

NECESIDADES PROTEICAS EN PONEDORAS EN SUELO Y BATERÍA

Jon de los Mozos, Ángela Gutiérrez del Álamo, Pedro Pérez de Ayala y Ruud Eits.
Poultry and Rabbit Research Centre.

INTRODUCCIÓN

A partir de 1999 y, sin lugar a dudas, empujados por la creciente presión social a favor del bienestar animal, el consejo de la UE estableció unas normas mínimas relativas a la protección de las gallinas ponedoras (directiva 1999/74/CE). Dichas normas, que afectan o afectarán a explotaciones de más de 350 gallinas ponedoras, se basan en discusiones entre especialistas y al leerlas queda claro que es el bienestar animal el que prima sobre el nutricional y/o sanitario.

Una vez dictada la Directiva, se hace necesaria la incorporación de la misma dentro del sistema interno español. Así, en España es el Real Decreto 3/2002 el que establece las normas mínimas de protección de gallinas ponedoras. De esta forma queda dispuesto que:

- A partir de enero de 2003 (fecha ya cumplida) no se pueden construir nuevas instalaciones de jaulas no acondicionadas.
- A partir de enero de 2012 es obligatorio que todas las explotaciones que usen el sistema de cría en jaulas pasen al de cría en jaulas acondicionadas.
- A partir de enero de 2002 (fecha ya cumplida) se establecen condiciones más exigentes para los sistemas alternativos de cría que serán de obligado cumplimiento a partir de enero de 2007.

No son pocos los países de Europa (especialmente los del norte) que ante semejante legislación y presionados por el consumidor se han adelantado a la fecha de total prohibición de cría en baterías (enero de 2012) y han empezado a adaptar sus instalaciones o bien a jaulas acondicionadas o a sistemas alternativos. Ahora bien, existen en el mercado distintos tipos de jaulas acondicionadas y sistemas alternativos (aviarios, ponedoras en suelo, ponedoras orgánicas, etc.) de los que, hasta la fecha, poco se sabe en términos de necesidades nutricionales. Para poder adaptar la producción de huevos a la normativa europea, se requiere un extenso y profundo estudio de las implicaciones nutricionales del cambio.

DEFINICIÓN Y TIPOS DE SISTEMAS ALTERNATIVOS

Cuando se habla de jaulas enriquecidas (con todas sus variantes) queda claro que se trata de mantener a la ponedora en una jaula. Sin embargo, el término "sistema alternativo" es menos específico y engloba una serie de diferentes sistemas de producción muy distintos entre sí. Para poder distinguirlos, lo mejor es acudir a la directiva de la UE 5/2001, donde se definen los distintos sistemas de producción de huevos en base a las denominaciones válidas para los huevos de gallina:

- Huevos de gallinas orgánicas (gallinas en suelo, con acceso a parques o sin él)
- Huevos de gallinas en alojamientos libres
- Huevos de gallinas en suelo (con aviarios, perchas o en suelo, Figura 1)
- Huevos de gallinas en jaulas acondicionadas (o enriquecidas)
- Huevos de gallinas en jaulas en batería

En definitiva, sería correcto decir que un sistema alternativo (no teniendo en cuenta el sistema de cría en jaulas enriquecidas) es aquel que aloja a las gallinas en suelo en general y con acceso a parques en particular.

Algunas de las normas más fundamentales y que serán de obligado cumplimiento para la cría de ponedoras en jaulas acondicionadas y sistemas alternativos quedan especificados en la Tabla 1.

Figura 1. Distintos sistemas de alojar ponedoras en suelo.

