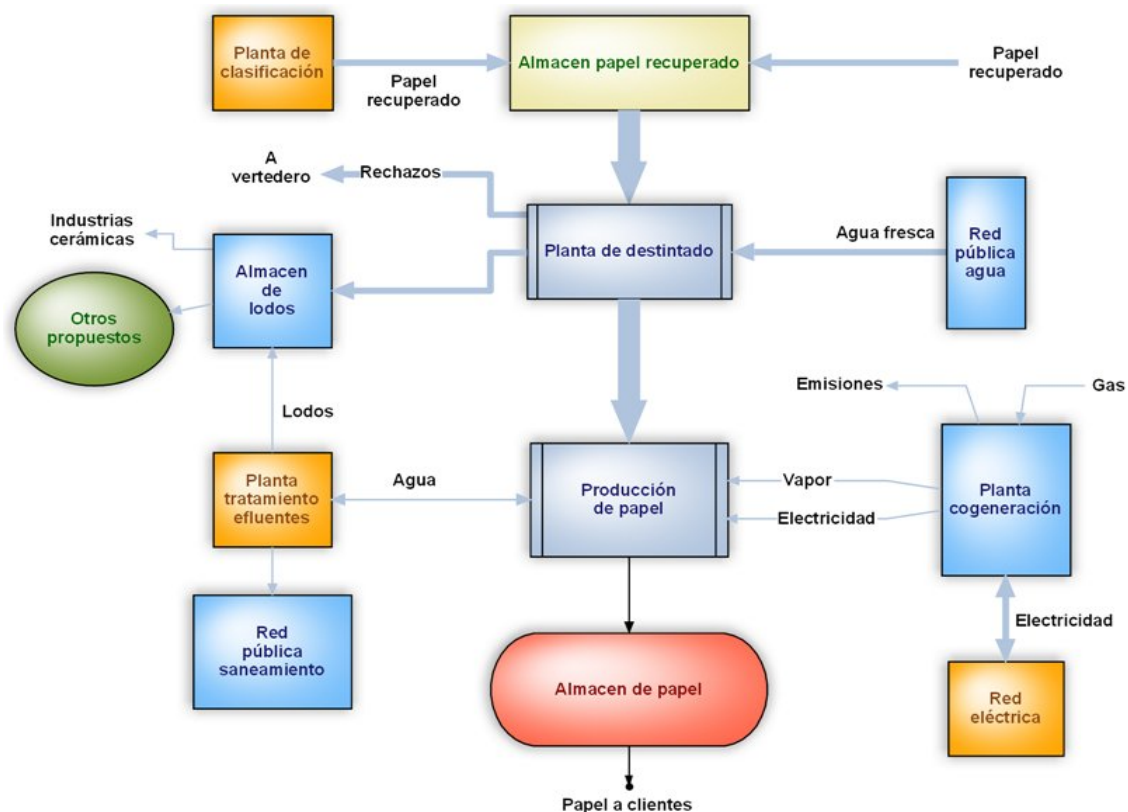
Altos niveles de humedad fuera y dentro de la nave se asocian a una baja calidad de la cama. Además, a pesar de que la capacidad de ventilación sea adecuada, a menudo se usa de manera inapropiada con la intención de conservar el calor en el interior de las naves, lo que conduce a una atmósfera húmeda y la consecuente humedad en la cama.

## 1.6. LODOS DE DESTINTADO DE PAPEL

Como se ha dicho, los materiales utilizados como cama de pollos, dependen en muchas ocasiones de la oferta. Así, puede haber determinadas industrias que estén interesadas en dar salida a alguno de sus residuos, utilizándolo como cama de pollos. Ese es el caso de los lodos de destintado de papel procedentes de los procesos de reciclado que lleva a cabo la empresa HOLMEN PAPER MADRID S.L. A continuación, se pasan a definir las principales características de este material.

El proceso de reciclado del papel (**Figura 12**) consiste en una serie de etapas que tienen por objeto desintegrar el papel en las fibras que lo constituyen y eliminar los contaminantes que lo acompañan (arena, metales, colas, adhesivos...). En ocasiones, la tinta se considera un contaminante y se elimina en la etapa del destintado.

El destintado tiene por objeto eliminar eficientemente por flotación las tintas de impresión dispersas en la suspensión de fibras. Esto es posible dado el carácter, en general, hidrofóbico de las partículas de tinta y se realiza mediante células de flotación que trabajan en serie. El aire introducido, en presencia del jabón, forma burbujas en el seno de la suspensión, que ascienden hasta la superficie de la célula. A estas burbujas se adhieren las tintas junto con fibras de papel. Las tintas concentradas como espumas en la superficie son aspiradas por medio de una instalación de vacío y conducidas hasta la tina de almacenamiento de espumas, desde donde se bombean al tanque de almacenamiento de lodos desde el que se canaliza a los sistemas de espesado. El espesado de los lodos se realiza mediante una mesa de gravedad, de la que se recoge el agua sobrante del desgote, y, a continuación, una prensa tornillo, donde se consigue concentrarlos hasta aproximadamente un 60%. Estos residuos están formados por un 30% de celulosa, material de origen vegetal altamente poroso, y sustancias de relleno como el caolín y la calcita (25%), más un pequeño resto de compuestos orgánicos y metales pesados, además de un 40% de agua.



**Figura 12.** Diagrama de reciclado de papel.

Así, la industria papelera se enfrenta en la actualidad al problema que representa la eliminación estos residuos. Normalmente, el destino final de los lodos es el vertedero, sin embargo, en los últimos años, se intenta valorizar estas sustancias dándoles algún uso con el fin de minimizar los costes y reducir el impacto ambiental. Existen dos vías posibles de utilización de los lodos de destintado:

- Reciclado: empleándolos en las industrias cerámicas, para compostaje y para otros usos agrícolas.
- Valoración energética: utilizándolos para la obtención de energía térmica y/o eléctrica.

En este contexto, surge la idea de emplear estos lodos como cama para broilers. Su aparente inocuidad para las personas, su alta afinidad por el agua y el hecho de que no sobrepasa ninguno de los límites de tóxicos fijados para la alimentación de pollos de engorde los convierte en un material que, *a priori*, puede resultar adecuado. Sin embargo, es necesario considerar que, además de cumplir estos condicionantes básicos, estas sustancias no deben causar ningún perjuicio en los niveles de producción y deben proporcionar al animal un ambiente que le permita mantener su salud, expresarse naturalmente y presentar, en general, un adecuado nivel de bienestar. Sólo en caso de que ni la producción ni el bienestar animal se

vean afectados negativamente por el uso de estos materiales, podría considerarse su empleo de manera habitual en las explotaciones de pollos para obtención de carne.



**Figura 13.** Lodos de destintado.

## **2. OBJETIVOS**

La escasez de los materiales que tradicionalmente se han utilizado como yacija para los pollos de engorde provoca que en la actualidad se esté buscando nuevos materiales que sean adecuados para usarse como cama y que sean económicamente rentables. Por otra parte, la industria papelera genera al año miles de toneladas de residuos de los que tiene que deshacerse. La utilización de estos residuos como yacija para los pollos de engorde podría resultar una solución de gestión sostenible que beneficiaría tanto al avicultor como a las empresas papeleras.

En este contexto, surge la presente tesis de máster cuyo objetivo fundamental es evaluar la utilización de lodos de destintado de papel como material de cama para pollos, y determinar el impacto que tiene sobre el bienestar de los animales, en comparación con un material ampliamente utilizado como es la viruta.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ALOJAMIENTO Y MATERIAL ANIMAL

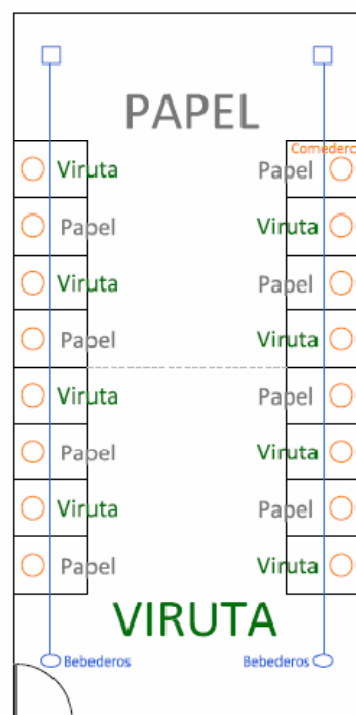
Para llevar a cabo esta experiencia se utilizó una sala de las instalaciones experimentales del Centro de Tecnología Animal (CITA-IVIA) de Segorbe.

En el interior de la sala se colocaron 16 corrales prefabricados de PVC y malla metálica de 1x1,3 m<sup>2</sup> a lo largo de la línea de bebederos tal y como se presenta en la **Figura 13**. En cada corral se alojaron 12 pollitos macho de manera que para la prueba se contó con 192 animales que se criaron hasta los 49 días de vida, momento en que fueron llevados a matadero. En ocho de estos corrales (alternos) se colocó como material de cama el residuo de papel objeto de estudio, con un grosor de unos 10 cm, y repartido uniformemente, mientras que en los ocho restantes se colocó viruta, con el mismo grosor, a modo de control. Además, el resto de la nave también se llenó con los dos materiales objeto de estudio, colocando en una mitad viruta y en la otra mitad el residuo de papel. En cada una de estas partes, se colocaron 600 pollos, con el objeto de detectar posibles problemas de la cama en condiciones lo más similares posibles a las comerciales.

