



II Simposio Científico de
avicultura
MÁLAGA del 28 al 30
de octubre de 2015



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA
DE CIENCIA AVÍCOLA
Sección Española de WPSA
www.wpsa-aeca.es



Miércoles, 28 de octubre, 18.00 h

Análisis multifactorial del picaje en avicultura *(Sistemas Alternativos Ponedoras)*

I. ESTEVEZ

Ikerbasque Research Professor, Neiker-Tecnalia, Vitoria-Gasteiz
email: iesteve@neiker.eus

Los cambios en los sistemas de alojamiento requeridos por la Directiva Europea (1999/74/EC) para el bienestar de gallinas de puesta han tenido un gran impacto económico para la industria, además de suponer un gran desafío respecto al manejo de las aves. Tanto en jaulas enriquecidas, como en aviarios con, o sin salida a parques, las gallinas tienen mayor libertad comportamental, libertad que también implica un mayor riesgo de desarrollar (y mayores dificultades para controlar) problemas de comportamiento como picaje y canibalismo que, contrariamente, redundan negativamente en su bienestar, salud y productividad. Además, es previsible que dichas complicaciones puedan incrementarse ante una eventual legislación Europea que prohíba el corte de picos en los Estados Miembros, tal y como se especula podría suceder en un futuro no muy lejano. Cabe distinguir dos formas de picaje, suave (gentle) y severo que tienen motivaciones y consecuencias diferentes. Mientras que el suave se ha interpretado como una forma de exploración social sin mayores consecuencias a nivel de salud o bienestar animal, el picaje severo es un comportamiento disruptivo, no relacionado con la agresividad, que se especula obedece a una redireccionalidad del comportamiento de forrajeo, aunque aún se desconocen los mecanismos que los desencadenan. El picaje consiste en picar y tirar repetidamente de las plumas, ocasionando daños más o menos severos en plumas y tejidos, que en casos extremos deriva en un problema de canibalismo ocasionando una elevada mortandad. Por tanto, el control del picaje es esencial para garantizar un manejo óptimo tanto en términos de bienestar como para maximizar la eficiencia productiva. La aparición de picaje se ha relacionado generalmente con la ausencia de material de forrajeo (yacija, paja u otros materiales) incrementando el riesgo de redirigir el comportamiento de forrajeo hacia las plumas de otros individuos. No obstante, su presencia tampoco elimina totalmente el riesgo de picaje. Otros factores; nutricionales, stress térmico, tamaño del lote, apariencia fenotípica e incluso la densidad, acceso a perchas y el tipo de calefacción durante la recría, entre otros, se han asociado a la aparición de problemas de picaje. Más recientemente se han identificado factores genéticos asociados con la regulación de la dopamina y serotonina, que explicarían las diferencias entre líneas genéticas. A pesar de los numerosos trabajos que han abarcado esta problemática aún se carece de medios prácticos y efectivos que puedan garantizar su control en aves con picos intactos, incluso el corte de picos tampoco elimina su riesgo completamente. La adopción de estrategias globales de manejo que minimicen el stress, la estimulación del comportamiento de forrajeo, o facilitar la erosión natural del pico pueden, de momento, ayudar a reducir el riesgo de picaje.

Introducción

Los cambios en los sistemas de alojamiento requeridos por la Directiva Europea (1999/74/EC) para el bienestar de gallinas de puesta han tenido un gran impacto económico para la industria, además de suponer un gran desafío respecto al manejo de las aves. Tanto en jaulas enriquecidas, como en aviarios con, o sin salida a parques, las gallinas tienen mayor libertad comportamental, libertad que también implica un mayor riesgo de desarrollar (y mayores dificultades para controlar) problemas de comportamiento como picaje y canibalismo que, contrariamente, redundan negativamente en su bienestar, salud y productividad. Este problema en la mayoría de los países se minimiza mediante el corte de picos (en muchos casos mediante infrarrojos en incubadora). No obstante, esta medida, no garantiza la eliminación total del riesgo de picaje y, además, es previsible que dichas complicaciones puedan incrementarse ante una eventual legislación Europea que prohíba el corte de picos en los Estados Miembros, tal y como se especula podría suceder en un futuro no muy lejano. Suiza y Suecia implementaron esta medida hace años, Dinamarca lo prohibió el año pasado, en Inglaterra los organismos de certificación de ecológico lo desaconsejan, y países como Alemania y Holanda lo prohibirán en breve. Por tanto, es fundamental entender los factores de riesgo así como las estrategias disponibles para minimizar el riesgo de aparición de picaje y sus consecuencias.

El picaje se puede considerar como uno de los principales problemas de comportamiento en gallinas de puesta que afecta tanto a la salud y bienestar como a la eficiencia productiva. Relativo al bienestar animal, el picaje se considera un serio problema, ya que puede resultar en la aparición de áreas desplumadas, hemorragias y heridas, llegando a producir la muerte del individuo en los casos más severos (Gentle and Hunter, 1990). Pero el coste económico de este problema tampoco puede ser ignorado ya que puede originar dificultades en la termorregulación, una mayor demanda energética y una reducción en la puesta (Peguri and Coon, 1993). A estas pérdidas de productividad hay que añadir costes debidos a la mortalidad por canibalismo a la que están más expuestas las aves picadas y que pueden ser muy elevadas en lotes con picos intactos (Green et al., 2000, Lambton et al., 2010). Así por ejemplo, Ellen et al., (2008) obtuvieron tasas de mortalidad de 25.4 - 47.1% mayormente debidas a canibalismo en lotes de White leghorns en jaulas con picos intactos. De ocurrir algo similar ante una eventual prohibición del corte de picos, el coste económico sería devastador para el sector. No obstante, la práctica habitual de corte de picos no elimina totalmente el riesgo de problemas, y aunque normalmente son menos severos, en ocasiones pueden también ocasionar grandes pérdidas (30.6% mortalidad en ponedoras con picos cortados; Craig and Muir, 1989).

Picaje; tipos y consecuencias

Los problemas de picaje son relativamente habituales en muchas especies de aves de producción, como gallinas, pavos, codornices, faisanes o patos, tanto en producciones intensivas como extensivas, pero la mayoría de estudios relativos a esta problemática comportamental se han focalizado en gallinas de puesta dada la relevancia económica del sector.

