

CALIDAD DEL HUEVO EN JAULAS ENRIQUECIDAS: RESULTADOS EN LA FASE FINAL DE PUESTA

CEPERO, R.; MARÍA, G.; HERNANDIS, A

Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Se ha realizado abundante investigación sobre sistemas alternativos a las vigentes jaulas de puesta y/o modificaciones de las mismas, centrada principalmente en aspectos etológicos; pero prestando mucha menos atención a la calidad del producto obtenido, excepto la proporción de sucios y rotos (SVC, 1996). Los resultados experimentales más recientes muestran que, en general, el uso de jaulas enriquecidas supone obtener al menos un 10-15% más de huevos de segunda calidad que con las convencionales (Elson, 1999; Fisk-van Niekerk y col., 2000); si bien existen notables diferencias según su diseño (Tauson, 2000, 2001). Algunos modelos dan un mayor porcentaje de roturas (Elson, 1999), y otros un aumento, a veces inadmisiblemente, de los huevos sucios, especialmente si es grande el tamaño del grupo de aves alojadas (van Niekerk y Reuvenkamp, 1997, 1999; Fisk-van Niekerk y col., 2000).

Algunos estudios han abordado otros aspectos de la calidad comercial del huevo. Walker y Hughes (1998) observaron un color de cáscara algo más pálido en jaulas enriquecidas, y también detectaron diferencias significativas al respecto entre diversos prototipos. Lo cual se atribuyó al estrés derivado de la competencia por el acceso al nido, que causaría una mayor retención del huevo en el oviducto, con depósito de carbonato cálcico amorfo, y finalmente el blanqueamiento de los huevos. Este problema no parece influido por el aumento del espacio por ave, pues no mejora al pasar de 750 a 1000 cm², ni tampoco de 450 a 600 cm² (Mills y col., 1987). Por ahora no se conocen estudios que aporten datos sobre la calidad interna o el nivel de contaminación microbiana (Verga, 1999; Tauson, 2001).

Es sorprendente esta escasa preocupación por la calidad y seguridad del producto obtenido, aspecto que debería ser prioritario antes de implantar la nueva Directiva europea. Por otra parte, se ha afirmado que el huevo es un indicador diario de la interacción de las aves con su medio ambiente (Solomon y Fraser, 1998), y que ciertas características, como las propiedades estructurales de la cáscara, podrían ser útiles como indicadores de bienestar (Bain y Fraser, 1993; Fraser y col., 1995).

Por estos motivos en Noviembre de 1999 iniciamos una experiencia de comparación entre una jaula convencional - **JC**- (Zucami) y una jaula "enriquecida" o "equipada" - **JE**- (Big Dutchmann, mod. Aviplus), en las que se alojaron, respectivamente, 504 y 480 gallinas ISA Brown y Hy-Line Brown, la mitad de cada grupo en cada tipo de jaula. En trabajos presentados en el anterior Symposium de la Sec. Esp. WPSA (Cepero y col., 2000a, b) se informó de los resultados zootécnicos y de calidad obtenidos en las primeras 40 semanas de producción. En el presente artículo se describe la calidad comercial e higiénica de los huevos obtenidos en la fase final de puesta. En otro trabajo presentado a este mismo Symposium se exponen las condiciones de manejo y alimentación, y los resultados de producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se describen con más detalle en Cepero y col. (2000a). Los datos de este trabajo se obtuvieron a las 69, 73 y 77 semanas de vida de las gallinas. Cada vez se recogieron al azar, en 2 días consecutivos

un total de 120 huevos frescos (4-12 h tras la puesta), 60 por tipo de jaula, y la mitad de cada estirpe. El tamaño de muestra se estableció de acuerdo a las recomendaciones de Hill y Hall (1980).

Calidad comercial. En primer lugar, por examen al ovoscopio se identificaron en la cáscara roturas, fisuras y fracturas soldadas; también áreas peor calcificadas (más claras al miraje), aplicando un baremo de 3 puntos según su extensión (1, < 0,5 cm²; 2, varias zonas dispersas, total, < 2 cm²; 3, muchas zonas claras, o de mayor extensión); cáscaras muy translúcidas y porosas, y cáscaras rugosas.