La separación entre corrales permitía en todo momento el contacto visual, olfativo y auditivo entre los animales de distintos grupos. Cada corral tenía un comedero tipo tolva galvanizada de 10 Kg. de capacidad que permitía pesar el pienso ofrecido y rechazado. El agua se suministró mediante bebederos de tetina con recogeotas de la sala. El suministro tanto de pienso como de agua fue *ad libitum* durante todo el periodo experimental. Se emplearon tres tipos de pienso diferente: pienso de arranque hasta el día 21 del ciclo, pienso de engorde hasta el día 31 y pienso de retirada hasta el final del ciclo.

#### 3.2. MEDIDAS Y PRUEBAS REALIZADAS

Para estudiar las características de los lodos, se tomaron 10 muestras en las instalaciones de la empresa papelera, en distintos puntos de la zona de almacenamiento para poder determinar la densidad aparente del material y la capacidad de retención de agua. La



**Figura 14.** Distribución de los corrales en el interior de la nave

densidad se determinó dividiendo el volumen de los cilindros rellenos de material por el peso de los lodos introducidos en los cilindros. Para determinar la capacidad de retención de agua se llevó el material a su punto de saturación y se midió el agua escurrida a las 24 horas (capacidad de retención de agua). En la **Figura 15** se presenta una imagen del análisis.



**Figura 15.** Imagen del análisis de la capacidad de retención de agua de las 10 muestras procesadas

Además, para determinar el comportamiento real de los distintos materiales, se determinó la humedad de la viruta y del residuo de papel a lo largo del periodo experimental mediante determinación de materia seca. De este modo, una vez llegaron al centro, la viruta y el papel se extendieron en la sala que se utilizó para la prueba, y se determinó la humedad inicial de cada material. Tras un día de secado en la sala y antes de introducir los animales, se midió de nuevo la humedad de ambas camas. A partir de ese momento, semanalmente se volvió a determinar la humedad de los materiales con el fin de estudiar su evolución a lo largo del periodo experimental.

Semanalmente todos los pollos fueron pesados con el objeto de evaluar la posible influencia del material de cama en el engorde de los animales.

Por otro lado, al final del ciclo se realizaron diversas pruebas encaminadas a la determinación de los posibles efectos negativos o positivos de la utilización del residuo de papel sobre el nivel de bienestar de los animales, que se detallan a continuación:

- El día 44 del ciclo se realizó la prueba de inmovilidad tónica inducida, en la que se evalúa la reacción de miedo de los animales, en cinco animales de cada corral, registrándose tanto la duración como el número de intentos necesarios para conseguirla. En la **Figura 16** se presenta una imagen de un pollo durante la prueba.



• El día 47 se realizó una evaluación de la capacidad de andar de 140 animales, de acuerdo al protocolo propuesto por Garner *et al.* (2002) que se presenta en la **Tabla 3**. De esta manera, se estudiaron las cojeras y de nuevo, el posible impacto del material utilizado. Además, también se consideró la capacidad de escapar de los animales ante un suceso extraño y



**Figura 16.** Pollo durante el test de inmovilidad tónica inducida.

potencialmente peligroso. Para ello, se les rozaba con un listón de madera, calificando con un 0 a aquellos animales que se comportaban normalmente huyendo del objeto y con un 1 a los que permanecían inmóviles ante la agresión.

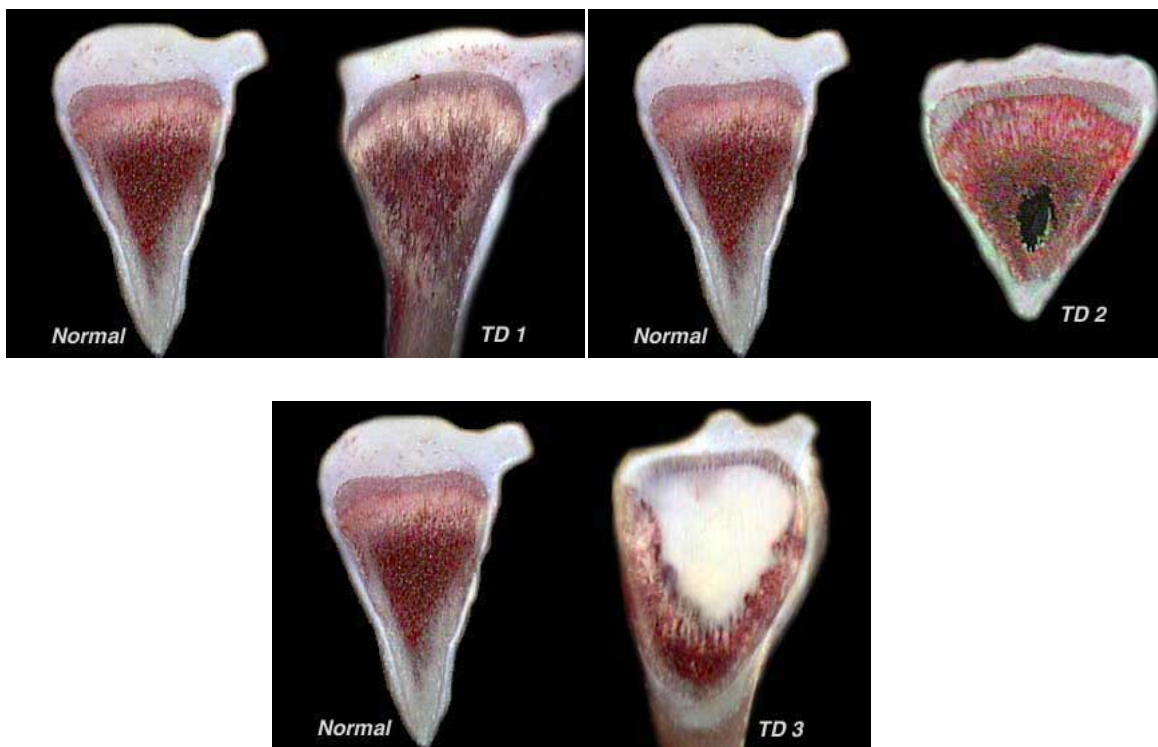
**Tabla 3.** Evaluación de la capacidad de andar (Garner *et al.*, 2002)

<b>Gait Score</b>	<b>Grado de discapacidad</b>
0	Ninguno
1	Detectable pero no se puede detectar ninguna anomalía
2	Se identifica alguna anomalía que tiene un impacto reducido sobre la capacidad de andar
3	Se identifica alguna anomalía que reduce la capacidad de andar
4	Incapacidad severa pero que aún permite andar
5	Cojera completa que impide completamente andar

• Una vez sacrificados los animales en el matadero, las canales de los 192 pollos se llevaron de nuevo a las instalaciones del CITA para realizar en el laboratorio la medida del grosor de las dos patas en el tarsometatarso (1 cm por encima del espolón), determinar la existencia e intensidad de la discondroplasia tibial (según sistema de puntuación propuesto por el departamento de Ciencia Avícola de la Universidad de Georgia, ver **Figura 17**), las lesiones en las almohadillas (**Figura 18**), el corvejón (**Figura 19**) y la pechuga según sistema de puntuación de (Ekstrand *et al.*, 1998) representado en la **Tabla 4**, así como la existencia de huesos rotos o deformados en las patas.

**Tabla 4.** Sistema de puntuación de lesiones para almohadillas, corvejón y pechuga. (Fuente: Ekstrand *et al.*, 1998)

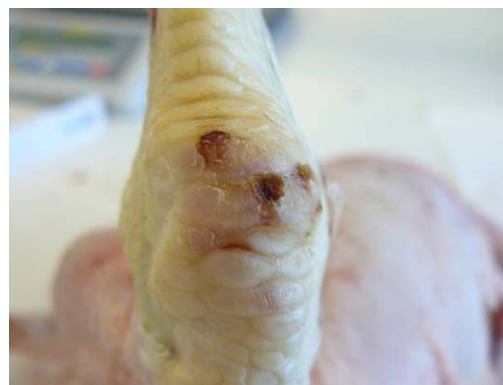
<b>Puntuación</b>	<b>Lesión</b>
0	Sin lesión; solo hiperqueratosis media sin decoloración ni cicatrices
1	Lesión media; lesiones superficiales, erosión, decoloración
2	Lesión severa; lesiones profundas, úlceras y costras
3	Lesión muy severa; lesiones muy profundas, úlceras y costras de gran tamaño



**Figura 17.** Score utilizado para la evaluación de discondroplasia tibial (Department of. Poultry Science, University of Georgia)



**Figura 18:** Lesión de tipo 2 en almohadilla



**Figura 19:** Lesión de tipo 2 en corvejón

Por último, paralelamente, se diseñó una prueba de elección para la cual se construyó un corral de 2x2 m<sup>2</sup> y se dividió en cuatro partes imaginarias de 1x1 m<sup>2</sup> de manera que los animales podían moverse libremente de una parte a otra. En cada una de las partes se distribuyó una yacija diferente de modo que pudieran elegir entre cuatro materiales distintos y moverse por ellos: viruta de madera, residuo de papel, una mezcla que contenía el 50% de cada uno de estos materiales (M50) y una mezcla en la que había un 75% de papel y un 25% de

viruta (M75). Además se dispusieron comederos y bebederos entre los materiales de modo que pudieran acceder al agua y la comida desde cualquier zona con igual facilidad. Al mismo tiempo, los animales que formaban parte de esta prueba, estaban permanentemente alojados en un corral exactamente igual al descrito como corral de elección, con lo que tenían contacto permanente con los cuatro materiales objeto de estudio.