El picaje se define como el comportamiento de picar o tirar de las plumas de otro individuo, que dependiendo de su intensidad, moderado o severo (Newberry et al., 2007), ocasiona un deterioro más o menos importante de las plumas y de la piel (Green et al., 2000). El picaje moderado, que puede observarse prácticamente desde el nacimiento, consiste en picotear las puntas de las plumas de otros individuos, no produce daños, y es generalmente ignorado por el receptor de dicho comportamiento. Por el contrario, el picaje severo causa daños al receptor; aparición de zonas desplumadas, y daños en la piel que pueden derivar en heridas, hemorragias, daños severos en tejidos que pueden terminar en la muerte del individuo, o en la necesidad de ser sacrificado. En el picaje severo la víctima normalmente

reacciona, bien alejándose o enfrentándose al actor, aunque en ocasiones la víctima se rinde y permanece inmóvil (Rodenburg et al., 2013). El picaje de la cloaca (vent pecking) se considera una variante del picaje severo. Este tipo de picaje puede terminar rápidamente con la muerte de la víctima debido a la extracción de sus órganos internos. Aunque el autopicaje es común en algunas especies de aves, en gallinas sólo ocurre de manera ocasional por lo que normalmente al hablar de picaje nos referimos al picaje infringido sobre otros miembros del grupo.

Durante años, el picaje se ha descrito en la literatura científica como un tipo de comportamiento estereotípico (Kjaer and Vestergaard, 1999), que define aquellas pautas motoras que se realizan de manera repetitiva y sin una función obvia. Sin embargo, Kjaer et al, (2015) recientemente han proporcionado evidencias que indican que la secuencia comportamental, no se correspondería con un comportamiento estereotípico, al menos no para todos los tipos de picaje. Esta nueva perspectiva puede ser muy relevante para determinar los mecanismos que desencadenan el picaje en sus diferentes formas de expresión, ayudando así a definir estrategias efectivas para el su control.

En general no se suelen observar problemas serios de picaje durante la recría ya que el picaje es mayormente moderado. Sin embargo, la aparición de problemas en esta fase pueden ser indicativo de riesgo de problemas substanciales durante la fase de puesta (Lambton et al., 2010; Drake et al., 2012). Mientras que el picaje moderado se mantiene, e incluso puede disminuir durante la puesta, la aparición de picaje severo tiende a aumentar aunque sus consecuencias varían enormemente entre lotes (Nicol et al., 2013). El picaje de cloaca se observa especialmente al comienzo de la puesta, incluso en aves bien emplumadas (Newberry, 2004; Rodenburg et al., 2013), aunque otros estudios encontraron mayor incidencia en fases posteriores (Lambton et al., 2015).

Hipótesis sobre el origen del picaje

Aunque es bastante habitual relacionar el picaje y el canibalismo con problemas de agresión, en la aparición de estos comportamientos no subyace una motivación agresiva (Rodenburg et al., 2013). El picaje agresivo, siempre dirigido hacia la cabeza (Estevez et al., 2002), no se clasifica dentro de los comportamientos de picaje ni suele ocasionar daños en las plumas. La hipótesis más extendida sobre el origen del picaje indica que es un comportamiento de forrajeo (búsqueda y selección de alimento ejecutado en el suelo) redirigido ante la ausencia de otro material de forrajeo más adecuado (Blokhuys, 1986). Esta hipótesis está apoyada por el hecho de que el aporte de un buen substrato de forrajeo durante la recría reduce el riesgo de picaje (Blokhuys and van der Haar, 1989, 1992; Huber-Eicher and Wechsler, 1997) y por la relación inversa entre la aparición de problemas de picaje y la frecuencia de comportamiento de forrajeo (Huber-Eicher and Wechsler, 1997, 1998). Sin embargo, aunque tanto los resultados de investigación como la experiencia práctica indican que la disponibilidad de un buen substrato de forrajeo reduce el riesgo de picaje, su presencia garantiza la ausencia de este tipo de comportamientos.

Una hipótesis alternativa a la de Blokhuys, (1986) sugiere que el picaje se origina como un comportamiento redirigido del baño de arena (Vestergaard and Lisborg, 1993). Sin embargo, el acceso temprano a un buen material para realizar el baño de arena no parece ofrecer ventajas en el control del picaje, por lo que, por el momento, no hay suficientes evidencias científicas que avalen esta hipótesis. Más recientemente otros autores han planteado nuevas hipótesis, que no tienen nada en común con las que se han barajado durante años. Así, Riedstra y Groothuis (2002) sugieren que el picaje moderado podría tener su origen en un redireccionamiento del comportamiento de 'aseo social' y tendría una función de reconocimiento social, mientras que Krjaer (2009) y Kjaer et al., (2015) plantean que el picaje severo se origina como respuesta a cambios neurológicos que originan hiperactividad.

Cabría esperar que una alta incidencia de picaje moderado durante etapas tempranas del desarrollo pudiese ser un comportamiento precursor, o predictivo de la aparición de picaje severo en etapas posteriores. Contrariamente, la mayoría de estudios realizados indican que no hay relación (Rodenburg et al., 2004; Lambton et al., 2007; Newberry et al., 2007), que se correlacionan negativamente (Lambton et al., 2010), e incluso se ha demostrado que el picaje moderado y severo tienen patrones de expresión genética diferentes (Hughes and Buitenhuis, 2010). Así pues, aunque por el momento ambos tipos de picaje se tienden a incluir dentro del término general de picaje, la información disponible en la actualidad sugiere que tienen distinto origen, además de tener un impacto sobre la salud, bienestar y productividad muy diferentes. A este respecto, la hipótesis de Riedstra y Groothuis (2002) que interpreta el picaje moderado como una posible forma de exploración social dirigida particularmente a individuos no familiares durante etapas tempranas del desarrollo, parece la más plausible.