En cada grupo de huevos, utilizando el equipo integrado EQM (TS&S Ltd.) se determinó: Color de la cáscara, peso del huevo, altura de albumen y unidades Haugh, color de la yema (con abanico de Roche), presencia o no de inclusiones internas (manchas de carne o sangre), y su número, pero asignando un valor igual o mayor a 3 si apareció una sola inclusión, pero de gran tamaño. Las yemas se pesaron por separado, y su color se midió en escala CIElab con espectrofotómetro Minolta 2002. A las 24 h se midió el peso y espesor de las cáscaras desecadas, y se calculó su densidad en mg/cm², estimando su área por la fórmula de Mueller y Scott (Hughes, 1984). Así, peso y proporción de cáscara y yema se determinaron directamente, y los valores de la clara se hallaron por diferencia al peso del huevo entero.

Calidad higiénica. A las 68 semanas de vida de las ponedoras se analizaron 60 huevos frescos de cáscara limpia, 24 de JC y 36 de JE. Los huevos fueron recogidos al azar, pero diferenciados según el grado de suciedad del tapiz del nidal correspondiente (limpio, sucio o muy sucio), según observación previa. En JE se analizaron 18 huevos de nidal limpio y 18 de nidal muy sucio, la mitad de cada tipo de gallina. En todos ellos se investigó la carga microbiana de la superficie de la cáscara y del conjunto de clara y yema, según métodos descritos en Cepero y col. (2000a). Se realizaron recuentos de aerobios mesófilos; coliformes, coliformes termotolerantes y de *Escherichia coli*, e investigación de *Salmonella*.

Análisis estadísticos. Los datos se han analizado estadísticamente de acuerdo a un modelo factorial de efectos fijos (sistema de alojamiento, estirpe, y/o edad más su posible interacción), usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst., 1993). Las medias de los distintos grupos se comparan mediante el test de Duncan. Para las características que no se ajustan a una distribución normal (*scores* de calidad de cáscara al miraje, presencia de inclusiones internas y de determinados microorganismos) se han utilizado métodos estadísticos no paramétricos (tests de X², Mann-Wilcoxon y Kruskal-Wallis) mediante los procedimientos FREQ y N1PARWAY del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIDAD COMERCIAL: RESULTADOS GLOBALES.

Los datos finales de la clasificación comercial por peso resultaron más favorables en las JC, en la línea de lo observado en las primeras 40 semanas (Cepero y col., 2000a). En 60 semanas de puesta, la media de la proporción de huevos de las clases XL y L fue mejor en las JC que en las JE (+ 4,6%); en cambio en éstas últimas la proporción de huevos sucios fue un 20% mayor (**Tabla 1**), debido al diseño del sistema de recogida y a los efectos del «baño de arena» (Cepero y col., 2000a). El porcentaje acumulado de roturas fue similar en ambos tipos de jaula, a pesar del incremento registrado en las JC al final de la puesta, tal y como se indica en otro trabajo presentado a este mismo Symposium.

Entre las 67 y 83 semanas el % de huevos mayores de 63 g fue pasó en las JC de 75,3 a 88,6%, y en las JE de 73,7 a 83,4%, respectivamente; lo que supone un 4% menos comparativamente (**Tabla 2**). Sin embargo, destaca el distinto comportamiento de las ponedoras de una y otra estirpe: En las JC las aves Hy-Line ofrecieron una mayor proporción de huevos grandes, mientras que en las JE las gallinas ISA tienen mejores resultados (**Tablas 3 y 4**).

Hasta ahora, en la bibliografía disponible no figuran datos clasificación comercial, pero en jaulas enriquecidas se ha observado con frecuencia una reducción de 1-1,5 g en el peso medio del huevo (Bain y Fraser, 1993; Alvey y col., 1996; Moinard y Morisse, 1998). Este hecho se atribuye al menor consumo de pienso registrado en las jaulas con perchas en estos estudios, al igual que sucedió en esta prueba.

TABLA 1. RESULTADOS GLOBALES DE CALIDAD DE HUEVO.