La prueba de elección se llevó a cabo en ocho días aleatorios, desde la segunda semana de vida hasta la quinta aproximadamente. Para ello, se seleccionaron 32 animales que se dividieron en cuatro grupos de ocho, identificándolos mediante anillas de cuatro colores distintos en las patas. Los grupos eran sucesivamente introducidos en el corral de elección durante una hora, cada uno de los días de prueba. Cada cinco minutos, el observador registraba en qué material se encontraba el animal y que actividad estaba realizando incluyéndola en una de las siguientes categorías: tumbado, comiendo, bebiendo, picando el suelo, escarbando el suelo, haciendo el baño y de pie.

### **3.3. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO**

Tras la realización de todas las pruebas, las variables a analizar fueron:

- Peso
- Duración de la inmovilidad tónica
- Intentos necesarios para conseguir la inmovilidad tónica.
- “Gait Score”
- Huida frente a un objeto extraño
- Discondroplasia tibial
- Lesiones en almohadillas, pechuga y corvejón
- Roturas de huesos
- Asimetría fluctuacional en función del grosor del tarsometatarso
- Actividades durante la prueba de elección

Todos los datos obtenidos se han analizado con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2001).

Para los parámetros cuantitativos (peso, duración de la inmovilidad tónica y asimetría fluctuante) se ha aplicado un análisis de la varianza utilizando el “proc glm”, para considerar datos no balanceados. En este caso, el modelo seguido ha sido:

$$Y = a_i + \varepsilon$$

Donde:

$Y$  = variable dependiente

$a$  = efecto del material

$\varepsilon$  = error

Las diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento se han determinado mediante el ajuste Tukey-Kramer. Por otra parte, puesto que la duración de la inmovilidad tónica no se comportaba normalmente se ha realizado una transformación logarítmica de la variable.

Para los parámetros cualitativos (lesiones, discondroplasia tibial, rotura de algún hueso, intentos para conseguir la IT, huida y "Gait Score") se ha efectuado un análisis de frecuencias ("proc freq") y una prueba  $\chi^2$  en función del material.

Por último, para analizar los datos correspondientes a la actividad durante la prueba de elección, se ha empleado una doble prueba: por un lado, un análisis de distribución de frecuencias para ver cuál era el material elegido de forma mayoritaria, independientemente de la actividad realizada en él ("proc freq"). Por otro, una regresión logística ("proc glimmix") que permite obtener la probabilidad de que se realice una determinada actividad en función de los distintos factores estudiados. Así, se ha utilizado el modelo siguiente:

$$Y = a_i + b_j + c_k + a_i c_k + \varepsilon$$

Donde:

$Y$  = variable dependiente que en este caso se corresponde con la frecuencia relativa asociada a una determinada actividad

$a$  = efecto del material

$b$  = efecto del momento en el que se realiza la observación, medido de 5 minutos (primera observación en el primer grupo) a 240 minutos (última observación en el cuarto grupo)

$c$  = efecto de la edad siendo una variable dicotómica de valor 1 para aquellos animales menores de 21 días y valor 2 para los mayores de 21 días.

El "proc glimmix" lo que permite es obtener los coeficientes de la ecuación de regresión logística que se muestra a continuación.

$$P (\%) = \frac{e^{[\beta_0 + \beta_i a_i + \beta_j b_j + \beta_k c_k + \beta_{ik} a_i c_k]}}{1 + e^{[\beta_0 + \beta_i a_i + \beta_j b_j + \beta_k c_k + \beta_{ik} a_i c_k]}} \times 100$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados obtenidos, detallando de forma individual cada uno de los parámetros estudiados, así como la discusión de los mismos. La ausencia de trabajos referidos al material en prueba en cuanto a su idoneidad como cama para broilers, implica que la discusión se base en el planteamiento de hipótesis que expliquen los resultados, y no tanto en la discusión de las mismas con respecto a otros autores.

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Y COMPORTAMIENTO

Del análisis de las muestras proporcionadas por la empresa HOLMEN PAPER MADRID S.L. se obtuvieron la capacidad de retención de agua y la densidad aparente del los lodos de destintado de papel. Los resultados se muestran en la **Tabla 5**.

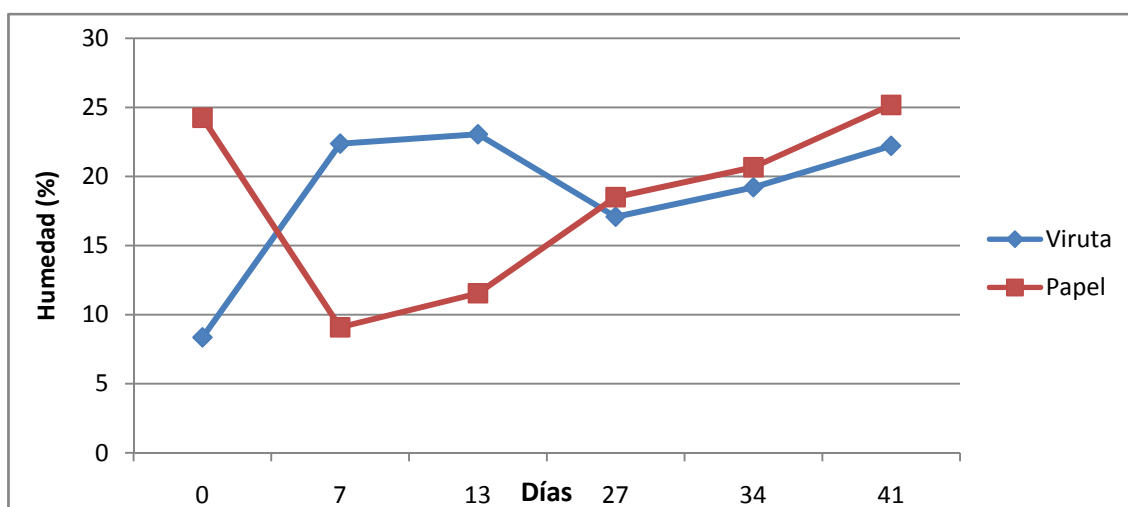
**Tabla 5.** Análisis de muestras de los lodos procedentes de la zona de almacenamiento de la empresa papelera

Muestra	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Agua retenida (cm <sup>3</sup> /g sustrato)
1	0,41	0,26
2	0,38	0,49
3	0,42	0,21
4	0,35	0,37
5	0,41	0,22
6	0,35	0,36
7	0,34	0,22
8	0,42	0,44
9	0,42	0,23
10	0,43	0,44

En el caso de la viruta, su densidad aparente es 0,046 g/cm<sup>3</sup> y la capacidad de retención de agua, es de 1,29 cm<sup>3</sup>/g sustrato. El papel presenta una densidad aparente media de 0,393 g/cm<sup>3</sup> y una capacidad de retención de agua de 0,324 cm<sup>3</sup>/g sustrato. La diferencia entre ambos materiales en la densidad aparente es importante teniendo en cuenta las implicaciones prácticas desde el punto de vista del transporte y el manejo de la cama, tanto al extenderla como al retirarla de las naves, siendo ligeramente más trabajoso en el caso del lodo de papel. La retención de agua es considerablemente mayor en la viruta (aproximadamente 1,29 cm<sup>3</sup>/g) que en el lodo, lo cual podría tener consecuencias directas sobre la calidad de la cama y conducir a una yacija húmeda, con los subsiguientes efectos sobre el bienestar de los animales. Para confirmar esta hipótesis, se consideró interesante evaluar el comportamiento real del papel en cuanto a humedad se refiere y para ello se tomaron muestras periódicas de la cama,

evaluando su contenido en agua desde el momento en que ambos materiales llegaron al centro.

Así, el papel tenía una humedad inicial del  $39,41 \pm 0,47\%$ , mientras que la viruta, material utilizado como control, tenía una humedad inicial de  $8,35 \pm 0,66\%$ . Tras un día de secado, disminuyó la humedad del papel hasta un  $24,24 \pm 0,54\%$ . A lo largo de la primera semana se produjo una clara disminución de la humedad de los lodos, llegando a un valor de  $9,09 \pm 1,93\%$ . Posteriormente, la humedad del material fue evolucionando al alza (ver **Figura 20**) conforme los animales crecían, situándose en valores similares a los obtenidos con otros materiales, como la viruta.