Factores de riesgo

Debido al elevado coste en términos de pérdida de productividad y de bienestar animal, el comportamiento de picaje ha sido ampliamente estudiado en la avicultura de puesta. Así, se ha podido demostrar la influencia de un gran número de factores del entorno físico tales como la luz, temperatura, el acceso a yacijas, nivel de ruido, el tipo de comedero, su altura o la dieta (Hughes and Duncan 1972, Huber-Eicher and Sebo, 2001; Drake et al., 2010). Por ejemplo, Kjaer y Vestergaard, (1999) observaron el doble de incidencia de picaje severo a intensidades de 30 lux en comparación a 3 lux. Ellen et al (2008) detectaron diferencias cercanas a un 7% de mortalidad entre niveles de jaulas superiores respecto a las inferiores atribuidas a las diferencias en intensidad lumínica, mientras que De Haas (2014) observó mayor daño en el plumaje en gallinas ISA Brown tras la interrupción de acceso a la yacijas. Por su parte Drake et al. (2010), cuantificaron el riesgo implícito en la deterioración de la calidad ambiental (concentración de CO₂, NH₃) en lotes comerciales y su impacto en el deterioro del plumaje. Además del entorno físico, el entorno social también pueden dar lugar a un incremento de picaje, en especial variaciones en el tamaño de grupo o la densidad, pueden afectar a la incidencia del picaje bien directamente (Hansen and Braastad, 1994, Nicol et al., 2000), o indirectamente, alterando el balance hormonal que puede dar lugar a comportamientos no deseados (Rodenburg et al., 2013). No obstante en granjas comerciales no se han encontrado grandes efectos del tamaño de lote (ver incidencia en lotes comerciales).

Otros estudios han evidenciado una clara relación con factores nutricionales tales deficiencias de proteína, minerales, energía y fibra (Van Krimpen et al. 2005) y se ha demostrado que deficiencias en proteína cruda (< 125 g/kg), lisina (< 8.2 g/kg), o en metionina más cistina (< 5.1 g/kg), también incrementa el riesgo de picaje severo (ver revisión en Rodenburg et al., 2013). Es necesario indicar que si bien una dieta standard formulada para una máxima productividad cumpliría los requisitos mínimos para asegurar la ausencia de picaje, no es el caso de la lisina, recomendada a un nivel de 6.9 g/kg, mientras que para una buena condición del plumaje serían necesarios niveles de un mínimo de 8.2 g/kg. Así mismo, se recomienda un mínimo de 0.5 g/kg de magnesio, 40ppm de zinc y 1.5 g/kg de sodio para minimizar el riesgo de picaje (ver Rodenburg et al., 2013).

A pesar de identificarse muchos de los factores del entorno físico y social que afectan al riesgo de picaje, por el momento se desconoce el mecanismo que los desencadena. Green et al (2000), sugieren que puede deberse a el modo en que estos factores pueden alterar la percepción de la calidad o disponibilidad del sustrato de forrajeo. Las preferencias por el sustrato en el que picotear se establecen a edades muy tempranas (Sanotra et al., 1995), y por tanto la redireccionalidad del picaje hacia las plumas de otros individuos puede ocurrir ante la ausencia o inaccesibilidad de un sustrato de forrajeo más adecuado. En los últimos años se ha enfatizado más en estudios de carácter genético y

regulación hormonal y su papel en la aparición del picaje severo. Así por ejemplo, se ha encontrado relación entre el nivel de actividad y la tendencia al picaje en varias líneas genéticas (Rodenburg et al., 2004; De Haas et al., 2010). También se ha señalado que estas diferencias comportamentales que derivan en un mayor riesgo de aparición de picaje severo pueden deberse a diferencias en la regulación de la dopamina (De Haas, 2014).

No obstante, y a pesar de los avances científicos conseguidos en los últimos 25 años que han descifrado los factores de riesgo más importantes que predisponen al picaje, prevenir o incluso predecir eficientemente el riesgo de picaje en una población sigue siendo un gran reto. Esto se debe a que es un problema de origen multifactorial que emerge de las interacciones del individuo con su medio físico y social.

Incidencia en lotes comerciales

La mayor parte de los estudios científicos referentes al picaje se han basado en situaciones experimentales diseñadas para determinar los factores que contribuyen a su aparición y cuantificar su impacto, o bien desarrollar estrategias para mitigarlos. Si bien estos estudios son imprescindibles para avanzar en estrategias de control del picaje, los resultados obtenidos pueden tener poco que ver con la incidencia del picaje en sistemas comerciales. Dada la creciente utilización de sistemas de producción 'alternativos', que conllevan un mayor riesgo implícito de problemas de picaje y canibalismo, en los últimos años se han llevado a cabo varios estudios, mayormente en sistemas tipo aviarios, con o sin salida al exterior. Estos estudios nos pueden dar cierta idea de la incidencia del picaje en campo, de los factores de riesgo y los métodos de actuación más habituales y efectivos prevenirlo o minimizar su impacto. En general, la incidencia de picaje fue de al menos el 40% en las poblaciones estudiadas, aunque el porcentaje de aves afectadas y la severidad de daños varía mucho entre estudios (Nicol et al., 2013). Además, estos estudios divergen en la metodología utilizada (observación directa del comportamiento de picaje, observación de efectos en calidad del plumaje, que a su vez puede evaluarse siguiendo diferentes metodologías, encuestas a granjeros) y por tanto resulta difícil establecer una comparativa directa entre estudios.

Uno de los estudios más amplios sobre el problema del picaje se realizó en Reino Unido por el equipo de C. Nicol en la Universidad de Bristol, basado en encuestas enviadas a más de 600 productores. En este estudio (Green et al., 2000; Potzsch et al., 2001) se contó con respuestas referentes a picaje de 198 lotes (26 aviarios y 172 con salida al exterior), con tamaños de lote entre 800 y 23000 gallinas. Las líneas genéticas incluían Isa (61%), Lohman (12%), Hisex (6%), Shaver (3%), Columbian black tail (2%) y Ross (1%). El 46.6% de los productores respondieron que era habitual encontrar problemas de picaje en sus lotes, mientras que el 56.6% indicaron haber tenido problemas en el último lote. En el caso específico del picaje de cloaca, 27.1% indicaron que era habitual, mientras que 36.9% lo observaron en el último ciclo productivo. Los primeros problemas de picaje se observaron entre las semanas 30-44, mientras que las primeras bajas se detectaron entre la 35 y 57.5 (media 45.3 semanas), aunque las mortalidades debido a picaje nunca superaron el 1%, la atribuida a picaje en cloaca se situó en el 1.3%. En la Tabla 1 se resume los resultados del estudio respecto al porcentaje de daños observados, así como las medidas preventivas y de control utilizadas. Cabe destacar que el 37.5% de los granjeros tomaba algún tipo de medida preventiva mientras que el 61.5% tomaron medidas de control una vez se detectó picaje.

Tabla 1. Resultados de Green et al. (2000) respecto al porcentaje de daños observados por picaje, el tipo de medida o medidas preventivas utilizadas (37.5 % de los granjeros), así como de control del picaje (61.5 % de los granjeros).