	Jaula convencional (JC)	Jaula enriquecida (JE)
% clases XL + L	63.9	61.1
% clase M	32.8	35.2
% sucios	3.9	4.7
% rotos	1.6	1.5

TABLA 2. % DE CLASES COMERCIALES POR TIPO DE JAULA (66-81 SEMANAS)

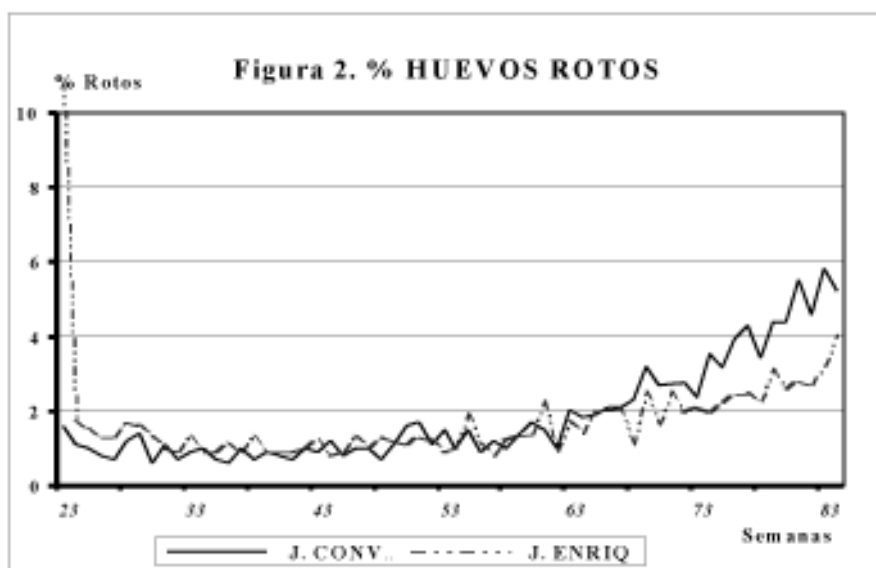
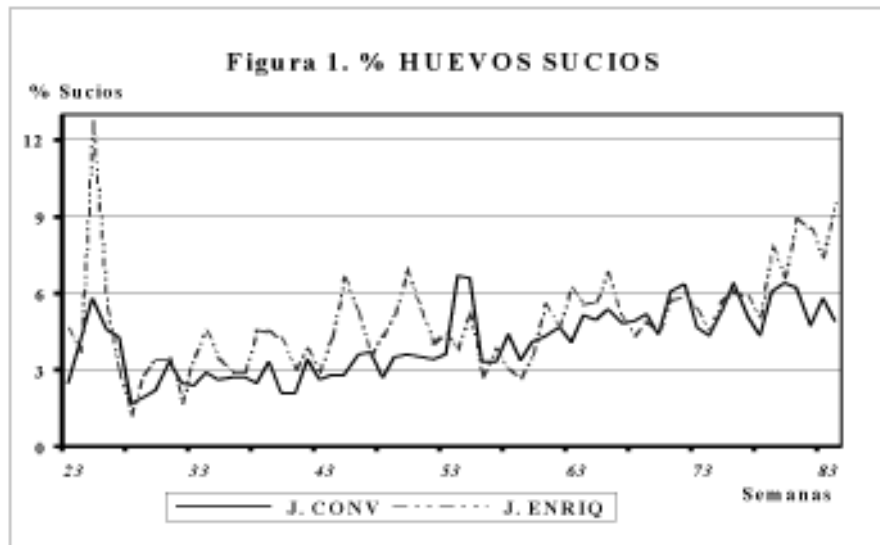
Clase	XL (> 73 g)		L (63-73 g)		M (53-63 g)		S (< 53 g)	
	JC	JE	JC	JE	JC	JE	JC	JE
66 - 69	11.0	10.4	65.3	63.3	22.3	23.9	1.4	2.4
70 - 73	14.8	13.8	66.6	63.1	17.8	22.3	0.8	0.8
74 - 77	20.2	19.0	65.4	62.9	13.7	17.0	0.7	1.1
78 - 81	22.5	21.5	66.1	61.9	10.8	15.9	0.5	0.7

TABLA 3. % DE CLASES COMERCIALES EN JAULA CONVENCIONAL POR ESTIRPE DE GALLINA (66-81 SEMANAS)

Clase	XL (> 73 g)		L (63-73 g)		M (53-63 g)		S (< 53 g)	
	ISA	Hy-Line	ISA	Hy-Line	ISA	Hy-Line	ISA	Hy-Line
66 - 69	9.1	14.3	59.5	69.3	30.2	15.7	1.2	0.7
70 - 73	13.2	16.9	63.8	71.7	22.2	11.0	0.8	0.4
74 - 77	19.6	25.7	62.3	65.1	17.4	9.3	0.7	0.0
78 - 81	23.2	23.2	65.3	67.7	10.8	9.1	0.7	0.0