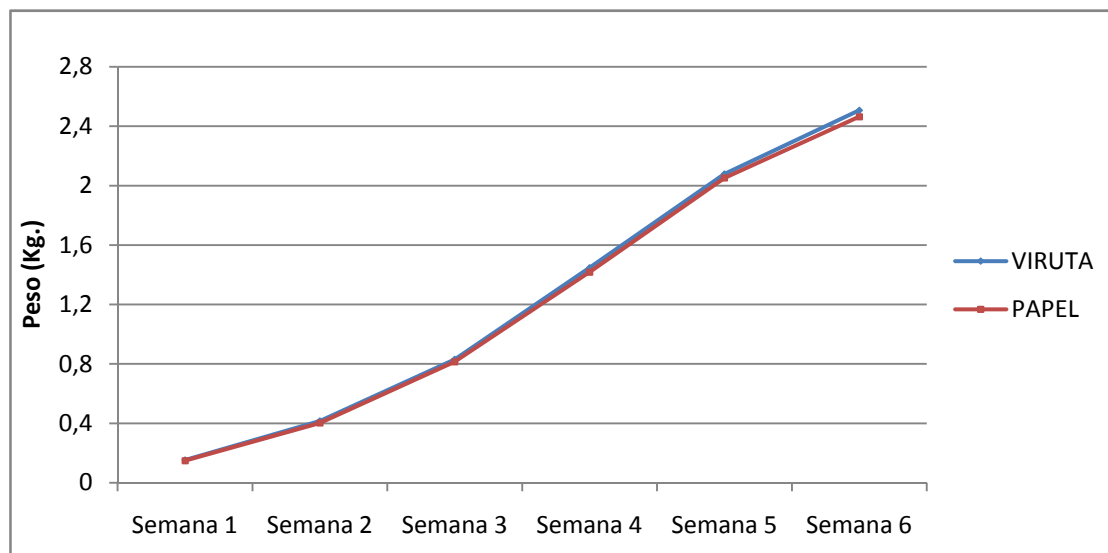
**Figura 20.** Evolución de la humedad relativa de cada uno de los materiales utilizados como cama a lo largo de todo el ciclo productivo

Puesto que se recomienda mantener la humedad de la cama en unos niveles que oscilen entre el 25 y el 35% (Broiler Care Practices, Universidad de California, 1998) y los resultados obtenidos muestran que ambos materiales se mantuvieron por debajo del 25% hasta prácticamente el final del periodo experimental, no parece que puedan aparecer problemas asociados a humedad de la yacija al emplear el papel, siempre y cuando éste se deje secar unos días antes de la entrada de los animales. Sin embargo, los valores de humedad bajos que aparecen entre la primera y la tercera semana podrían conducir a un aumento en la cantidad de partículas en suspensión y, en consecuencia, a una mayor incidencia de enfermedades respiratorias. Para confirmar esta hipótesis sería interesante realizar un nuevo estudio en el que se midan las partículas en suspensión generadas por el material y se realicen necropsias centradas en la evaluación del aparato respiratorio.

Por otra parte, se observó durante los primeros días (coincidiendo con el descenso en la humedad) una clara tendencia del material a formar conglomerados de un tamaño que podía alcanzar hasta los 10 cm y de una dureza considerable. Estos conglomerados podrían suponer una fuente de incomodidad para los pollitos, sobre todo cuando son de pequeño tamaño (bien porque su superficie de apoyo sea menor o bien porque no se hayan adaptado suficientemente al material), y de hecho se detectaron en campo enrojecimientos en almohadillas y corvejones, así como la aparición de uñas en forma de palillo de tambor. Esta hipótesis asociada a estas formaciones a las que dan lugar los lodos se retomará en la exposición de los siguientes resultados. No obstante, de nuevo resultaría necesario realizar nuevos estudios en los que se tomaran muestras de estas aglomeraciones para evaluar su tamaño y dureza, así como muestras de lesiones a edades tempranas para comprobar si las apreciaciones en campo tienen una significación estadística real.

#### 4.2. PESO

En cuanto a los parámetros medidos sobre los animales, en primer lugar se ha realizado el análisis estadístico de los pesos corporales medidos a lo largo del periodo experimental. En la **Figura 21** se presenta la gráfica de evolución del peso con el tiempo para cada uno de los materiales.



**Figura 21.** Evolución en el tiempo de los pesos en función del material

Los pesos no presentan diferencias significativas entre materiales en ningún momento del ciclo. El hecho de que no haya diferencias entre los pesos obtenidos indica un desarrollo similar de los animales en ambos materiales. Puesto que no se han encontrado estudios en los

que se comparen los lodos de destintado con otros materiales de cama, no es posible refrendar los resultados obtenidos con los hallados por otros autores.

### 4.3. PARÁMETROS DE BIENESTAR

Pasando ya a los análisis sobre parámetros de bienestar, se han estudiado los datos referentes a asimetría fluctuacional, duración de la inmovilidad tónica, número de intentos para conseguir la inmovilidad tónica, lesiones en corvejón, lesiones en almohadilla, lesiones en pechuga, discondroplasia tibial y capacidad de andar.

Los resultados obtenidos en cuanto a las variables cuantitativas son los que se presentan en la **Tabla 6**.

**Tabla 6.** Valores medios de las variables estudiadas en cada uno de los materiales utilizados como cama

	<b>Viruta</b>	<b>Papel</b>	<b>Nivel de significación</b>
Asimetría	0,16±0,15	0,26±0,15	0,6342
Duración de la IT	186,8±1,16	206,4±1,16	0,6609

Como se puede observar, no existen diferencias significativas entre estos parámetros en función de los diferentes materiales.

En la **Tabla 7** se presentan los porcentajes de animales calificados con las distintas puntuaciones en función del suelo en el que eran alojados para las variables que se determinaban con scores, junto al nivel de significación de la Chi cuadrado correspondiente.

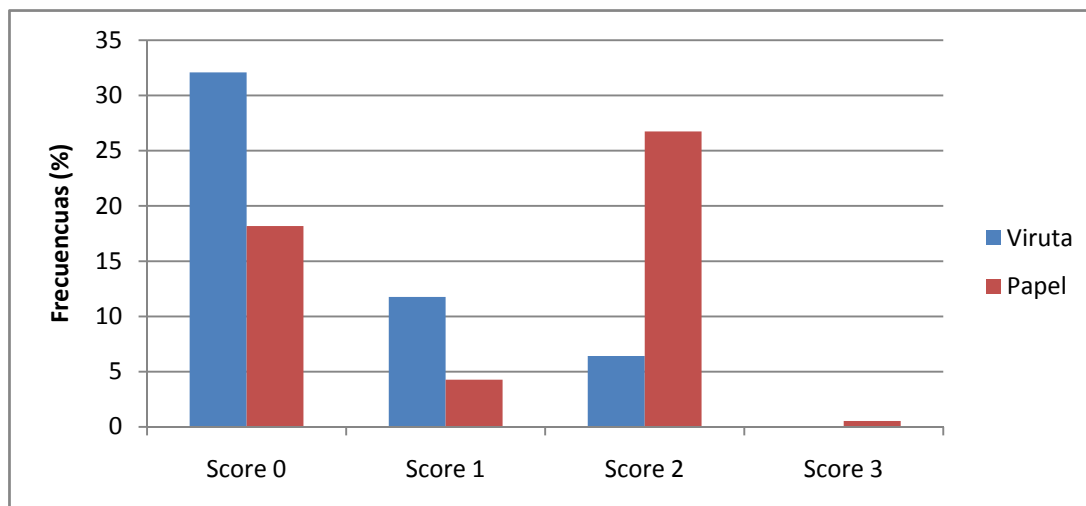
A la vista de estos resultados, tampoco parecen existir diferencias importantes entre los dos tipos de sustrato utilizados como material de cama en cuanto a la mayoría de parámetros de bienestar estudiados. No obstante, el corvejón y la capacidad de andar son los únicos parámetros medidos que presentan alguna diferencia.



**Tabla 7.** Porcentaje de animales con cada una de las puntuaciones para diferentes parámetros, en los distintos materiales utilizados como cama

	Viruta	Papel	Nivel de significación de $\chi^2$
Lesiones en pechuga			
Score 0	48,66	46,52	0,2977
Score 1	1,6	3,21	
Lesiones en almohadilla			
Score 0	24,06	26,74	0,1926
Score 1	17,11	12,30	
Score 2	9,09	9,09	
Score 3	0	1,60	
<b>Lesiones en corvejón</b>			
Score 0	32,09	18,18	<b>&lt; 0,0001</b>
Score 1	11,76	4,28	
Score 2	6,42	26,74	
Score 3	0	0,53	
Discondroplasia			
Score 0	26,20	19,25	0,1677
Score 1	16,58	19,79	
Score 2	7,49	10,70	
Roturas			
Presencia	0,53	0	0,3186
Ausencia	49,73	49,73	
Intentos para IT			
1 intentos	40,63	38,54	0,8716
2 intentos	8,33	10,42	
<b>Capacidad de andar</b>			
Score 0	0,53	3,21	<b>0,0143</b>
Score 1	21,93	11,76	
Score 2	16,04	17,65	
Score 3	10,70	17,11	
Score 4	0,53	0	
Score 5	0,53	0	
Comportamiento de huida			
Presencia	45,31	44,79	0,8090
Ausencia	4,69	5,21	

En el caso del corvejón, al evaluar la distribución de las frecuencias representada en la **Figura 22**, se observa que el porcentaje de animales calificados como score 2 (26,74%) en el papel es muy superior al de viruta (6,42%), y los porcentajes de score 0 y 1 son mucho menores. De igual modo, en el papel se calificó a algún animal como de score 3 mientras que en la viruta no se encontró ningún pollo que recibiera esta calificación.