Daños Observados	Incidencia (%)	Medidas preventivas	%	Control	%
Dorso	68	Reducción intensidad luz	19	Reducción intensidad luz	51
Cuello	57	Luz roja	3	Luz roja	9
Cola	55	Spray agua	4	Spray agua	5
Cloaca	27	Corte de picos	8	Corte de picos	1
Cabeza	23	Reducción densidad	3	Sal	2
Alas	10	Enriquecimiento yacija	5	Vitaminas	4
Pechuga	4			Aislar agresivas	4

Los factores de manejo asociados con un mayor riesgo de aparición de picaje en este estudio (Green et al., 2000) fueron: Un máximo de dos lotes en la granja, comienzo de puesta antes de las 20 semanas, no tener acceso a perchas, yacija compacta al término del ciclo productivo, acceso a un área elevada, presencia de pastor eléctrico, inspección realizada siempre por la misma persona, nidales comunales, luz en los nidales, comederos de cadena, comederos no disponibles en todos los niveles, cambio de dieta durante la puesta, uso de vitaminas y de conchas de ostra y bebederos en campana. Adicionalmente, entre los factores ambientales cabe destacar la utilización de ventilación no natural, uso de ventiladores en techo, temperaturas por debajo de los 20°C. Respecto a los parques, un bajo uso del parque (menos del 50% del lote en el parque en un buen día), la existencia de más de 5 puertas de salida y la ausencia de limitaciones físicas del parque se identificaron como factores de riesgo. Así mismo, se identificó un mayor riesgo en lotes afectados por peritonitis e infecciones bronquíticas. Factores de riesgo específicos para el picaje de cloaca (Potzsch et al., 2001) fueron: luz en nidales, tres o más cambios de dieta, bebederos en campana, comienzo de la puesta antes de las 20 semanas.

Un segundo estudio de este mismo equipo se basó en observaciones en granja (20-30 y 35-45 semanas) y encuestas a productores responsables de 119 lotes (55.5% orgánicos, 42% con acceso al exterior y 2.5% en aviario), de los cuales un 53.8% recibieron corte de picos durante la primera semana y un 12.6% durante la puesta debido a serios problemas de picaje (Lambton et al, 2010, 2015). Los productores indicaron problemas de picaje en un 65% de los lotes (especialmente cuando se detectaban daños en plumaje), mientras que la frecuencia observada fue de 89.2 y 73% de lotes con incidencias de picaje moderado (tasa media 0.65 incidencias/ave/hora) en las semanas 25 y 40, respectivamente y de 68.5 y 85.6 % (tasa 1.22 incidencias/ave/hora) de picaje severo. En ambos casos la frecuencia de picaje fue menor en aquellos lotes en el que las aves ejercían un mayor uso del parque. Como factores de riesgo en la aparición de picaje moderado se identificaron; suelo o yacija de hierba y no acceso a perchas, mientras que los factores de picaje severo incluían; aves con picaje a la llegada a la granja de producción, compañía distribuidora de pienso, pienso en pellets y pienso distribuido en suelo. Respecto al corte de picos, mientras que la frecuencia de picaje severo fue menor en lotes con picos cortado que en intactos, se observó un efecto inverso en la frecuencia de picaje moderado.

Por otra parte, Lambton et al., (2015) indicaron problemas de picaje de cloaca en 39.9 % de lotes (en 19.5 % a las 25 semanas y 29.9% a las 40), y 22.6 % de canibalismo claramente ligado a picos intactos (48 de los 50 lotes en los que se observó canibalismo). Sin embargo, no se observó una relación clara entre corte de pico o no y la frecuencia del picaje de cloaca. Como factores de riesgo en la aparición del picaje de cloaca se identificaron (entre otros y dependiendo del modelo estadístico utilizado), edad, la longitud y altura de perchas, no utilización de comedero en cadena, o comederos en

cadena con menos de 8 recorridos por día, no dispersión de comida en el suelo e incidencia de picaje severo. La probabilidad de observar picaje de cloaca resultó 5.25 veces más elevado en lotes alimentados con pienso en pellets. Respecto a factores de riesgo en la aparición de canibalismo, la incidencia de picaje severo, número de inspecciones por día, edad a la que se comienza el incremento de horas de luz y número de salidas (relación inversa) fueron los más relevantes. No se observaron diferencias entre sistemas con salida, orgánicos o aviaros.

Un tercer estudio realizado también en Reino Unido (Drake et al., 2010) se basó en el seguimiento de 12 granjas de recría que posteriormente se trasladaron a 19 granjas con un total de 44 naves de producción (2 aviaros, 42 con acceso exterior; 19 orgánicas con acceso exterior). En 18 de las 19 granjas realizaron cortes de pico y las estirpes incluían Hyline, Lohman Brown y Tradicional, Shaver, Bovans, Columbian y mixtos de Hyline y Goldline. La toma de datos se realizó desde la semana 17 (naves de recría) hasta la 60, evaluándose 100 aves en el interior y 100 en el exterior para determinar daños en el plumaje (escala 0 a 4). Se consideró una puntuación media de 3.8 como el límite para definir daños importantes en el plumaje, respecto a daños moderados. Teniendo en cuenta esta puntuación, los resultados del estudio apuntan que al término de producción el 59 % de los lotes tuvieron daños severos en el plumaje (puntuaciones ≥ 3.8). Entre los factores asociados con el deterioro del plumaje se apuntaron efectos significativos de la utilización de comederos en cadena (contrario a los resultados de Lambton, 2015 para picaje de cloaca), comederos bajos, niveles de CO₂, niveles de NH₃, intensidad lumínica (especialmente altos durante la recría) y nivel de ruido. Se detectaron antes problemas de picaje en ponedoras que durante la recría habían tenido acceso a comederos en cadena, bebederos en campana, iluminación fluorescente o natural (en comparación a bombillas de tungsteno) y en aves nacidas entre los meses de abril a junio. Contrariamente a lo esperado, los índices de mortalidad no parecieron corresponderse con el deterioro en el plumaje observado. En este estudio, en contraste con los resultados de los dos estudios anteriores, no se detectó un efecto de la disponibilidad o no de perchas. Especialmente relevante fue el resultado que apunta que incluso el más leve incremento de daño en plumaje detectado entre las semanas 17-20, y el incremento de consumo de pienso se asocia con la aparición de problemas serios de picaje más adelante.