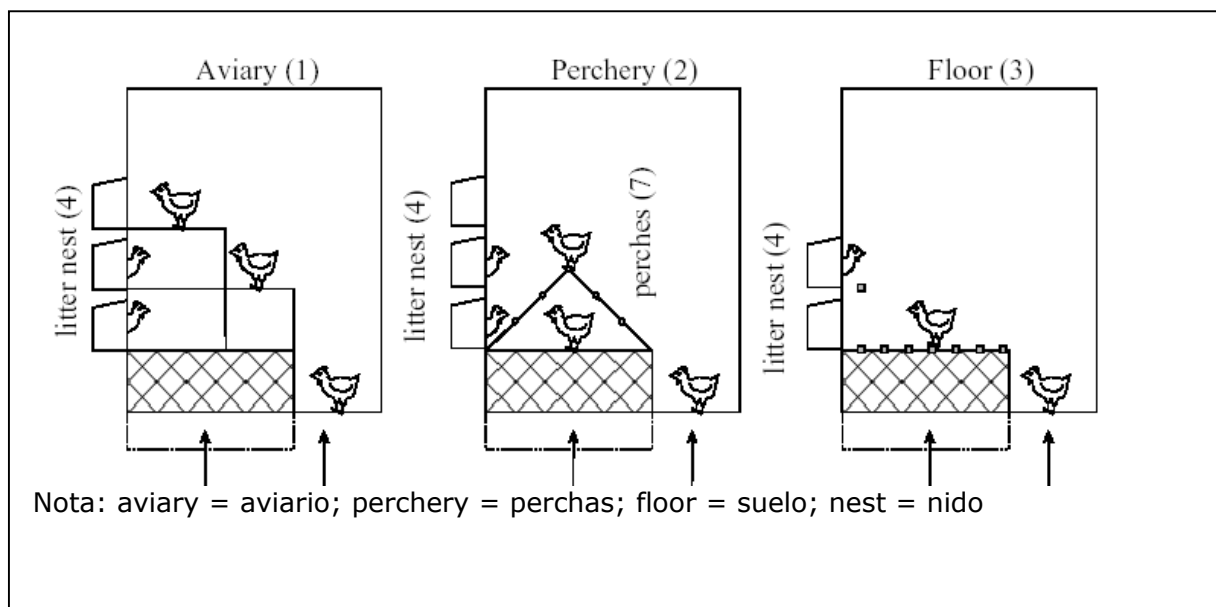


Tabla 1. Algunas de las normas de obligado cumplimiento para la cría de gallinas ponedoras en jaulas acondicionadas o sistemas alternativos.

	Jaulas acondicionadas	Sistemas alternativos
Densidad	9 aves/m ² (máx.)	No se concreta
Aseladero	15 cm/ave (mín.)	15 cm/ave (mín.). Los aseladeros no se colocarán sobre la yacija y sus dimensiones mínimas serán de 30 cm (distancia horizontal), 45 cm (distancia entre niveles) y 20 cm (distancia del aseladero a la pared).
Suelo	Deben estar equipadas de dispositivos adecuados de recorte de uñas	Cubierto con yacija al menos en 1/3 de la nave. Asegurar 250 cm ² de yacija/gallina
Comedero	12 cm/ave (mín.)	10 cm/ave (mín.) en los longitudinales 4 cm/ave (mín.) en los circulares
Bebedero	apropiado	2.5 cm/ave (mín.) en los longitudinales 1 cm/ave (mín.) en los circulares 4 tetina/10 gallinas (mín.)
Nidales		1 nidal/ 7 gallinas individuales 1 m ² /120 gallinas en colectivo

La mayoría de los artículos que se encuentran sobre ponedoras alojadas en suelo hacen referencia a cuestiones de bienestar animal y no a cuestiones nutricionales. Asimismo, las recomendaciones nutricionales para ponedoras se han basado en pruebas realizadas con gallinas alojadas en baterías y son muy pocos los artículos que revelan las diferencias nutricionales entre los dos sistemas (batería o alternativo).

En general, se sabe que el índice de conversión de las gallinas alojadas en suelo (con aviarios) es 7-10 puntos mayor que las alojadas en baterías (Van Horne, 1996; Aerni y col., 2005). Este aumento se debe, en gran medida, a la mayor actividad de las ponedoras alojadas en suelo, lo que implica mayores necesidades de mantenimiento. Se ha estimado un aumento de un 10% y de un 15% en las necesidades de mantenimiento cuando las ponedoras están alojadas en suelo sin o con acceso a parques, respectivamente.

La producción de huevos no se ve significativamente afectada por el sistema de producción (en baterías o alternativo) (Van Horne, 1996; Aerni y col., 2005). Por lo tanto, parece lógico pensar que las necesidades proteicas diarias de las gallinas alojadas en suelo o aquellas alojadas en batería sean las mismas. Si lo anterior fuera cierto, la relación proteína-energía (proteína equilibrada en amino ácidos) de las dietas para ponedoras en suelo sería menor que en las ponedoras en batería. Dicho de otra forma, se podría alimentar a las ponedoras en suelo con menores niveles de proteína lo que ahorraría en costes de pienso y reduciría la excreción de nitrógeno al medio. La confirmación de esta hipótesis fue el objetivo de la prueba realizada por el Poultry and Rabbit Research Centre de Nutreco de cuyo diseño, resultados y conclusiones hablaremos a continuación.

MATERIAL Y METODOS

Animales y Sistemas de alojamiento

Para desarrollar esta experiencia se usaron 816 gallinas de la estirpe Bovans Goldline controladas desde la semana 19 hasta la 34 de edad. Las gallinas fueron recriadas en suelo, recibieron el programa de vacunaciones adaptado a la zona donde se criaron y se las practicó el corte de pico a los 10 días de vida. Las gallinas se colocaron en sus correspondientes alojamientos (jaulas o suelo) a las 17 semanas de vida. La distribución de las gallinas se hizo de tal manera que no hubiera diferencias en el peso medio entre cada unidad experimental y la variación entre ellas fuera similar. Los parámetros de temperatura así como el programa de luz utilizados fueron los recomendados por la guía de manejo de la estirpe Bovans Goldline.

Las gallinas fueron alojadas en jaulas o en departamentos en el suelo. Ambos sistemas estaban situados en la misma sala (17 × 8 m) de una de las naves que la Universidad de Wageningen (Holanda) tiene adaptadas para este tipo de pruebas. Tenerlas alojadas en la misma nave garantizó que las condiciones ambientales fueran similares para todas las gallinas independientemente del sistema de alojamiento.