TABLA 4. % DE CLASES COMERCIALES EN JAULA ENRIQUECIDA POR ESTIRPE DE GALLINA (66-81 SEMANAS)

Clase	XL (> 73 g)		L (63-73 g)		M (53-63 g)		S (< 53 g)	
	ISA	Hy-Line	ISA	Hy-Line	ISA	Hy-Line	ISA	Hy-Line
66 - 69	9.5	12.6	58.8	64.4	28.1	20.6	3.6	2.4
70 - 73	14.8	12.9	62.1	67.4	22.5	19.0	0.6	0.7
74 - 77	21.0	18.0	58.1	66.0	19.0	15.0	2.0	0.7
78 - 81	27.4	19.2	56.0	65.8	14.8	14.2	1.8	0.7



CALIDAD DE LA CÁSCARA

Al ovoscopio, los huevos de JC mostraron con mayor frecuencia áreas peor calcificadas y fracturas soldadas que los de JE, a su vez con más cáscaras translúcidas y porosas. Pero ni estas diferencias ni el % de roturas visibles alcanzan la significación estadística (**Tabla 5**). El factor estirpe no influye sobre los distintos defectos de forma significativa, pero en cambio afecta al conjunto de huevos visiblemente rotos, con una diferencia relativa del 30%. Las medidas objetivas de fortaleza de la cáscara (**Tabla 6**) muestran diferencias muy significativas entre los huevos ISA y Hy-Line (éstos con menor densidad y espesor de la cáscara). El tipo de jaula no influyó en estos parámetros. En los huevos ISA la cáscara aparece significativamente más pálida; en ambas estirpes su color descendió con la edad.

TABLA 5. DEFECTOS DE LA CÁSCARA AL OVOSCOPIO (%). 69-77 SEMANAS.

Defecto	Por tipo de jaula		Por estirpe	
	J C	J E	ISA	Hy-Line
Defectos de calcificación Area, puntos:	42.8	38.3	34.4	46.7
1	46.8	31.9	45.2	35.7
2	22.1	21.7	17.7	25.0
3	5.2	4.3	6.5	3.6
Translúcidas/muy porosas	19.5	33.3	22.6	28.6
Rugosas	7.6	8.7	8.7	7.7
Fracturas soldadas	5.6	2.8	3.3	5.0
Grietas capilares	1.7	2.8	2.8	1.7
Roturas por impacto	4.4	3.9	2.8	5.6
Agujeros de uña	0.0	0.0	0.0	0.0
Total roturas	6.1	6.7	5.6^A	7.3^B

TABLA 6. MEDIDAS DE CALIDAD DE LA CÁSCARA (MEDIA ± ERROR ESTÁNDAR). 69-77 SEMANAS.

Variable	Tipo de jaula		Estirpe	
	J C	J E	ISA	Hy-Line
Color (% reflectancia)	35.1 ± 0.4 ^A	35.3 ± 0.5 ^A	36.6 ± 0.4 ^A	33.8 ± 0.4 ^B
Densidad (mg/cm ²)	81.1 ± 0.6 ^A	80.5 ± 0.7 ^A	85.1 ± 0.6 ^A	76.6 ± 0.5 ^B
Espesor (micras)	395 ± 3 ^A	393 ± 3 ^A	413 ± 3 ^A	374 ± 2 ^B

CALIDAD INTERNA

El tipo de jaula no afectó ni al peso ni a las proporciones de los componentes del huevo (Tabla 7). Pero la base genética de las aves mantiene una influencia altamente significativa ($p < 0.001$). Ambos hechos concuerdan con lo observado en todos los períodos precedentes (Cepero y col., 2000a). Los huevos de las gallinas ISA mostraron comparativamente menos peso y proporción de yema, y mayor peso y proporciones de cáscara y albumen, aun siendo el tamaño del huevo similar. Varios estudios han hallado diferencias entre estirpes en componentes del huevo (Akbar y col., 1993; Sauveur y col., 1993; Ahn y col., 1997), y nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Harms y Hussein (1993) con estas mismas estirpes.