A diferencia de los factores ambientales encontrados en los estudios anteriores, Gunnarsson et al. (1999) no observaron efectos del entorno físico en un estudio sobre 59 lotes de gallinas de puesta en Suecia, a pesar de detectarse de picaje en 62% de las poblaciones (rango de variación de 0 al 94% de aves afectadas). Entre los factores estudiados en este trabajo se incluyeron acceso temprano a yacija y perchas, tamaño del lote, densidad, estirpe y edad a llegada. Huber Eicher and Sebo (2001) por su parte, realizaron un estudio sobre 25 lotes comerciales (tamaño medio 2532 aves) entre las semanas 5-50. La incidencia de picaje fue del 40% en la semana 5 (más de 30 interacciones/ 30 individuos/ 30 minutos de observación) alcanzándose el máximo del 77.3% en la semana 14. Sin embargo, no se detectó que la alta incidencia de picaje tuviese relación con la tasa de mortalidad, resultados que en este sentido son similares a los obtenidos por Drake et al. (2010). No obstante, si se observó una reducción en el nivel de puesta en la semana 32 coincidiendo con niveles de picaje elevados. Un aspecto a destacar en este estudio es que si bien entre las semanas 14-50 no se observó un incremento en la frecuencia de picaje, si se detectó un claro deterioro del plumaje que los autores explican como un posible incremento en la severidad del picaje con la edad.

En uno de los últimos trabajos realizados por De Haas (2014), se destacan como factores de riesgo; la frecuencia de picaje severo a las 5 semanas, aves más miedosas durante la recría, sistema de producción en un nivel, en comparación con aviaros multinivel, y si el granjero aplicaba prácticas de prevención o no (radio, disponibilidad de bloques para picar, presencia de machos). Este trabajo se basó en el seguimiento de 35 lotes en 19 granjas holandesas (13 lotes ISA Brown y 22 Dekalb White, picos tratados con infrarrojos) entre las semanas 1-40. A lo largo del estudio se realizaron

observaciones de comportamiento (miedo y picaje severo) de la semana 1 a la 10, y de daños en plumaje entre las semanas 5 y 40 (50 aves/ lote, escala de 0-2), definiendo como lotes con daño severo aquellos en los que al menos un 10% de los individuos evaluados obtuvieron una puntuación de 2. En este estudio se detectó una incidencia de picaje severo en 49% de los lotes durante la fase de puesta y un 60% durante la recría. Sin embargo, los daños en el plumaje fueron más elevados en la semana 40 (media 0.86) resultados que apoyarían la hipótesis del incremento de la severidad del picaje con la edad.

Respecto a la incidencia de problemas de picaje en sistemas comerciales en jaulas los estudios recientes son escasos. Tablante et al., (2000) analizaron las causas de mortalidad en sistemas de jaulas estándar, encontrando una tasa de mortalidad total de 5.93%, correspondiendo un 1.2 % a bajas por canibalismo. Las mortalidades por canibalismo se observadas principalmente entre las semanas 40-54, se correspondían con una distribución tipo cluster (no aleatoria) especialmente en las jaulas localizadas en la parte superior de la nave.

Posibles estrategias para el control del picaje

La gran diversidad de factores de riesgo identificados en estudios realizados en granjas comerciales claramente apunta a que los problemas de picaje surgen de la interacción de múltiples factores que pueden ocurrir tanto durante la fase de recría, como durante el periodo de puesta. Los dos factores que con más consistencia parecen tener un impacto en la incidencia del picaje son la intensidad de luz y la forma de distribución del pienso. Por el contrario, aspectos relacionados con el comportamiento social, y particularmente los efectos de la densidad y del tamaño de grupo no se destacan de manera particular. Por lo demás, parece haber un gran abanico de factores ambientales detectados en diferentes estudios que pueden desencadenar picaje, quizás mediados por un incremento en los niveles de estrés, aunque por el momento el mecanismo desencadenante sigue siendo una incógnita. Si bien el redireccionamiento del comportamiento hacia las plumas es la hipótesis más generalizada, y asumiendo que hay un componente genético que afecta su frecuencia, es difícil de explicar porque factores que en principio no deberían afectar al comportamiento de forrajeo se identifican como factores de riesgo de picaje en muchos estudios. Un aspecto positivo a destacar entre los resultados de los estudios más recientes es que es importante distinguir entre el picaje moderado y el severo ya que ambos parecen tener funcionalidades diferentes, y sin duda, su impacto en el bienestar, salud y productividad en gallinas de puesta es muy diferente. Además, varios estudios también sugieren que el picaje moderado durante el desarrollo no determina la aparición de problemas ocasionados por picaje severo más adelante, por lo que se deberían de considerar independientemente.

A pesar de estos avances y del (muy) considerable volumen de estudios científicos al respecto, aún se carece de herramientas que nos permitan controlar eficazmente el problema del picaje, especialmente en aves con pico intacto. Por el momento, el corte de picos es la estrategia más generalizada para limitar daños ya que se presupone que las aves realizan menos picaje (Giliani, 2012; Lambton et al., 2010), y/o limita el daño ocasionado. Pero aun así, el daño por picaje puede ser extensivo en sistemas que permiten gran libertad de movimientos a las aves, por lo que es recomendable adoptar prácticas de manejo que limiten el riesgo. Estas prácticas, además, nos permitirían familiarizarnos con estrategias a adoptar ante la eventual prohibición del corte de picos. Nicol et al., (2013) por ejemplo, señala más de 40 estrategias de manejo asociadas con la reducción del picaje que se desprenden del análisis exhaustivo de más de 500 artículos científicos. Entre todas estas, las opciones más extendidas por su eficiencia y simplicidad incluyen el control de la iluminación, de la nutrición y proveer a las aves con un buen material de forrajeo.

1- Iluminación

El control de la iluminación es una de las estrategias más eficaces, sencillas y por ello más utilizadas en el control del picaje. Así por ejemplo, se ha demostrado la existencia de importantes diferencias entre lotes (con corte de picos) criados a 30 lux en los cuales se detectó menor incidencia de picaje moderado, pero más del doble de picaje severo en comparación a 3 lux (Kjaer y Vestergaard, 1999). Más importante aún resultaron las diferencias en mortalidad, que si bien fueron similares hasta la semana 16, en el periodo comprendido entre las semanas 16 a 46 las diferencias en mortalidad fueron del 30,6% para los lotes mantenidos a 30 lux en comparación a 5.8% en aquellos mantenidos a 3 lux. Aunque normalmente el control lumínico se realiza una vez se detectan problemas, puede ser importante controlarla desde el inicio de la recría para evitar problemas posteriores. No obstante, tampoco es aconsejable bajarla demasiado, o utilizar luces rojas ya que repercutiría en la propia fisiología del ojo (Ver Nicol et al., 2013). Dinamarca eliminó el corte de picos en 2014, y de acuerdo a expertos en la materia (Kjaer, comunicación personal) una de las claves para el control del picaje es el mantener la intensidad de luz en torno a 15-25 lux.