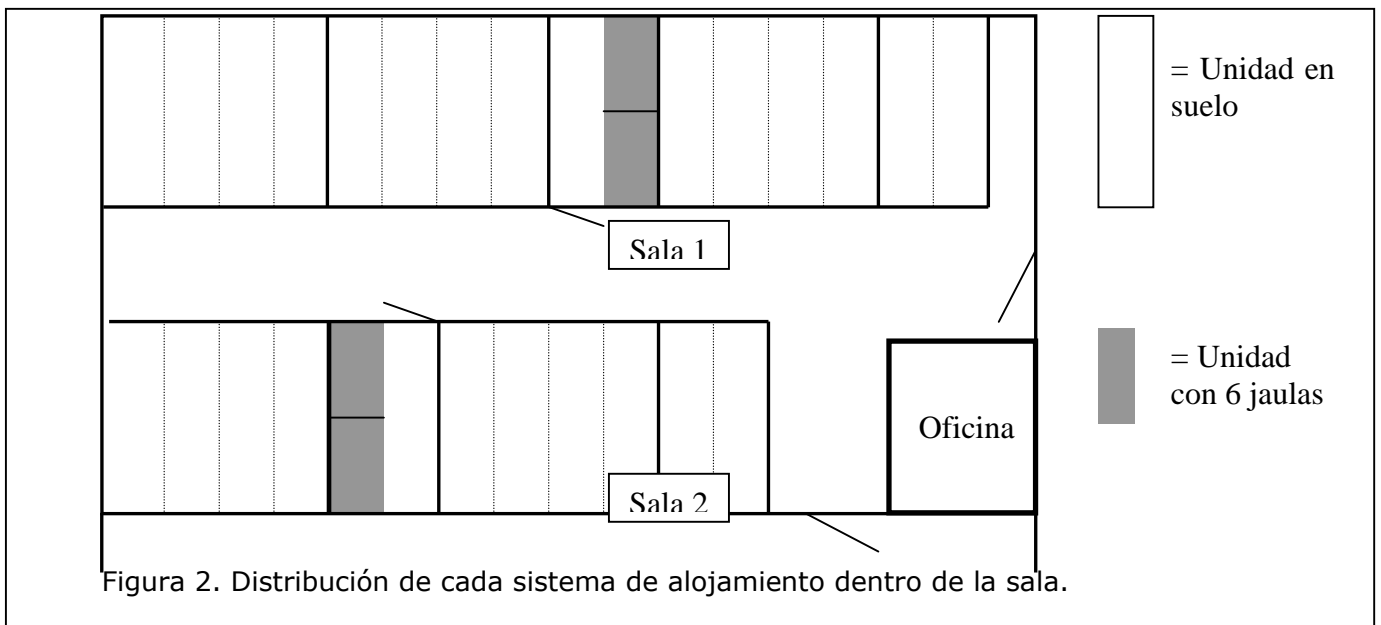


Figura 2. Distribución de cada sistema de alojamiento dentro de la sala.

Se utilizaron 24 jaulas con 9 gallinas por jaula (19 gallinas/m²) y 24 departamentos en suelo con 25 gallinas por alojamiento (9 gallinas/m²). Cada alojamiento en suelo incluyó una zona de slats elevada del propio suelo de 1.2 m² con una percha que la atravesaba y un nidal (Ver Figura 3). Para la cama de las gallinas alojadas en suelo se usó arena. Los detalles de cada sistema de alojamiento se pueden observar en la Foto 1 y Foto 2.

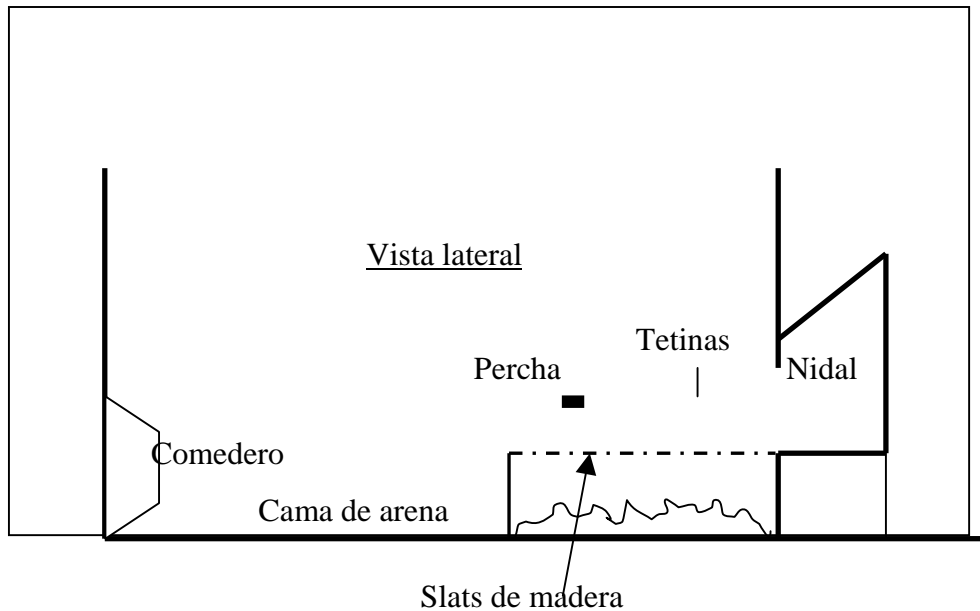


Figura 3. Esquema lateral del sistema de alojamiento en el suelo.