El color de la yema no fue afectado por el tipo de jaula, aunque algunos parámetros (luminosidad L e índice de amarillo b) son ligeramente distintos entre las yemas de una u otra estirpe (Tabla 8). Las de las aves Hy-Line reflejaban algo menos la luz (más oscuras) y eran menos amarillas; aunque probablemente sean diferencias muy pequeñas para ser apreciadas por el consumidor en la práctica. La altura del albumen y las unidades Haugh no fueron afectadas por el tipo de jaula, pero sí por la estirpe utilizada (Tabla 8).

La **Tabla 9** muestra la frecuencia de inclusiones internas. Las diferencias sólo son numéricas; ni jaula ni estirpe originaron variaciones estadísticamente significativas en su incidencia o gravedad. La frecuencia de manchas de sangre es muy variable (Sauveur, 1998); algunos estudios (Mench y col., 1986) sugieren una relación con el grado de estrés que puedan sufrir las aves. En este trabajo fue mayor en los huevos de aves Hy-Line. La frecuencia de manchas de carne fue ligeramente superior en los huevos Hy-Line y en los procedentes de JE.

Por tanto, tampoco en el último período de puesta el tipo de jaula influyó en modo alguno sobre la calidad comercial del huevo, ni las gallinas alojadas en JE recompensaron su presunto mayor bienestar con una mejor calidad de la producción. La genética de las aves mantuvo unos efectos muy significativos (en idénticas condiciones de manejo y alimentación) sobre el peso y proporciones de los componentes del huevo y la consistencia de la cáscara.

TABLA 7. PESO (g) Y PROPORCIONES (%) DEL HUEVO Y DE SUS COMPONENTES

Variable	Tipo de jaula		Estirpe	
	J C	J E	ISA	Hy-Line
Peso medio, g	69.7 ± 0.4 ^A	69.6 ± 0.4 ^A	69.5 ± 0.4 ^A	69.8 ± 0.4 ^A
Yema, g	18.5 ± 0.1 ^A	18.2 ± 0.1 ^A	17.4 ± 0.1 ^A	19.2 ± 0.1 ^B
Albumen, g	44.8 ± 0.3 ^A	45.0 ± 0.3 ^A	45.3 ± 0.3 ^A	44.4 ± 0.3 ^B
Cáscara, g	6.4 ± 0.05 ^A	6.4 ± 0.06 ^A	6.7 ± 0.06 ^A	6.1 ± 0.05 ^B
% Yema	26.5 ± 0.2 ^A	26.2 ± 0.2 ^A	25.1 ± 0.1 ^A	27.6 ± 0.2 ^B
% Albumen	64.3 ± 0.2 ^A	64.6 ± 0.2 ^A	65.2 ± 0.2 ^A	63.7 ± 0.2 ^B
% Cáscara	9.2 ± 0.1 ^A	9.1 ± 0.1 ^A	9.7 ± 0.1 ^A	8.8 ± 0.1 ^B

TABLA 8. CALIDAD INTERNA: COLOR DE LA YEMA Y CALIDAD DEL ALBUMEN

Variable	Tipo de jaula		Estirpe	
	JC	JE	ISA	Hy-Line
Color yema, uds. Roche	12.8 ± 0.1 ^A	12.9 ± 0.1 ^A	12.8 ± 0.06 ^A	12.9 ± 0.05 ^A
L	59.2 ± 0.2 ^A	58.9 ± 0.2 ^A	59.8 ± 0.2 ^A	58.3 ± 0.2 ^B
A	7.6 ± 0.1 ^A	7.6 ± 0.1 ^A	7.6 ± 0.1 ^A	7.6 ± 0.1 ^A
B	44.5 ± 0.3 ^A	44.7 ± 0.3 ^A	45.6 ± 0.2 ^A	43.6 ± 0.2 ^B
Altura albumen, mm	6.7 ± 0.1 ^A	6.9 ± 0.1 ^A	6.9 ± 0.1 ^A	6.7 ± 0.1 ^B
Uds. Haugh	76.9 ± 1.0 ^A	78.5 ± 1.0 ^A	78.2 ± 1.0 ^A	76.6 ± 0.5 ^B

TABLA 9. PROPORCIÓN DE HUEVOS CON INCLUSIONES INTERNAS (69-77 SEMANAS).