Investigaciones recientes (Gilani et al., 2012) realizadas en lotes comerciales sugieren que el uso de criadoras oscuras durante la fase de recría, y especialmente durante las 8 primeras semanas de vida, reducen de manera muy significativa los problemas durante la fase de cría y de producción, con diferencias particularmente obvias en la calidad del plumaje a las 35 semanas.

2- Nutrición

Dado que se especula que el picaje está estrechamente relacionado con el comportamiento alimenticio y de forrajeo, es esencial comenzar asegurando niveles de nutrientes adecuados para minimizar el riesgo de picaje severo; niveles de proteína cruda de al menos 125 g/kg, lisina 8.2 g/kg o, 5.1g/kg en metionina más cistina, 0.5 g/kg de magnesio, 40ppm de zinc y 1.5 g/kg de sodio (ver revisión en Rodenburg et al., 2013). Además, existen evidencias que sugieren que el riesgo de picaje disminuye cuando se utilizan estrategias de alimentación que incrementan el tiempo necesario para la adquisición de nutrientes, bien a través de la utilización de piensos en harina o de piensos 'diluidos' (ver van Krimpen et al., 2009). De esta manera, se pretende reducir el tiempo disponible y/o el interés por el picaje.

Lambton et al., (2010) por ejemplo, indican índices de picaje superiores en ponedoras alimentadas con pienso en pellets en comparación a pienso en harina. Los avances realizados por el equipo de Van Krimpen et al., (2008, 2009, 2010) en la utilización de dietas diluidas son complejos pero esencialmente permiten la manipulación del tiempo de alimentación y del interés por el sustrato de alimentación. Van Krimpen et al, (2008) realizaron estudios en ponedoras de 18 a 40 semanas en el que utilizaron piensos control y de baja energía (2,825 vs 2,540 Kcal/kg), combinados con concentraciones de polisacáridos no almidonados (NSP) control 133 vs NSP alta 195 g/kg, esta última incluida en el pienso bien como partículas finas o gruesas. Tanto la reducción de energía, mayor concentración de NSP, y una textura gruesa incrementó de manera significativa el tiempo dedicado a la alimentación (14.2, 17.2 y 7.9 % respectivamente). Sin embargo, estos cambios no se percibieron en la condición del plumaje (evaluado a intervalos de dos semanas), sobre la frecuencia observada de picaje moderado y severo, sobre las actividades de forrajeo o en el nivel de actividad. En todos los tratamientos fue necesario el sacrificio por canibalismo. Los autores especularon que la falta de efectos en este caso podría deberse al temprano desarrollo del comportamiento de picaje observado en el estudio. A pesar de no detectarse diferencias en comportamiento, la dieta de baja energía y niveles NSP control presentaron una reducción de sacrificio por canibalismo del 44.1 % al 13.1% respecto de la mortalidad total. Este trabajo continuó con un segundo estudio en el que las dietas diluidas (0, 10 o

15%) se proporcionaron desde el nacimiento combinadas con niveles de NSP de 124 o 184 g/kg hasta las 16 semanas, seguidas por dietas durante la puesta diluidas (0, 10, 15 y 20%) combinadas con concentraciones de NSP de 72 y 115 g/kg de 17 a 49 semanas (Van Krimpen et al., 2009). La dilución de la dieta se realizaba añadiendo arena. Esencialmente, en este estudio no se encontró que la dilución de la dietas afectasen de una manera clara al tiempo de alimentación, pero sí a la cantidad de pienso ingerido y a la velocidad de ingesta, especialmente en las diluidas al 15%, e independientemente de las concentraciones de NSP utilizadas durante la fase de puesta. Los autores sugieren que la necesidad de picotear más para ingerir la cantidad de pienso necesaria hace que las aves se imprimen con el sustrato de picoteo y, además el alto contenido en fibra produzca un efecto de saciedad, haciendo menos probable la redireccionalidad del picaje hacia las plumas de otros individuos sin deteriorar la productividad. Van Krimpen y colaboradores sugieren que los mayores beneficios de las dietas NSP se consiguen utilizándolas conjuntamente tanto en la fase de recría como en la de puesta a una concentración mínima de NSP recomendada de 10 g/pollita/día y 16 g/ponedora/día ((Van Krimpen et al., 2009, 2010). No obstante las diferencias en la calidad del plumaje en dicho estudio variaron de una puntuación de 0.57 a 1.23 (sobre 5 puntos, siendo 0 un plumaje perfecto)

3- Acceso a material de forrajeo

Aunque no todos los estudios han encontrado un efecto consistente en el control del picaje severo, el acceso temprano a un buen material de forrajeo parece tener efectos beneficiosos en su control. Por ejemplo, Johnsen et al., (1998) encontraron diferencias significativas tanto en la calidad del plumaje, en la frecuencia de picaje y en la frecuencia de bajas por canibalismo al comparar pollitas intactas criadas de 0 a 4 semanas en paja, arena o malla metálica, siendo las criadas en malla las que presentaron mayores problemas. Dichas diferencias se mantuvieron en valores significativos, aun cuando las pollitas se alojaron en recintos idénticos con acceso a baño de arena y suelo cubierto de paja a partir de la semana 5. Huber-Eicher y Wechsler (1997) obtuvieron valores similares, aunque en este caso las diferencias en la incidencia de picaje fueron detectables entre pollitas con acceso a material de forrajeo desde el día 1 en comparación al día 10.

A pesar de la relevancia de las condiciones de cría durante las primeras semanas de vida, otros estudios apuntan a que el comportamiento de picaje en la fase adulta está fuertemente influenciada por el sustrato de forrajeo disponible durante dicho periodo (Nicol et al., 2001 y De Jong et al., 2013). Por tanto lo ideal sería asegurar que se proporciona un material adecuado a lo largo de la fase de recría y producción. Obviamente, en la producción en jaulas enriquecidas la accesibilidad a un sustrato adecuado no es fácil de asumir. Para suplir esta deficiencia se pueden utilizar estrategias de enriquecimiento ambiental como por ejemplo proporcionar bloques para picar o pequeñas cuerdas.