Alimentación

Durante el periodo pre-experimental (de 17 a 19 semanas de vida) todas las gallinas comieron el mismo pienso comercial de prepuesta.

Para el periodo experimental (19-34 semanas de vida) se formularon cuatro dietas iso-calóricas (2800 kcal/kg) con distintos porcentajes de proteína bruta (13, 14.5, 16 y 17.5 %). Cada uno de los piensos se probó en los dos sistemas de alojamiento. Los niveles nutricionales de cada dieta se adjuntan al final del artículo, en el Anexo I. La proporción entre proteína bruta y el contenido mínimo de aminoácidos esenciales fue prácticamente igual en todos los piensos, como se ratificó tras el análisis de cada uno de ellos. Los piensos se presentaron en harina de granulometría grosera.

Recogida de datos

Los datos de consumo de pienso, peso vivo y producción de huevos se registraron cada dos semanas y para cada unidad experimental (departamento de suelo o jaula). Con estos datos se calcularon la ganancia de peso, el índice de

conversión, el porcentaje de puesta, la masa de huevo total estimada, el peso medio de huevo y el porcentaje de huevos anormales (rotos, fárfaras, fisurados, rugosos, deformes, de doble yema y menores de 35 gramos). La producción de masa de huevo se obtuvo con los huevos seleccionados como buenos y sucios, desechando los anormales. La masa de huevo total estimada se calculó asumiendo que todos los huevos seleccionados como anormales, excepto los de doble yema y los pequeños, tenían un peso igual al peso medio de huevo de la jaula o departamento de suelo correspondiente. El inicio de la puesta se definió como el último día de la semana en que se alcanzó el 50% de la puesta.

Al final de la prueba (semana 34 de vida) se recogieron todos los huevos seleccionados como normales (buenos y sucios) puestos en un día para evaluar su calidad. Los parámetros que se midieron fueron color de la cáscara, dureza, elasticidad, altura de albumen, unidades haugh, porcentaje de yema, porcentaje de albumen y color de yema.

Análisis de los datos

La prueba se llevó a cabo con un diseño factorial 2x4 al azar (dos tipos de alojamientos y cuatro niveles de proteína en pienso) de seis réplicas por sistema de alojamiento y nivel de proteína. El análisis de la varianza se realizó usando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS®. Para las variables ganancia de peso, consumo de pienso, masa de huevo producida, peso medio de huevo, porcentaje de puesta, índice de conversión y porcentaje de huevos anormales la unidad experimental que se tomó fue cada jaula y/o departamento en suelo. Para determinar el efecto del sistema de alojamiento (H): jaula vs suelo; el efecto del nivel de proteína en pienso (P): 13, 14.5, 16 y 17.5% de PB; y la interacción entre H y P, se aplicó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + P_j + H \times P_{ij} + e_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} = variable observada; μ = media global; H_i = efecto del alojamiento (i =jaula o suelo); P_j = efecto del nivel de proteína (j =13, 14.5, 16 y 17.5% de PB); $H \times P_{ij}$ = efecto de la interacción entre H y P; e_{ijk} = error del modelo.

Las diferencias entre los niveles de proteína dentro de cada sistema de alojamiento fueron analizadas mediante el test de comparaciones múltiples de Turkey (HSD).

Las necesidades de proteína (PB%) se estimaron por ajuste de los datos de dosis respuesta a un modelo exponencial (Eits et al., 2005). Los datos de porcentaje de puesta (en jaula y suelo) y de masa de huevo (en suelo) se ajustaron a una curva cuadrática (Figura 4). Así, los datos de estas tres variables se analizaron siguiendo un modelo cuadrático en vez de un modelo exponencial.

RESULTADOS

El inicio de la puesta (>50%) se alcanzó una semana antes en las gallinas alojadas en suelo (144 días de vida) que en las alojadas en jaula (150 días de vida). El nivel de proteína no tubo influencia en la fecha de inicio de puesta. El desfase entre los dos sistemas de alojamiento en el inicio de la puesta hizo que de la semana 19 a la 22 de vida el porcentaje de puesta fuera muy diferente y sólo se igualó a partir de la semana 23 de vida. Por este motivo se decidió sacar de los análisis estadísticos los datos de 19 a 22 semanas de vida.

Los datos de mortalidad se muestran en la Tabla 2. La mortalidad no se vio afectada por el tipo de alojamiento ni el nivel de proteína ($P > 0.005$).