Observaciones	Por tipo de jaula		Por estirpe	
	JC	JE	ISA	Hy-Line
M. sangre, ausencia	76.1	78.3	80.6	73.9
Presencia total	23.9	21.7	19.4	26.1
≥ 3	4.5	5.0	3.9	5.5
M. carne, ausencia	66.7	65.0	67.2	64.4
presencia total	33.3	35.0	32.8	35.6
≥ 3	5.0	5.0	4.5	5.6
Ausencia de ambas	53.9	52.2	57.2	48.9
Presencia, ≥ 3	11.7	11.7	11.7	11.8

CALIDAD HIGIÉNICA

En la **Tabla 10** queda patente que los huevos producidos en JC tienen la mejor calidad desde el punto de vista microbiológico. Su cáscara no presentó organismos coliformes, y el contenido apareció prácticamente estéril. No hay diferencias en los recuentos de aerobios mesófilos, que en ambos tipos de huevo estuvieron dentro de los niveles aceptables ($10^4 - 10^5$). Los recuentos de coliformes y *E. coli* en las cáscaras de huevos de JE son también aceptables, aunque presentes en aproximadamente un 15% de los huevos. Ninguna muestra de clara y yema apareció contaminada con coliformes o *Salmonella*.

TABLA 10. CALIDAD HIGIÉNICA DE LOS HUEVOS PRODUCIDOS EN LA ÚLTIMA FASE DE PUESTA

	J. CONVENCIONAL	J. ENRIQUECIDA
Presencia en cáscara(%)		
Coliformes totales	0.0% ^A	16.7% ^B
Coliformes fecales	0.0% ^A	13.9% ^B
<i>E. coli</i>	0.0% ^A	13.9% ^B
Recuentos en cáscara		
Aerobios mesófilos	4.52 ± 0.07	4.49 ± 0.06
Coliformes totales	---	2.39 ± 0.12
Coliformes fecales	---	2.67 ± 0.20
<i>E. coli</i>	---	2.37 ± 0.22
Recuentos/cm² cáscara		
Aerobios mesófilos	2.63 ± 0.07	2.59 ± 0.06
Coliformes totales	---	0.53 ± 0.11
Coliformes fecales	---	0.36 ± 0.16
<i>E. coli</i>	---	0.40 ± 0.19
Contaminación clara + yema		
Aerobios mesófilos, %	0.0% ^A	13.9% ^B
Aerobios mesófilos, u. log/ml	---	0.34 ± 0.11

La **Tabla 11** muestra el efecto del estado de limpieza (principalmente contaminado con material fecal) del tapiz del nidal en las jaulas enriquecidas. Una evaluación del mismo en todas las jaulas, inmediatamente anterior a la toma de muestras, arrojó los siguientes resultados: Limpio, 10,4%; Aceptable, 62,5%; Sucio, 27,1%. Los huevos se recogieron de las 2 categorías extremas. El grado de limpieza del nidal afectó a la frecuencia de microorganismos coliformes en la cáscara; pero, sorprendentemente, ésta fue mayor en los huevos recogidos de los tapices más limpios. La diferencia fue significativa para los coliformes totales, y próxima a la significación estadística ($p < 0,07$) para los fecales. No hubo variaciones en la magnitud de los recuentos. El diseño del tapiz, que tiende a almacenar la suciedad en profundidad, y el escaso tiempo de permanencia de los huevos en los nidales antes de caer a la cinta de recogida, podrían explicar esta situación aparentemente paradójica, ya observada por Cepero y col. (2000a). Sin embargo, hay mayor contaminación por gérmenes aerobios mesófilos de los contenidos del huevo en aquellos recogidos de los nidales más sucios (22% vs. 5.6%)

TABLA 11. CALIDAD HIGIÉNICA DE LOS HUEVOS PRODUCIDOS EN JAULAS ENRIQUECIDAS EN LA ÚLTIMA FASE DE PUESTA

	CON NIDAL LIMPIO	CON NIDAL SUCIO
Presencia en cáscara(%)		
Coliformes totales	55.6% ^A	27.8% ^B
Coliformes fecales	22.8%	11.1%
E. coli	16.7%	11.1%
Recuentos en cáscara		
Aerobios mesófilos	4.42 ± 0.08	4.56 ± 0.10
Coliformes totales	2.34 ± 0.11	2.48 ± 0.20
Coliformes fecales	2.37 ± 0.24	2.05 ± 0.01
E. coli	2.48 ± 0.30	2.05 ± 0.01
Recuentos/cm² cáscara		
Aerobios mesófilos	2.53 ± 0.08	2.66 ± 0.10
Coliformes totales	0.47 ± 0.12	0.67 ± 0.13
Coliformes fecales	0.47 ± 0.23	0.13 ± 0.01
E. coli	0.58 ± 0.29	0.13 ± 0.01
Contaminación clara + yema		
Aerobios mesófilos, %	5.6% ^A	22.2% ^B
Aerobios mesófilos, u. log/ml	0.18 ± 0.00	0.37 ± 0.13