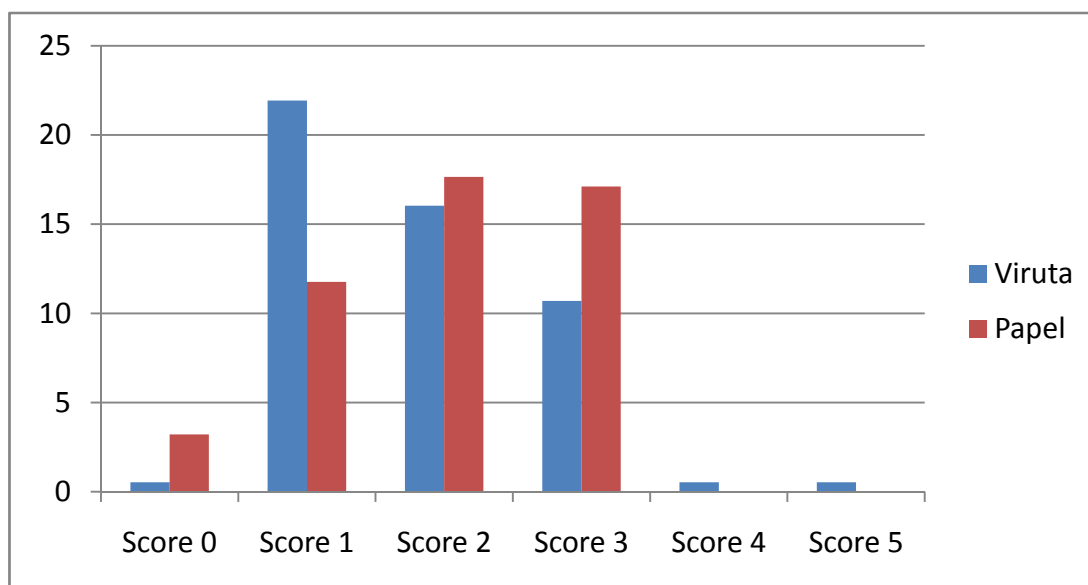
**Figura 22.** Porcentaje de animales que presentan los distintos scores referidos a lesiones en corvejón para cada material utilizado como cama

De nuevo, ante la ausencia de estudios referentes a la utilización de los lodos de destintado como cama para broilers, no se pueden comparar los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a parámetros de bienestar, con los logrados por otros autores. No obstante, estos resultados confirman parcialmente la hipótesis planteada en el estudio del comportamiento del material. Los animales alojados en papel, acaban el ciclo con un número mayor de lesiones en corvejón, posiblemente asociadas a los aglomerados ya mencionados, que podrían tener una mayor capacidad abrasiva que la viruta de madera. Sin embargo, la confirmación es parcial dado que la ausencia de lesiones en almohadillas no permite extraer una conclusión clara. Para explicar esta aparente contradicción se plantean varias hipótesis.

Es posible que se haya producido algún tipo de adaptación de las almohadillas al material. De hecho, durante la fase experimental se observó cierto engrosamiento de las almohadillas en los pollos que se criaron en cama de papel que podría indicar algún tipo de adaptación al nuevo material durante el crecimiento del animal. Además, esto explicaría por qué los enrojecimientos de la zona observados al inicio del ciclo no derivaron en lesiones al realizar las necropsias. Puesto que la bibliografía referente a estudios de este tipo de materiales como cama para pollos es muy escasa, resultaría conveniente repetir la prueba incluyendo la realización de cortes histológicos de las almohadillas para determinar el grosor de las distintas capas a diferentes edades y compararlas con las de animales criados en la viruta, con el fin de confirmar la hipótesis planteada. De verificar este supuesto, cabría preguntarse por qué el corvejón no se vio afectado por este tipo de adaptación, aunque es

muy probable que este hecho se deba a variaciones en la actividad de los animales. Así, durante las primeras semanas de vida, los broilers tienen niveles de actividad relativamente altos, y las almohadillas están bastante tiempo en contacto con la cama, porque el animal pasa bastante tiempo de pie. Durante la última semana, el elevado tamaño que alcanzan les obliga a pasar la mayor parte del día tumbados, con el corvejón aguantando más peso y existiendo un mayor contacto de esa zona del cuerpo con la yacija (Weeks *et al.*, 2000). De este modo, podría ser en este periodo final cuando se produjeran las lesiones en esta zona, puesto que la evaluación de las mismas se realizó únicamente post-mortem. Con el fin de confirmar este supuesto, sería interesante el análisis de las lesiones a lo largo del ciclo en futuros estudios que permitieran evaluar si la incidencia en las lesiones en corvejón aumenta a final del ciclo.

Por otra parte, la capacidad de andar arroja diferencias estadísticamente significativas en la distribución de frecuencias aunque en este caso, como se observa en la **Figura 23**, las diferencias no son tan claras.



**Figura 23.** Porcentaje de animales que presentan los distintos scores referidos a la capacidad de andar para cada material utilizado como cama

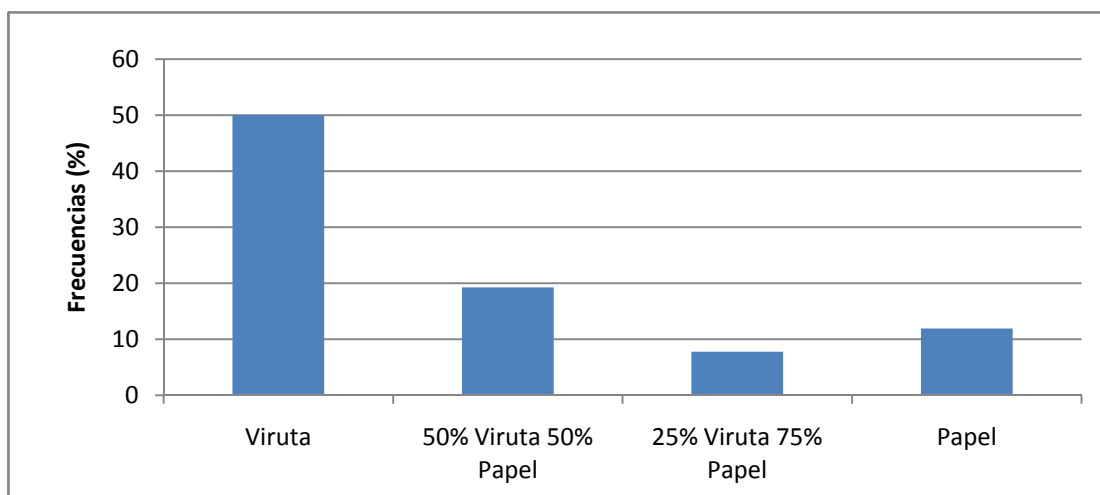
Así, el análisis de estos datos presenta resultados algo más confusos. El papel presenta una mayor incidencia de animales con scores de 2 y 3. Sin embargo, también presenta un mayor número de animales con lesiones leves o sin lesión. Al mismo tiempo, cuando las cojeras se clasifican como graves (score 4 y 5), los dos materiales presentan resultados muy similares y de hecho, el porcentaje de pollos que no huía en la prueba (síntoma claro de cojeras severas según Garner *et al.*, 2002) tampoco presenta diferencias significativas.

Así, de los resultados analizados no podrían extraerse conclusiones definitivas en cuanto a cómo afecta el material experimental a la capacidad de andar de los broilers criados en él.

#### 4.4. PRUEBA DE ELECCIÓN

En primer lugar se ha analizado la actividad de manera global para cada uno de los materiales, obteniendo la distribución de frecuencias que se muestra en la **Figura 24**.

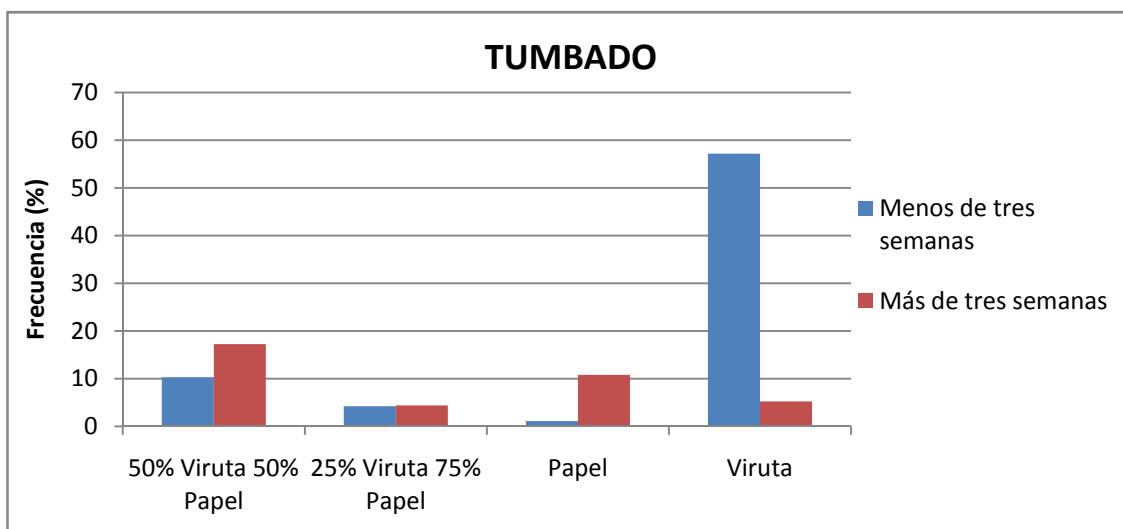
Se observa que el material en el que más tiempo pasan los animales, independientemente de la actividad que realizaran en él, es la viruta, seguida de la mezcla de 50% de viruta y 50% de residuo de papel. Cuando la proporción de papel aumenta (al 75% o al 100%), la permanencia de los animales en el sustrato disminuye significativamente.