4- Recomendaciones adicionales

En general se puede indicar que el tener noción sobre los factores de riesgo en el desarrollo de problemas de picaje, y el cómo reconocer los primeros indicios del problema, son pasos esenciales para reducir su incidencia o, al menos, minimizar su impacto. Como se ha indicado anteriormente la aparición de picaje moderado en etapas juveniles no se considera un buen indicativo del riesgo de problemas en etapas posteriores, fundamentalmente porque son problemas con etiologías y funcionalidades diferentes. Sin embargo, tanto el prestar especial atención a la calidad del plumaje y al consumo de pienso pueden ser indicadores prácticos a la hora de prevenir problemas más severos (Drake et al., 2010). El implementar prácticas de manejo consistentes, que haga a los animales sentirse cómodos y sin sobresaltos son esenciales para mejorar tanto su bienestar, como su productividad. Por ejemplo, el intentar conseguir que la transición de la recría a la granja sea lo más tranquila posible, y

siempre teniendo en cuenta que las condiciones en las que se hace la recría va a condicionar el comportamiento del ave adulta. En aquellos sistemas en los que existe la posibilidad de uso del parque fomentar su uso reduce el riesgo de picaje y mejora la calidad del plumaje.

Finalmente, cabe señalar que hay otros factores tales como la pigmentación de las plumas, o cambios en la apariencia fenotípica de las aves a lo largo del desarrollo que pueden tener consecuencias serias tanto en el comportamiento agresivo como en el picaje, aunque estos trabajos son muy recientes y sus implicaciones prácticas son por el momento especulativas (Marín et al., 2014; Liste et al., 2015; Nazar et al., 2015).

Bibliografía

- BLOKHUIS, H.J.** (1986) Feather pecking in poultry: its relation with ground pecking. *Applied Animal Behaviour Science* **16**:63-67.
- BLOKHUIS, H.J. and VAN DER HAAR, J.W.** (1989) Effect of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **22**:359-369.
- BLOKHUIS, H.J. and VAN DER HAAR, J.W.** (1992) Effect of pecking incentives during rearing on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science* **33**:17-24.
- CRAIG, J.V. and MUIR, W.M.** (1989) Fearful and associated responses of caged White Leghorn hens: Genetic parameter estimates. *Poultry Science* **68**:1040-1046
- DE HAAS, E.N.** (2014). The fearful feather pecker. Applying the principles to practice to prevent feather pecking in laying hens. Ph.D thesis, Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University, The Netherlands 288 pages ISBN 978-94-6257-042-9.
- DE HAAS, E.N., NIELSEN, B.L., BUITENHUIS, A.J. and RODEMBURG, T.B.** (2010) Selection on feather pecking affects response to novelty and foraging behaviour in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **124**: 90-96.
- DE JONG, I.C., GUNNICK, H., ROMMERS, J.M. and BRACKE, M.B.M.** (2013) Effects of substrate during early rearing on floor- and feather pecking behaviour in young adult laying hens. *Archiv für Geflügelkunde* **77**: 15-22.
- DRAKE, K.A., DONNELLY, C.A. and STAMP DAWKINS M.** (2010) Influence of rearing and lay risk factors on propensity for feather damage in laying hens. *British Poultry Science* **51**: 725-733.
- ELLEN, E.D., VISSCHER, J., VAN ARENDONK J.A.M. and BIJMA, P.** (2008) Survival of laying hens: Genetic parameters for direct and associative effects in three purebred layer lines *Poultry Science* **87**:233-239.
- ESMAIL, S.H.M.** (1997) Fibre nutrition. *Poultry International* **36**: 31-34.
- ESTEVEZ, I., NEWBERRY, R.C. and KEELING, L. J.** (2002). Dynamics of aggression in the domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, **76**:307-325.
- GENTLE, M.J. and HUNTER L.N.** (1990) Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus domesticus*. *Research in Veterinary Science* **50**: 95-101.
- GILIANI, A-M., KNOWLES, T., NICOL, C.J.** (2012). The effects of dark brooders on feather pecking on commercial farms. *Applied Animal Behaviour Science*, **142**:42-50
- GREEN, L.E., LEWIS, K., KIMPTON A. and NICOL, C.N.** (2010). Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *Veterinary Record*, **147**:233-238

- GUNNARSSON, S. KEELING L.J. and SVEDBERG J.** (1999). Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, closed cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science***40**:12-18.
- HANSEN, I. and BRAASTAD, B.O.** (1994) Effect of rearing density on pecking behavior and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Applied Animal Behaviour Science***40**:263-272.
- HUBER-EICHER, B. and AUDIGE, L.** (2000) An analysis of risk factors on the occurrence for feather-pecking in laying hen growers. *British Poultry Science***40**:599-604.
- HUBER-EICHER, B. and SEBŐ, F.** (2001) The prevalence of feather pecking and development in commercial flocks of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **74**:223-231.
- HUBER-EICHER, B. and WECHSLER, B.** (1998) The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hens. *Animal Behaviour***55**:861-873.
- HUGHES, B.O., and BUITENHUIS, A.J.** (2010) Reduced variance of gene expression at numerous loci in a population of chickens selected for high feather pecking. *Poultry Science***89**: 1858-1869.
- HUGHES, B.O. and DUNCAN I.J.H.** (1972) The influence of strain and environmental factors upon feather-pecking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science***13**:525-547.
- JOHNSON, P.F. VESTERGAARD, K.S., NØRGAARD-NIELSEN, G.** (1998). Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science***60**: 25-41.
- KJAER, J.B.** (2009) Feather pecking in domestic fowl is genetically related to locomotor activity levels: implications for a hyperactivity disorder model of feather pecking. *Behavioural Genetics***39**:564-570.
- KJAER, J.B. and VESTERGAARD, K.S.** (1999) Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science***62**:243-254.
- KJAER, J.B., WÜRBEL, H., SCHADER, L.** (2015) Perseveration in a guessing task by laying hens selected for high or low levels of feather pecking does not support feather pecking as a stereotypy. *Applied Animal Behaviour Science***168**: 56-60.
- LAMBTON, S.L., KNOWLES, T.G., YORKE, C. and NICOL, C.J.** (2007) Gentle and severe feather pecking: one problem or two? Proceedings of the 41st International Congress of the ISAE, Merida, México, pp: 48
- LAMBTON, S.L., KNOWLES, T.G., YORKE, C. and NICOL, C.J.** (2010) The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science***123**: 32-42.
- LAMBTON, S.L., KNOWLES, T.G., YORKE, C. and NICOL, C.J.** (2015) The risk factors affecting the development of vent pecking and cannibalism in free-range and organic laying hens. *Animal Welfare***24**:101-111.
- LISTE, G., CAMPDERRICH, I., BELTRAN DE HEREDIA, I., ESTEVEZ, I.** (2015). The relevance of variations in group size and phenotypic appearance on the behaviour and movement patterns of young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, **163**:144-157.
- MARIN, R.H., LISTE, M.G., CAMPDERRICH, I., ESTEVEZ, I.** (2014). The impact of phenotypic appearance on body weight and egg production in laying hens: A group-size- and experience dependent phenomenon. *Poultry Science*, **93**: 1-13.
- NAZAR, F.N., MARIN, R.H., LISTE, M.G., CAMPDERRICH, I., ESTEVEZ, I.** (2015). Manipulation of the phenotypic appearance in groups of laying hens: effects on stress and immune related variables. *Stress, The International Journal on the Biology of Stress*. DOI: 10.3109/10253890.2015.1078306 ISSN: 1025-3890 (print), 1607-8888 (electronic).
- NEWBERRY, R.C.** (2004) Cannibalism, in: PERRY, G.C. (Ed) Welfare of the laying hen, pp 239-258 (Wallingford, United Kingdom, CABI Publishing).