El número de microorganismos varía ampliamente, desde 10^2 a 10^7 /cáscara (ICMSF, 1998). Se considera que los huevos de buena calidad presentan valores de 10^3 - 10^4 (Sauveur, 1988). En nuestro estudio, a nivel global, se puede considerar que la cáscara presenta una calidad microbiológica aceptable. En esta fase final de puesta los recuentos aumentan ligeramente, hasta 4,6 u. log. El hecho de que en los huevos de jaulas con nidales sucios no haya aparecido una mayor contaminación que en las otras (de hecho, fue algo inferior numéricamente) podría estar relacionado con la escasa permanencia de los huevos en el nidal. Todos ellos fueron recogidos de las cintas antes de que pasaran 6 horas desde el momento probable de su puesta. Matthes (1985) observó diferencias en la carga microbiana de la cáscara entre huevos de ponedoras en batería y en suelo, pero sólo si los últimos habían permanecido más de 6 horas en el nidal; si bien dichos nidales carecían de un sistema automático de recogida, y las gallinas que los usaban se hallaban permanentemente sobre cama.

CONCLUSIONES

1. La clasificación comercial por peso resultó ligeramente más desfavorable en las JE, que también produjeron una mayor proporción de huevos desclasificados por suciedad de la cáscara, y una proporción de roturas similar a las JC.
2. El tipo de jaula (JC ó JE) no ha afectado a ningún parámetro analítico de la calidad interna ni de la cáscara. Los huevos producidos en unas y otras son de calidad sensiblemente igual.
3. Por el contrario, en los últimos meses de puesta se confirman nuevamente las amplias diferencias existentes entre las 2 estirpes utilizadas en este ensayo, sobre todo en el peso y proporciones de los componentes del huevo, y en las medidas de fortaleza de la cáscara.
4. En la 3ª y última fase de puesta, la mejor calidad microbiológica se ha hallado en los huevos de JC, pues su cáscara no presentó ningún tipo de microorganismo coliforme, y los contenidos aparecieron prácticamente estériles. Aproximadamente un 15% de los huevos de JC se encontraron en la situación opuesta. No hubo diferencias en los recuentos obtenidos.
5. En las JE el estado higiénico del tapiz del nidal sólo afectó a la mayor frecuencia de gérmenes aerobios mesófilos en el contenido del huevo. Los recuentos obtenidos fueron muy semejantes, e incluso la frecuencia de coliformes en cáscara fue algo mayor en los huevos recogidos de tapices limpios.
6. En ninguno de los huevos analizados se ha encontrado *Salmonella*, ni en cáscara ni en contenidos, ni contaminación de clara y yema por microorganismos coliformes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a INPROVO la financiación de este estudio, y a las empresas Ansoaín y Burguete, Big Dutchman Ibérica, Roche Vitaminas y Nanta Zaragoza por su generosa contribución. Así como al Dr. Javier Yangüela y su equipo, por la realización de los análisis microbiológicos, y a Aurelio Luengo, José Luis Méliz y José Manuel Burillo por su colaboración.