**Figura 24.** Distribución general de frecuencias de permanencia en cada uno de los materiales estudiados

Estos resultados respaldan las hipótesis planteadas con anterioridad en la que los conglomerados formados por el papel supondrían una causa de incomodidad para los broilers, siendo claramente el material preferido la viruta. Así, las camas con algún contenido en papel podrían resultar un material incómodo en el que los animales prefieren no permanecer si existe otra posibilidad. No obstante, resulta interesante analizar las frecuencias asociadas a las distintas actividades con el fin de evaluar si esta preferencia afecta por igual a cada una de las actividades analizadas y si se mantiene en distintos periodos del ciclo, para comprobar la hipótesis de la adaptación al material y el grado en que la edad del animal afecta a esta percepción de incomodidad.

Al analizar los datos de la prueba de elección, se obtiene, para la actividad “tumbado” la distribución de frecuencias que se muestra en la **Figura 25**.



**Figura 25.** Distribución de frecuencias de los animales cuando están tumbados en cada uno de los materiales suministrados

En este caso, resultan significativos el efecto del material ( $p < 0,0001$ ) y el de la interacción material-edad ( $p < 0,0001$ ). Así, la viruta sería el material preferido cuando los animales tienen una edad inferior a las tres semanas, con frecuencias muy superiores al resto de elementos utilizados como cama. Sin embargo, cuando los animales crecen, es la mezcla de 50% de viruta y 50% de papel el material más elegido, seguido del papel al 100%.

Estos resultados suponen un punto de apoyo más para la hipótesis de que es posible que los aglomerados sean una fuente de incomodidad, sobre todo para los animales jóvenes puesto que los pollos más pequeños son reacios a descansar en el papel. Además, los resultados apoyan también la hipótesis de que es posible que se haya producido una adaptación ya que una vez crecen, el rechazo por el material disminuye, sobre todo si está mezclado a partes iguales con la viruta.

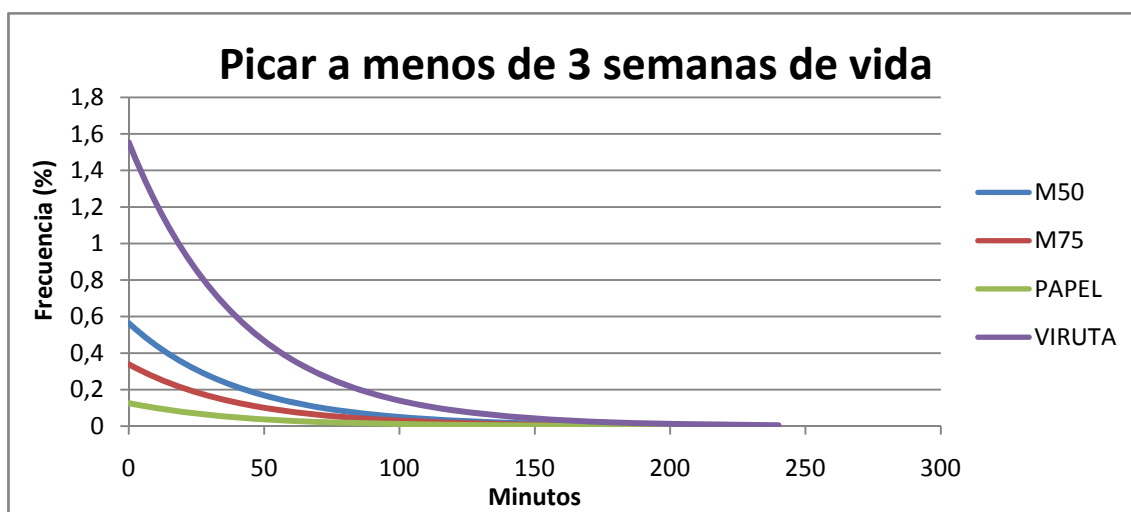
Es importante destacar que el hecho de que las frecuencias en la actividad de tumbado sean bajas en animales de más de tres semanas no contradice lo expuesto por Weeks *et al.* (2000), que afirmaba que la última semana de vida los broilers pasan aproximadamente el 70% del tiempo tumbados. Los resultados de Weeks *et al.* (2000) se refieren a animales con una edad comprendida entre los 42 y los 49 días mientras que esta prueba de elección únicamente se realizó hasta el día 40 del ciclo, momento en el que se decidió parar porque los animales se tumbaban en cuanto eran depositados en el corral de la prueba, independientemente del material en el que estuvieran. Si se hubiera continuado con la experiencia, los resultados habrían dado una información sesgada de las preferencias del animal y por eso se decidió

tomar únicamente los datos referidos a periodos en los que aún eran capaces de moverse por el corral.

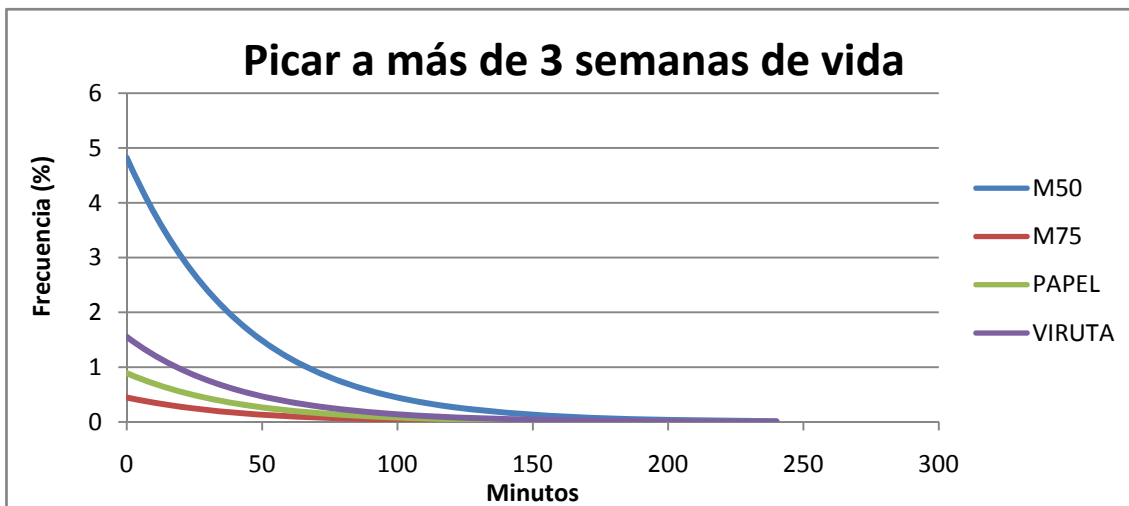
Además del descanso, el nivel de actividad en pollos de engorde es un parámetro importante a la hora de determinar la idoneidad de un material como cama. Por este motivo se han analizado también las frecuencias de actividades como picar, beber, comer, escarbar, permanecer de pie y realizar el baño.

El picoteo, el baño y el escarbado, son tres comportamientos que se consideran beneficiosos para el desarrollo del aparato locomotor de los broilers (Shields *et al.*, 2004). Sin embargo, si el picoteo se realiza con una frecuencia elevada, los animales aumentan la cantidad de cama ingerida, lo cual podría conducir a un deterioro de los rendimientos productivos y/o a problemas de salud del tracto digestivo.

La distribución de frecuencias correspondiente a la actividad de “picar” se presenta en las **Figuras 26 y 27**.



**Figura 26.** Distribución de frecuencias de los animales cuando están picando en cada uno de los materiales suministrados y para cada momento estudiado, a una edad inferior a las 3 semanas



**Figura 27.** Distribución de frecuencias de los animales cuando están picando en cada uno de los materiales suministrados, para cada momento estudiado, a una edad superior a las 3 semanas de vida

Tanto el material ( $p < 0,0001$ ), como el momento en que se realizó la observación ( $p = 0,001$ ) y la interacción entre el material y la edad ( $p < 0,0001$ ) muestran significación estadística. Los resultados indican que, de manera general, la frecuencia de picoteo es bastante baja, de modo que la ingestión de cama va a ser reducida y no debería suponer un problema a nivel sanitario o productivo. No obstante, las frecuencias entran dentro de los rangos obtenidos por otros autores para otros materiales y condiciones (Sanotra *et al.*, 2003; Shields *et al.*, 2004), que obtuvieron para la actividad de picado proporciones de entre el 0 y el 8%. Así, no parece que el material en estudio inhiba de manera determinante este tipo de actividad. Por otra parte, se observa que las frecuencias son más elevadas a primera hora, reduciéndose paulatinamente a medida que avanza el periodo de observación. Además, cuando los animales tienen menos de tres semanas, el material preferido para picar es la viruta, en detrimento de las mezclas y el papel. De nuevo, y al igual que ocurría en el caso del descanso, a medida que los animales crecen, cambian las preferencias y es la mezcla de 50% de viruta y 50% de papel la más elegida para picar.