- NEWBERRY, R.C., KEELING, L.J. ESTEVEZ, I. and BILCIK, B. (2007)** Behaviour when young as a predictor of severe feather pecking in adult laying hens: The redirected foraging hypothesis revisited. *Applied Animal Behaviour Science* **107**: 262-274.
- NICOL, C.J., BESTMAN, M., GILANI, A-M., DE HAAS, E.N., DE JONG, I.C., LAMBTON, S., WAGENAAR, J.P., WEEKS, C.A. and RODENBURG, T.B. (2013).** The prevention and control of feather pecking in laying hens: application to commercial systems. *World Poultry Science Journal* **69**: 775-787.
- NICOL, C.J., GREGORYN.G., KNOWLES, T.G., PARKMAN, I.D. and WILKINS, L.J. (1999)** Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, **65**: 137-152.
- NICOL, C.J., LINDBERG, A.C., PHILLIPS, A.J., POPE, S.J., WILKINS, L.J. and GREEN, L.E. (2001)** Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dustbathing and foraging in adult laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **73**: 141-155.
- PEGURI, A. and COON, C. (1993)** Effect of feather coverage and temperature on layer performance. *Poultry Science* **72**: 1318-1329.
- POTZSCH, C., LEWIS, K, NICOL, C.J., and GREEN, L.E. (2002)** A cross-sectional study of the prevalence of vent pecking in laying hens in alternative systems and its associations with feather pecking, management and disease. *Applied Animal Behaviour Science* **74**: 259-272.
- RIEDSTRA, B. and GROOTHUIS, T.G.G. (2002)** Early feather pecking as a form of social exploration: the effects of group stability on feather pecking and tonic immobility in domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science* **77**: 127-138.
- RODENBURG, T.B., VAN HIERDEN, Y.M., BUTENHUIS, A.J. RIEDSTRA, B., KOENE, P. KORTE, S.M., VAN DER POEL, J.J., GROOTHUIS, T.G.G. and BLOKHUIS, H.J. (2004).** Feather pecking in laying hens: new insights and directions for research? *Applied Animal Behaviour Science* **86**: 291-298.
- RODENBURG, T.B., VAN KRIMPEN, M.M., DE JONG, I.C., DE HAAS, E.N. KOPS, M.S., RIEDSTRA, B.J. NORDQUIST, R.E., WAGENAAR, J.P. BESTMAN, M., NICOL, C.J. (2013).** The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *World Poultry Science Journal* **69**: 361-374.
- SANOTRA, G.S., VESTERGAARD, K.S., AGGER, J.F. and LAWSON, L.G. (1995)** The relative preference for feathers, straw, wood-shavings and sand dust-bathing, pecking and scratching in the domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science* **43**: 263-277.
- TABLANTE, N.L., VAILLANCOURT, J.P., MARTIN, S.W., SHOUKRI, M. and ESTEVEZ, I. (2000)** Spatial distribution of cannibalism mortalities in commercial laying hens. *Poultry Science* **79**: 705-708.
- VAN KRIMPEN, M.M., BINNENDIJK, G.P. and VAN DIEPENS, J.T.M. (2012)** Effects of diluted practical diets on plumage condition, behavior and performance of rearing and laying hens report 534 Wageningen UR livestock Research Lelystad. The Netherland pp 1-47.
- VAN KRIMPEN, M.M., KWAKKEL, R.P., REUVEKAMP, B.F.J., VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C., DEN HARTOG, L.A. and VERSTEGEN, M.W.A. (2005)** Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal* **61**: 663-685.
- VAN KRIMPEN, M.M., KWAKKEL, R.P., VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C., DEN HARTOG, L.A. and VERSTEGEN, M.W.A. (2008)** Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharide affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens. *Poultry Science* **87**: 485-496.
- VAN KRIMPEN, M.M., KWAKKEL, R.P., VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C., DEN HARTOG, L.A. and VERSTEGEN, M.W.A. (2009)** Effects of nutrient dilution and



II simposio científico de
avicultura
MÁLAGA del 28 al 30
de octubre de 2015



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA
DE CIENCIA AVÍCOLA
Sección Española de WPSA
www.wpsa-aeca.es



nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behaviour and feather damage of rearing and laying hens. *Poultry Science* 88: 758-773.

VAN KRIMPEN, M.M., KWAKKEL, R.P., VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C., DEN HARTOG, L.A. and VERSTEGEN, M.W.A. (2011) Effects of dietary energy concentration, non-starch polysaccharide concentration, and particle sizes of nonstarch polysaccharides on digesta mean retention time and goat development in laying hens. *British Poultry Science* 52: 730-741.

VESTERGAARD, K.S. and LISBORG, L. (1993) A model of feather pecking development which relates to dust-bathing in the fowl. *Behaviour* 126: 291-308.