Tabla 2. Mortalidad (%) de 23 a 34 semanas de edad de las gallinas

Sistema de alojamiento	Nivel de proteína (% PB)			
	13.0	14.5	16.0	17.5
Jaula	5.8	5.6	2.4	0.0
Suelo	1.4	2.8	4.6	2.8

Resultados Productivos

En la Figura 4 y en la Tabla 3 se muestran los resultados productivos de las gallinas durante la experiencia.

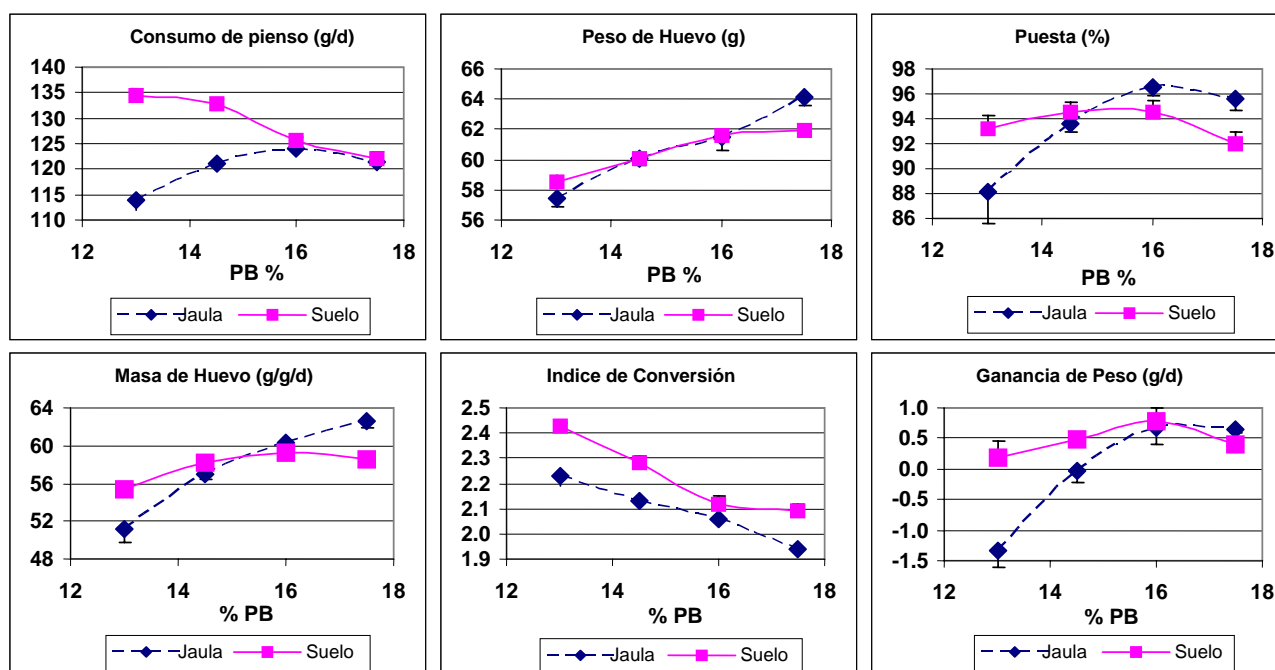


Figura 4. Efecto del sistema de alojamiento y del nivel de proteína sobre los resultados productivos de las gallinas de 23 a 34 semanas de vida.

Los resultados que se obtuvieron en esta experiencia durante el periodo global (23-34 semanas) pueden resumirse en los siguientes puntos:

- En gallinas alojadas en suelo, los consumos más altos (133.65 g/d de media vs 123.85 g/d de media) se dieron en los niveles de proteína más bajos (13 y 14.5% de PB vs 16 y 17.5% de PB). Por el contrario, en las gallinas alojadas en jaulas el consumo fue significativamente menor en la dieta con un 13% de PB que en las otras tres dietas con mayor nivel de proteína, 14.5, 16 y 17.5%, (114 vs 122.2 g/d de media).
- La interacción nivel de proteína en pienso y sistema de alojamiento fue estadísticamente significativa para la variable consumo. Es decir, las gallinas alojadas en jaula y en suelo no se comportaron igual para los mismos niveles de proteína, como bien se observa en el gráfico de la Figura 4.
- El peso de huevo no se vio afectado por el sistema de alojamiento. Por el contrario y como era de esperar, el peso de huevo aumentó con el incremento de PB en la dieta. En el sistema de alojamiento en jaulas, el

peso de huevo de las gallinas que comieron la dieta con un 17.5% PB fue mayor y significativamente distinto que el peso de huevo de las que comieron el pienso con un 16% de PB (61.5 vs 64.1 g de peso medio de huevo). Por el contrario, en gallinas alojadas en suelo, el pasar de 16 a 17.5% de PB en la dieta no produjo aumento en el peso medio de huevo (61.6 y 61.9 g).