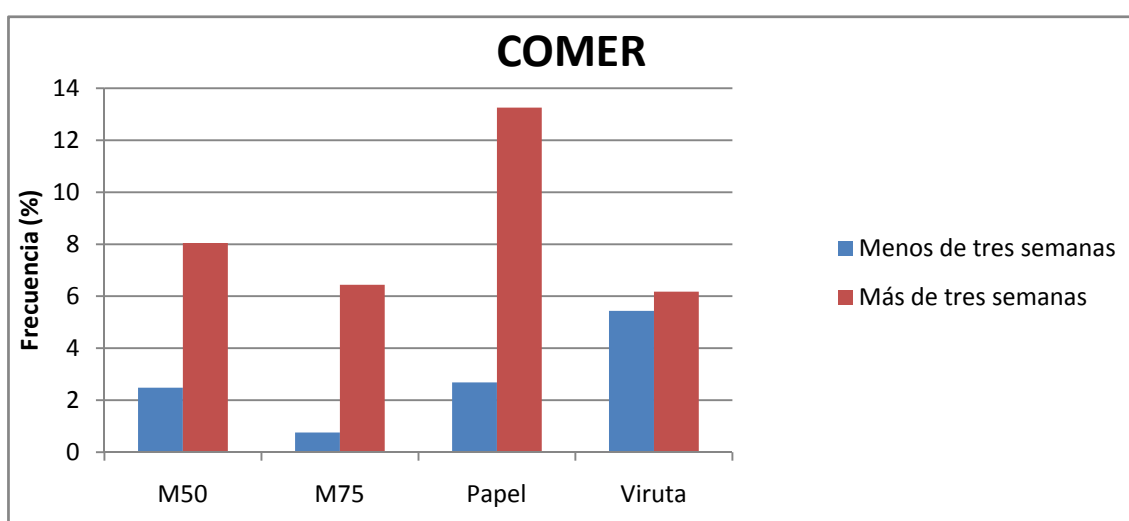
Al igual que ocurría con la actividad anterior, los resultados de la prueba de elección apoyan las hipótesis planteadas, puesto que los animales más pequeños son más reacios a picar en camas que contienen papel que los grandes. Si se tiene en cuenta que los pollos tienen tendencia a picar granos y pequeños insectos, no es de extrañar que ante la presencia de formaciones duras y de gran tamaño, esta actividad sea poco frecuente en el papel, que en este sentido es muy probable que resulte un material poco atractivo.

En el caso del escarbado, únicamente resulta significativo el efecto de la interacción entre material y edad ( $p < 0,0001$ ). Sin embargo, las frecuencias obtenidas son tan bajas (iguales

o inferiores a  $2,88022 \cdot 10^{-7}$ ) que se puede considerar que no hay escarbado durante las observaciones en ninguno de los materiales estudiados.

En el análisis del baño, los valores correspondientes a cada uno de los parámetros contemplados no mostraron diferencias significativas y, al igual que ocurría en el escarbado, las frecuencias son tan bajas que se puede asumir que no se efectúan baños en ninguno de los materiales suministrados.

En cuanto a la comida, en la **Figura 28** se muestra la distribución de frecuencias correspondiente. El análisis estadístico determinó que existen diferencias significativas asociadas al material ( $p < 0,0001$ ), la edad ( $p < 0,0001$ ) y la interacción entre ambos ( $p < 0,0001$ ).



**Figura 28.** Distribución de frecuencias de los animales cuando están comiendo en cada uno de los materiales suministrados

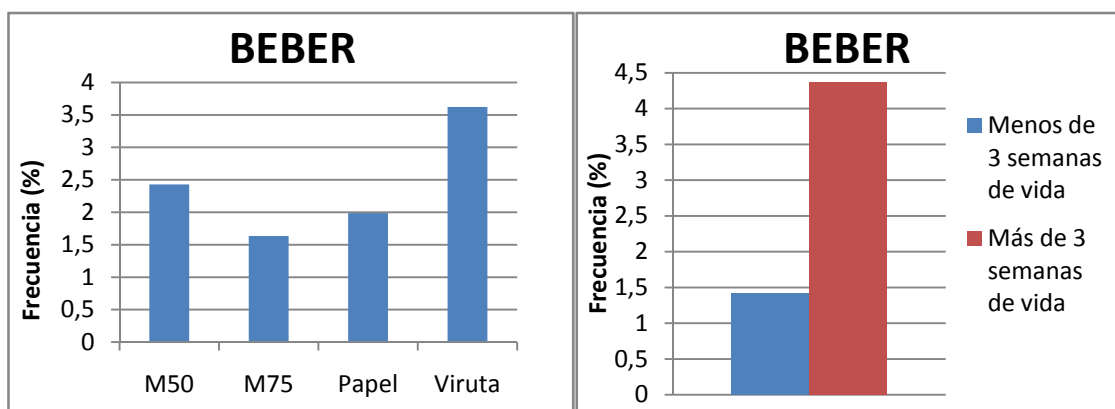
Obviamente, existe un efecto claro de la edad en cuanto a la frecuencia con que los animales acuden al comedero, de modo que los animales de más edad comen con mayor frecuencia que los más pequeños. En cuanto al efecto que pueda tener el material empleado como cama, de nuevo aparecen diferencias si se estudian animales de menos de tres semanas o si, por el contrario, nos centramos en animales mayores. Los pollitos jóvenes muestran una clara preferencia por la viruta, mientras que la mezcla de 50% viruta y 50% papel presenta frecuencias bastantes similares a las correspondientes al papel sin mezclar. A medida que los animales crecen, el papel se convierte en el material predilecto mientras que la viruta resulta el menos elegido para comer.

De nuevo, los resultados apoyan las hipótesis planteadas. En los estadios más tempranos del ciclo, los animales muestran una preferencia clara por la viruta, mientras que a



medida que aumentan el tamaño, la incomodidad que les podía generar el papel pasa a un segundo plano, posiblemente porque ya no es tan acusada como cuando los animales eran jóvenes, bien sea por un aumento en la superficie de apoyo o por una adaptación de las almohadillas al material.

Al analizar la actividad de bebida, resultan significativos los efectos del material ( $p < 0,0001$ ) y la edad ( $p < 0,001$ ). Las distribuciones de frecuencias para cada material y cada edad se muestran en las **Figuras 29 y 30**.



**Figura 30.** Distribución de frecuencias de los animales cuando están bebiendo en cada uno de los materiales suministrados

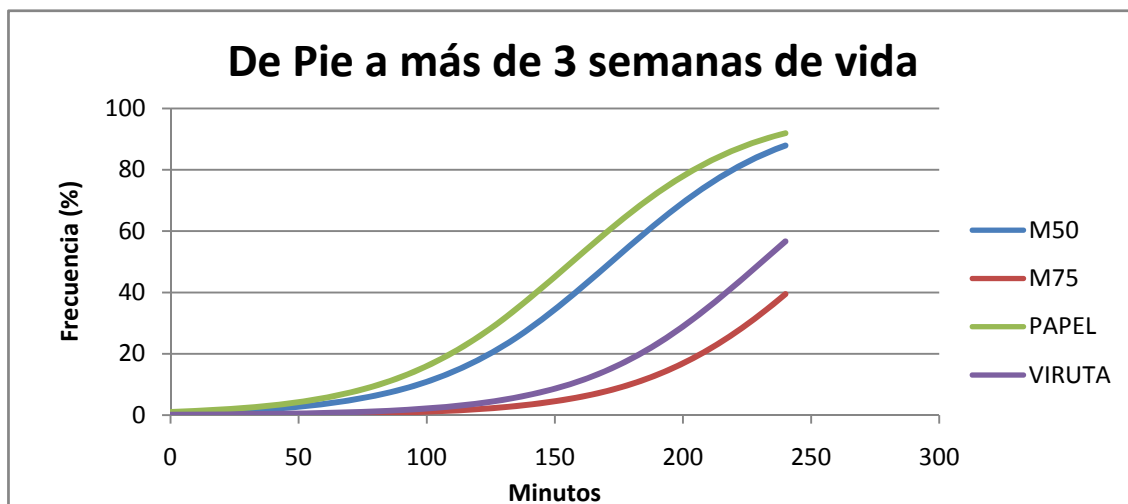
**Figura 29.** Distribución de frecuencias de los animales cuando están bebiendo en cada uno de los periodos de edad considerados

Existe un efecto claro de la edad en la actividad de beber, de modo que el aumento en las necesidades de los animales conduce a un aumento en las frecuencias de animales bebiendo igual que ocurría con la comida. Con respecto al efecto del material, el más elegido para beber es la viruta. Resulta llamativo que en este caso, no hay efecto de la interacción y ante la posibilidad de elegir, es siempre la viruta el material predilecto a la hora de acceder al bebedero.

Por último, se han analizado los resultados correspondientes a permanecer de pie sin realizar otra actividad obteniendo la distribución de frecuencias se muestra en la **Figura 31**.

En este caso, resulta significativo el efecto del momento de observación ( $p = 0,033$ ) y la interacción entre material y periodo ( $p < 0,0001$ ). El efecto del momento es claro, de modo que a primera hora de la mañana la frecuencia de animales de pie es muy baja, aumentando paulatinamente a medida que avanza el periodo de observación. Cuando los animales son jóvenes, las frecuencias obtenidas son tan bajas que se puede considerar que ninguno se halla de pie sin llevar a cabo ninguna actividad. Sin embargo transcurridas 3 semanas de vida, el

porcentaje de animales de pie (sólo de pie, sin realizar ninguna otra de las actividades estudiadas) es elevado, llegando a alcanzar frecuencias probables de hasta el 91% en el papel. En este caso, de nuevo a estas edades no parece que el papel constituyera una cama incómoda para los animales, siendo el material preferido para llevar a cabo esta actividad.



**Figura 31.** Distribución de frecuencias de los animales de más de 3 semanas de vida cuando están de pie en cada uno de los materiales suministrados

En vista de los resultados obtenidos en el global de pruebas realizadas, parece evidente que los lodos cambian su estructura a lo largo del ciclo y que estos cambios, con la formación de conglomerados que conllevan, implican que los animales se comporten de manera diferente frente al material en función de su edad, siendo al principio del ciclo cuando estas formaciones suponen un factor de incomodidad mayor. Verificar si se debe a una adaptación al material que se produce en las primeras semanas o sencillamente, a la mayor superficie de apoyo asociada al crecimiento será objetivo de futuros estudios.