REFERENCIAS

- AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. (1997). Effect of egg size and strain of hens on the solid contents of chicken eggs. *Poultry Sci.*, 76:914-919.
- AKBAR, M.K.; GAVORA, J.S. FRIARS, G.W.; GOWE, R.S. (1983). Composition of eggs by commercial categories. Effects of genetic group, age and diet. *Poultry Sci.*, 69:925-933.
- ALVEY, D.M.; LINDBERG, C; TUCKER, S.A. (1996). Performance of hens in modified cages. *Brit. Poult. Sci.*, 37:S7-S10.
- BAIN, M.M. ; FRASER, A.C. (1993). The use of eggshell structure as a means of assessing bird welfare in modified cages. *Proc. V Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Tours, France, vol. 2, pp. 174-178.*
- CEPERO, R.; YANGÜELA, J.; LIDÓN, M.D.; HERNANDIS, A. (2000a). Calidad del huevo en jaulas enriquecidas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 61-80.
- CEPERO, R.; MARIA, G.; HERNANDIS, A. (2000b). Productividad en jaulas enriquecidas: Resultados preliminares. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, Barcelona, Noviembre 2000, pp. 176-181.
- ELSON, A. (1999). Efectos de la Directiva 1999/74/CE sobre jaulas de puesta: Producción, calidad, salud y costes de las jaulas enriquecidas. XXXVI Symp. Sec. Esp. WPSA, Valladolid, pp. 23-29.
- FISK- van NIEKERK, T.C.G.M.; REUVENKAMP, B.F.J.; van EMOUS, R.A. (2000). Experiencias con distintos modelos de jaulas equipadas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp.49-60.
- FRASER, A.; BAIN, M.M.; SOLOMON, S. (1995). The structural organisation and functional properties of eggshells from alternative systems. . *Proc. VI Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Zaragoza, pp.141-146.*
- HARMS, R.H.; HUSSEIN, S.M. (1993). Variations in yolk:albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. *J. Appl. Poultry Res.*, 2(1):166-170.

- HILL, A.T.; HALL, J.W. (1980). Effects of various combinations of oil spraying, washing, sanitizing, storage time, strain and age of layer upon albumen quality. Changes in storage and minimum sample sizes required for their measurement. *Poultry Sci.*, 59:2237-2242.
- HUGHES, R.J. (1984). Estimation of shell surface area from measurements of length, breadth and weights of hen eggs. *Poultry Sci.*, 63:2471-2479.
- HUSSEIN, S.M.; HARMS, R.H.; JANKY, D.M. (1992). Comparison of techniques for egg component yields. *Poultry Sci.*, 71:373-377.
- ICMSF. 1998. «Microbiología de los Alimentos. Características de los patógenos microbianos». Ed. Acribia, Zaragoza
- MATTHES, (1979). Cit. por SAUVEUR, B. y PICARD, M. (1987). Environmental effects on egg quality. In: *Egg Quality - Current Problems and Recent Advances*, Ed. Butterworths, U.K., pp.219-234.
- MENCH, J.A.; van TIENHOVEN, A.; MARSH, J.A.; McCORMICK, C.C.; CUNNINGHAM, D.L.; BAKER, R.C. (1986). Effects of cage and pen floor management on behaviour, production, and physiological stress responses in laying hens. *Poultry Sci.*, 65:1058-1069.
- MILLS, A.D.; MARCHE, M.; FAURE, J.M. (1987). Extraneous egg shell calcification as a measure of stress in poultry. *Brit. Poultry Sci.*, 27:325-337.
- MOINARD, C.; MORISSE, J.P. (1998). Etude de l' incidence de sept types de cages sur l'état sanitaire, les performances zootechniques, la physiologie et le comportement des poules pondeuses. *Sci. et Techn. Avic.*, 24:
- SAUVEUR, B. (1988). Reproduction des volailles et production d'oeufs. INRA, Paris, p. 429.
- SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE - Section Animal Welfare (1996). Report on welfare of laying hens. Eur. Commission, DG VI/BII.2, 146 pp.
- SOLOMON, S.E.; FRASER, A.C. (1998). Relación entre la calidad de los huevos, producción de los mismos y alojamiento de las aves. XXXV Symp. Sec. Esp. WPSA, Barcelona, pp. 65-75.
- TAUSON, R. (2000). Producción, salud y manejo en jaulas equipadas. XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Barcelona, Noviembre 2000, pp.31-48.
- TAUSON, R. (2001). Egg quality in furnished cages for layers-development, management, and comparison with other systems. Proc. IX Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Kusadasi, Turquía, 9-12/9/2001, pp. 93-100.
- van NIEKERK, T.C.G.M.; REUVENKAMP, B.F.J. (1997). Production and behaviour of laying hens in large group cages. Proc. 5th Eur. Symp. on Poultry Welfare, Wageningen, The Netherlands, pp. 145-146.
- van NIEKERK, T.C.G.M.; REUVENKAMP, B.F.J. (1999). Enriched cages for laying hens. *World Poultry*, vol. 15 (12), pp. 34-37.
- VERGA, M. (1999). Product quality and welfare indicators in laying hens. Proc. VIII Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products, Bologna, Italy, pp. 249-275.
- WALKER, A.W; HUGHES, B. O. (1998). Egg shell colour is affected by laying cage design. *British Poultry Science* 39: 696-699.