- Para los parámetros peso de huevo, porcentaje de puesta y masa de huevo se observaron diferencias significativas en la interacción entre el sistema de alojamiento y el nivel de proteína en el pienso. Para estas tres variables el efecto del nivel de proteína en pienso fue más acusado en gallinas alojadas en jaula que en suelo.
- El índice de conversión en gallinas alojadas en suelo fue 6-20 puntos mayor que en las alojadas en jaulas. Este resultado está en consonancia con la literatura, ya que según Van Horne (1996) y Aerni et al. (2005), el índice de conversión en gallinas alojadas en aviarios es de 7-14 puntos mayor que en las alojadas en jaulas.
- El índice de conversión de las gallinas alojadas en jaulas mejoró de forma lineal al aumentar el contenido de PB en el pienso (2.23, 2.13, 2.06 y 1.94). Por el contrario, en las gallinas alojadas en suelo el incremento de PB en el pienso de 16 a 17.5 % apenas supuso ninguna mejora en el índice de conversión (2.43, 2.29, 2.12 y 2.09).
- Las gallinas alojadas en jaulas que consumieron el pienso con un nivel de proteína del 13% perdieron peso a razón de 1.35 g/d, mientras que las gallinas de los demás tratamientos fueron capaces de mantener o aumentar levemente su peso corporal. La interacción entre el nivel de proteína y el tipo de alojamiento fue estadísticamente significativa para la variable ganancia de peso.

Tabla 3. Efecto del sistema de alojamiento (H) y el nivel de proteína en el pienso (P), así como el de la interacción de ambos (HxP), sobre los parámetros productivos de las gallinas en las semanas 23 a 34 semanas de vida.

Tratamiento									Fuente de variación		
	Alojamiento(H)				Jaula				H	P	H x P
% PB (P)	13	14.5	16	17.5	13	14.5	16	17.5			
Consumo Medio Diario (g/gallina/d)											
Semana 23-34	134.5 ^a	132.8 ^a	125.6 ^b	122.1 ^b	114.0 ^x	121.2 ^y	124.0 ^y	121.5 ^y	< 0.001	0.002	< 0.001
Peso Medio de Huevo (g)											
Semana 23-34	58.5 ^a	60.0 ^b	61.6 ^c	61.9 ^c	57.5 ^x	60.0 ^y	61.5 ^y	64.1 ^z	0.403	< 0.001	0.007
Porcentaje de Puesta (%)											
Semana 23-34	93.2	94.6	94.5	92.1	88.1 ^x	93.6 ^y	96.5 ^y	95.6 ^y	0.882	0.001	0.002
Masa de Huevo Producida (g/gallina/d)											
Semana 23-34	55.4 ^a	58.1 ^b	59.3 ^b	58.5 ^b	51.2 ^x	56.9 ^y	60.3 ^{yz}	62.6 ^z	0.899	< 0.001	< 0.001
Índice de Conversión											
Semana 23-34	2.43 ^a	2.29 ^b	2.12 ^c	2.09 ^c	2.23 ^x	2.13 ^{xy}	2.06 ^{yz}	1.94 ^z	< 0.001	< 0.001	0.116
Ganancia de Peso (g/gallina/d)											
Semana 23-34	0.19	0.49	0.78	0.41	-1.35 ^x	-0.02 ^y	0.67 ^y	0.64 ^y	0.003	< 0.001	0.001
Porcentaje de Huevos Anormales (%)											
Semana 23-34	2.4	3.2	2.8	3.7	3.3	3.3	3.6	3.7	0.220	0.457	0.752

a, b, c x, y, z Valores con diferente letra en la misma línea y dentro del mismo sistema de alojamiento son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Necesidades de Proteína Balanceada

Los datos de las variables consideradas se ajustaron a unas curvas dosis-respuesta cuadráticas y exponenciales. Estas curvas se usaron para calcular las necesidades de proteína que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Necesidades calculadas de proteína (%PB)¹ de gallinas alojadas en jaula y en suelo, para maximizar el porcentaje de puesta, el peso o masa de huevo o para minimizar el índice de conversión.

Sistema de Alojamiento	Porcentaje de Puesta (%)	Masa de Huevo(g/d)	Peso de Huevo (g)	Índice de Conversión
Jaula	16.4	≥ 17.5	≥ 17.5	≥ 17.5
Suelo	15.0	16.1	17.3	17.0

¹ Necesidades para gallinas de 23 a 34 semanas de vida y AMEn=2800 kcal/kg

Los resultados más destacables una vez calculadas las necesidades de proteína de las gallinas alojadas en cada sistema (Tabla 4) son:

- Los valores de proteína para las gallinas alojadas en suelo son menores que para las alojadas en jaulas. Los resultados confirman la hipótesis de que para maximizar los resultados, las gallinas en suelo necesitan menos proteína en la dieta que las alojadas en jaulas.
- Las gallinas alojadas en jaulas mejoraron sus resultados de masa de huevo, peso de huevo e índice de conversión al aumentar el nivel de proteína, hasta el mayor testado en esta prueba (17.5% PB). Por lo tanto, las gallinas en jaulas pueden necesitar niveles de proteína mayores de 17.5% PB para optimizar sus resultados productivos. Una mejor estimación de las diferencias entre las necesidades de proteína en los dos sistemas de alojamiento no fue posible. Sin embargo, los datos de la Tabla 4 sugieren que las necesidades de proteína balanceada para maximizar los resultados en gallinas alojadas en suelo fueron entre un 5 y 10% menores que para las gallinas en jaula.