## 5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos del experimento realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En lo relativo al comportamiento del material:
  - Los lodos de destintado presentan mayor densidad aparente que la viruta, lo cual puede dificultar su transporte y su distribución por las naves avícolas
  - La capacidad de retención de agua es menor en los lodos de destintado que en la viruta, pudiendo presentarse problemas de camas húmedas que habría que confirmar con estudios futuros
  - El contenido en humedad de los lodos de destintado no excede los niveles recomendados en ningún momento del ciclo productivo
- En lo relativo a las medidas sobre el animal:
  - No existen diferencias en cuanto al peso vivo medido a lo largo del ciclo al criar a los animales con viruta o con lodos de destintado como cama
  - Los animales criados con lodos de destintado como cama, presentan una mayor incidencia de lesiones en corvejón que los criados sobre cama de viruta
- En lo relativo a la preferencia por los distintos materiales suministrados:
  - La viruta es el material en el que los broilers pasan más tiempo, en general, si lo comparamos con papel, una mezcla de 50% de lodos y 50% de viruta y una mezcla de 75% de lodos y 25% de viruta.
  - Esta preferencia es muy clara en los animales de menos de tres semanas, que eligen la viruta para realizar las actividades de picar, comer y beber así como para permanecer tumbados. Los animales de más de tres semanas muestran preferencias menos claras, siendo menos reacios a utilizar el papel.
  - El picado se realiza más frecuentemente a primera hora de la mañana, descendiendo gradualmente hasta aproximarse a 0 transcurridas cuatro horas de la mañana
  - La actividad de permanecer de pie aumenta a medida que se avanza en el periodo de observación, teniendo éste una duración de 240 minutos.

- Las actividades asociadas al consumo de agua y alimentos son mucho más frecuentes en animales de más de tres semanas de vida que en animales de menos de tres semanas de vida

De manera general, los resultados obtenidos permiten concluir que no deberían presentarse problemas graves de bienestar al utilizar los lodos de destintado como material de cama para pollos de engorde. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto la dudosa comodidad del material estudiado para los animales, que podría conducir a problemas adicionales en condiciones comerciales. Por tanto, la presente tesis de máster se establece como base para futuros trabajos y pone de manifiesto la necesidad de realizar nuevos estudios con los lodos de destintado para aclarar las hipótesis presentadas en esta memoria y verificar la idoneidad del material como cama para pollos de engorde.

## BIBLIOGRAFÍA

Appleby M.C, Mench J.A. y Hughes B.O. *Poultry behavior and welfare*. CABI Publishing. Cambridge. (2004).

Appleby M.C., Hughes B.O. *Welfare of Laying Hens in Cages and Alternative Systems - Environmental, Physical and Behavioral-Aspects*. World Poultry Science Journal 47(2), 109-128, (1992).

Barnett J. L. *Evaluation of alternative egg laying production systems in Europe*. Travel Report del RIRDC. (1999).

Bilčík B., Keeling L.J. and Newberry R.C. *Effect of group size on tonic immobility in laying hens*. Behavioural Processes 43(1), 53-59. (1998).

*Broiler Care Practices*. California Poultry Workgroup. University of California. (1988).

Broom D. M. *Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment*. Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science , 22-28. (1996).

Broom D.M. y Johnson K.G. *Stress and animal welfare*. Kluwer Academic Publishers. Londres. (1993).

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

Butterworth A. y Weeks C. *Measuring and auditing broiler welfare*. CABI Publishing. Cambridge. (2004).

CCSBA. *The Welfare of Chickens Kept for Meat Production (Broilers)*. Informe del Comité Científico de Salud y Bienestar Animal de la Dirección General de Salud y Protección del Consumidor de la U.E. (2000).

Craig J.V. y Swanson J.C. *Review: welfare perspectives on hens kept for egg production*. Poultry Science 73: 921-938. (1994).

Currie R.J. *Ascites in poultry: recent investigations*. Avian Pathology 28, 313- 326. (1999).

Ekstrand C., Carpenter T.E., Andersson I. and Algiers B. *Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden*. British Poultry Science 39, 318-324. (1998).

Estévez I., Newberry R. C. y Keeling L. J. *Dynamics of aggression in the domestic fowl*. Applied Animal Behaviour Science 76(4), 307-325. (2002).

FAOSTAT. Estadísticas sobre producción animal. <http://faostat.fao.org>. Fecha de consulta: 23-Septiembre-2008.

FAWC. Farm Animal Welfare Council. <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm> Fecha de consulta: 23-Septiembre-2008.

Galarza J.L. *La década que viene con las jaulas enriquecidas*. Selecciones avícolas Febrero, 75-81. (2001).

García-Belenguer S. *Bienestar de los animales de producción en la granja*. En curso de "Bienestar Animal". UIMP. (2001).

García-Belenguer S. y Mormede P. *Nuevo concepto de estrés en ganadería: psicología y neurobiología de la adaptación*. Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal 8 (2), 87-107. (1993).

Gardiner E.E., Hunt J.R. and Newberry R.C. *Relationship between age, body weight and season of the year and the incidence of sudden death syndrome in male broiler chickens*. Poultry Science 67, 1243-1249. (1988).

Garner J.P., Falcone C., Wakenell P., Martin M. and Mench J.A. *Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers*. British Poultry Science 43, 355-363. (2002).

Grimes J.L., Carter T.A. and Godwin J.L. *Use of a litter material made from cotton waste, gypsum, and old newsprint for rearing broiler chickens*. Poultry Science 85, 563-568. (2006).

Harms R.H., Damron B.L. and Simpson C.F. *Effect of wet litter and supplemental biotin and/or whey on the production of foot pad dermatitis in broilers [Deficiency diseases]*. Poultry Science 56(1), 291-296. (1977).

Harrison R. *Farm animal welfare. The five freedoms. Proceedings of the Fourth European Conference on the Protection of Farm Animals*. European Conference Group on the Protection of Farm Animals. (1988)

Julian R.J. *Rapid growth problems: Ascites and skeletal deformities in broilers*. Poultry Science 77, 1773-1780. (1998).

Kestin S.C., Gordon S., Su G. and Sørensen P. *Relationships in broiler chickens between lameness, liveweight, growth rate and age*. The Veterinary Record 148(7), 195-197. (2001).

Kestin S.C., Kowles T.G., Tinch A.E. and Gregory N.G. *Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype*. The Veterinary Record 131, 190-194. (1992).

Manteca X. *El concepto de bienestar animal*. En curso de "Bienestar Animal". UIMP. (2001).

MAPA. Estadísticas sobre ganadería del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. <http://www.marm.es>. Fecha de consulta: 23-Septiembre-2008.

Martland M.F. *Ulcerative dermatitis in broiler chickens: The effects of wet litter*. Avian Pathology 14(3), 353-364. (1985).

Mench J.A. Assessing animal welfare at the farm and group level: a United States perspective. Animal Welfare 12 (4), 493-503. (2003).

Moberg G.P. y Mench J.A. *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI Publishing, New York. (2000).

Møller A.P., Sanotra G.S. and Vestergaard K.S. *Developmental instability and light regimen in chickens (Gallus gallus)*. Applied Animal Behaviour Science 62, 57-71. (1999).

Newberry R.C. *Exploratory behaviour of young domestic fowl*. Applied Animal Behaviour Science 63,311-321. (1999)

Rose S.P. *Principios de ciencia avícola*. Editorial Acribia, SA. Zaragoza. (1997).

Sanotra G.S., Ber C. and Lund J.D. *A comparison between leg problems in danish and swedish broiler production*. Animal Welfare 12, 677-683. (2003).

SAS 1998. *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Institute INC. New York. (1998).

Shields S.J., Garner J.P. and Mench J.A. *Dusbathing by broiler chickens: a comparison of preference for four different substrates*. Applied Animal Behaviour Science 87, 69-82. (2004).

Stevenson P. *Good Agricultural practices: the welfare of farm animals*. Compassion in World Farming Trust. Reino Unido. (2002).

Stevenson P. *Factory farming and the myth of cheap food. The economic implications of intensive animal husbandry systems*. Compassion in World Farming Trust. Reino Unido. (1997).

Torres A. *El bienestar en el contexto de la ganadería europea actual*. En curso de "Bienestar Animal". UIMP. (2001).

Tuytens F., Heyndrickx M., De Boeck M., Moreels A., Van Nuffel A., Van Poucke E., Van Coillie E., Van Dongen S. and Lens L. *Broiler chicken health, welfare and fluctuating asymmetry in organic versus conventional production systems*. *Livestock Science* 113 (2-3), 123-132. (2008).

Vandenheede M. *Bien-être animal: les apports de l'éthologie*. *Annales de Médecine Vétérinaire* 147 (1), 17 - 22. (2003).

VETERINARIA ORGANIZACIÓN. <http://www.veterinaria.org/>. Fecha de consulta: 1- Octubre-2008.

Weeks C. A., Knowles T. G., Gordon R. G., Kerr A. E., Peyton S. T. y Tilbrook N. T. *New method for objectively assessing lameness in broiler chickens*. *Veterinary Record* 151(25), 762-764. (2002).

Weeks C.A., Danbury T.D., Davies H.C., Hunt P. and Kestin S.C. *The behavior of broiler chickens and its modification by lameness*. *Applied Animal Behaviour Science* 67, 111-125. (2000).