Calidad del Huevo

Los resultados de los parámetros de calidad de huevo medidos se presentan en la Tabla 5. A continuación se exponen los resultados más destacables.

- No se observaron diferencias significativas en la interacción entre el sistema de alojamiento y el contenido de proteína en el pienso para ninguna de las variables de calidad del huevo que se midieron.
- El sistema de alojamiento afectó en el porcentaje de albumen, color de yema y unidades Haugh. Las gallinas alojadas en suelo frente a las alojadas en jaula produjeron huevos con menor porcentaje de albumen (64.0 vs 64.5), yemas más claras de color (10.4 vs 10.7), cáscaras de huevo más claras también (35.2 vs 33.7) y menor calidad de clara del huevo (unidades Haugh; 73.0 vs 77.3)
- El contenido de proteína en el pienso afectó en el porcentaje de albumen del huevo y en el color de la yema, pero no en los demás parámetros de calidad del huevo. Al incrementar el contenido de proteína en el pienso se produjo

un aumento en el porcentaje de albumen lo que explica el aumento de peso del huevo. Con más contenido de proteína en el pienso, el color de la yema se vuelve más pálida lo cual se puede explicar por el aumento del tamaño de la yema.

- Finalmente y observando los resultados, se puede decir que alimentar a gallinas alojadas en suelo a base de dietas más bajas en proteína que las normalmente usadas para gallinas en jaula, puede dar lugar a huevos con menor porcentaje de albumen y un color de yema más oscuro.

Tabla 5. Parámetros de calidad del huevo medidos al final de la prueba (semana 34).

Tratamiento Alojamiento (H) % PB (P)	Suelo				Jaula				Fuente de variación		
	13	14.5	16	17.5	13	14.5	16	17.5	H	P	H x P
Yema (%)	26.8	26.4	26.4	26.0	26.1	26.3	26.5	25.7	0.204	0.162	0.555
Albumen (%)	63.3	64.1	64.0	64.4	64.3	64.3	64.1	65.1	0.022	0.020	0.383
Color de Yema ¹	10.8	10.5	10.3	10.1	11.3 ^a	11.0 ^a	10.7 ^{ab}	10.0 ^b	0.047	< 0.001	0.503
Color de Cáscara ² (%)	36.0	35.5	34.7	34.7	34.6	33.9	32.5	33.8	0.015	0.237	0.892
Elasticidad ³ (µm)	105.3	103.7	108.0	104.4	95.7	106.2	111.8	103.6	0.714	0.157	0.355
Dureza (g)	4187.8	4015.8	4039.9	4089.4	4347.2	4296.7	4105.6	4175.1	0.103	0.496	0.818
Unidades Haugh ⁴	72.7	75.1	73.0	71.3	79.1	78.3	75.3	76.5	0.011	0.550	0.801

^{a, b, c} Medias con la misma letra en la misma fila y dentro de cada sistema de alojamiento fueron estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

¹ Medida subjetiva con escala de color de yema. Mayor valor para el tono más naranja

² Medido por refracción de luz donde 0% = negro, 82.2% = blanco, y 25-35% = marrón intenso.

³ Elasticidad de la cáscara de huevo.

⁴ Unidades Haugh = $100(\log 10((\text{altura de albumen}) - (1.70235 \times \text{peso de huevo}^{0.37})) + 7.5745)$

Análisis de costes de la alimentación

Para tener una idea de la viabilidad de cada sistema de alojamiento según el nivel de proteína, se hizo un pequeño análisis de los costes de la alimentación. Aunque evidentemente cada cliente compra el pienso a un precio, es importante observar las diferencias relativas entre los piensos según su contenido en proteína. Esta diferencia es la que nos dará idea de en qué sistema y a qué nivel de proteína el coste de la alimentación es menor.

Los precios de los piensos dependiendo del %PB fueron:

Prot. Bruta (%)	13	14.5	16	17.5
Precio (€/100kg)	13.05	13.29	13.58	13.91

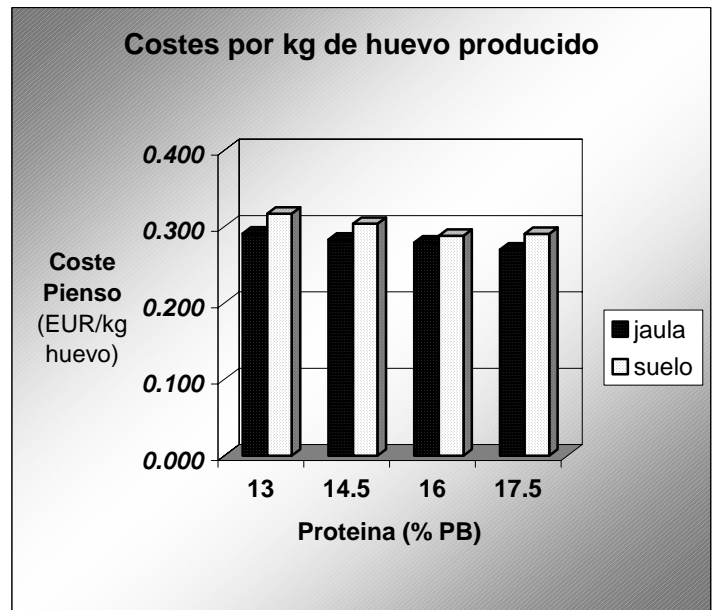
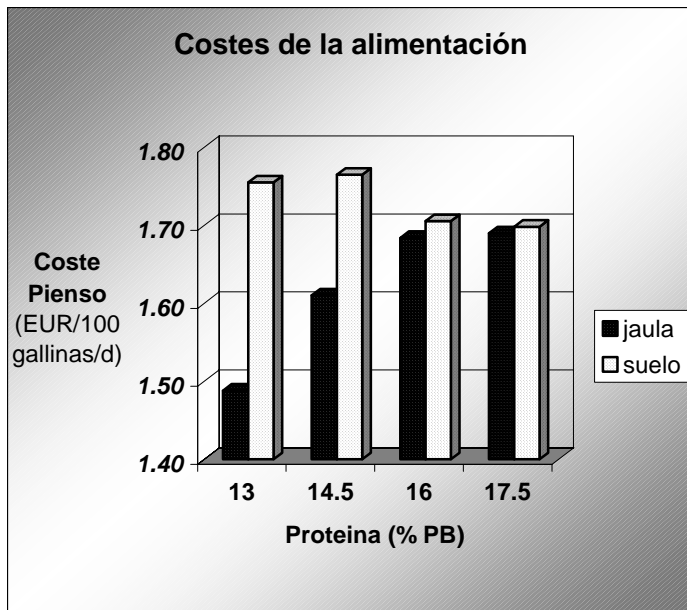


Figura 5. Efecto del sistema de alojamiento (jaula vs suelo) y el nivel de proteína en la dieta (13, 14.5, 16 y 17.5% PB) sobre el coste de alimentación según consumo y en función de los kilogramos de huevo producidos.

- El coste de la alimentación de las gallinas en jaulas fue menor que el de las alojadas en suelo independientemente del nivel de proteína en el pienso. Las diferencias en el coste de la alimentación entre sistemas de alojamiento se minimizaron con el pienso de 17.5% de PB, ya que los consumos a este nivel de proteína entre un sistema y el otro fueron muy parecidos. Para las gallinas en suelo, el coste de la alimentación fue máximo a un nivel de 14.5 % de proteína y mínimo a un 17.5% de PB en el pienso. Por el contrario, en gallinas alojadas en jaulas el máximo coste se produjo con 17.5% de PB y el mínimo con 13% de PB en el pienso.
- Teniendo en cuenta los kilogramos de huevos producidos (gráfico derecho de la Figura 5), el coste de alimentación sigue siendo menor en las gallinas alojadas en jaulas. Ahora bien, la diferencia entre sistemas de alojamiento se hace menor para un nivel de 16% de PB en el pienso. En las gallinas de suelo el mínimo coste por kilogramo de huevo producido se produjo con el pienso que tenía un 16 % de PB. En las gallinas en jaulas ese mínimo se produce con un 17.5% de PB.

REFERENCIAS

- AERNI, V., BRINKHOF, M.W.G., WECHSLER, B., OESTER, H. and FROLICH, E.** (2005) Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *World's Poultry Science Journal*. **61**: 130-142.
- APPLEBY, M.C. and HUGHES, B.O.** (1991) Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. *World's Poultry Science Journal*. **47**: 109-128.
- EITS, R.M., KWAKKEL, R.P., VERSTEGEN, M.W.A. and DEN HARTOG, L.A.** (2005) Dietary balanced protein in broiler chickens: a flexible and practical tool to predict dose-response curves. *British Poultry Science* **46**: 300-309.

EL-LETHEY, H., AERNI, V., JUNGI, T.W. and WECHSLER, B. (2000) Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science* **41**: 22-28.

SÜTÓ, Z. HORN, P. and UJVÁRI, J. (1997) The effect of different housing systems on production and egg quality traits of brown layers. *Acta Agraria Kaposváriensis* **1** No 1, 29-35

TILLER, H. (2001) Nutrition and animal welfare in egg production systems. *13th Eur. Symp. Poult. Nutr. (Blankenberge, Belgium)*, 226-232.

VAN HORNE, P.L.M. (1996) Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages. *British Poultry Science*. **37**: 255-261.

Anexo I: Características nutricionales de las dietas experimentales.

Nutrientes (g/kg)	13% PB	14.5% PB	16% PB	18% PB
EMn_gallinas, kcal/kg (CVB)	2800	2800	2800	2800
PB	130	145	160	175
EE	51.7	53.5	54.9	57.0
FB	35.2	33.0	33.0	35.9
Cenizas	119	121	123	124
Lys, d.	5.1	5.7	6.3	6.9
M+C, d	4.4	5.0	5.5	6.0
Ca	36.0	36.0	36.0	36.0
P	4.9	4.9	4.9	4.9