

## **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ALOJAMIENTO EN LA CALIDAD DEL HUEVO, Y SU EFECTO SOBRE EL BIENESTAR EN RAZAS DE GALLINAS ESPAÑOLAS**

García-Gil<sup>1</sup>, M., Torres<sup>1</sup>, O., Dávila<sup>1</sup>, S.G., Cabezas<sup>1</sup>, R., Castaño<sup>2</sup>, C., Toledano-Díaz<sup>2</sup>, A., Campo<sup>1</sup>, J.L. y Santiago-Moreno<sup>2</sup>, J.

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. <sup>1</sup>Dpto de Mejora Genética Animal, Ctra. de la Coruña, Km. 7,5, 28040 Madrid. <sup>2</sup> Dpto Reproducción Animal Avd. Puerta de Hierro Km 5,9, 28040 Madrid; ggil@inia.es

### **INTRODUCCION**

El uso de sistemas de alojamiento con acceso a pastos en la producción avícola está creciendo debido a la demanda de los consumidores de productos más “naturales” (carne y huevos) y procedentes de sistemas respetuosos con el bienestar animal (Sossidou et al., 2011). Elegir correctamente el mejor genotipo para este tipo de sistemas al aire libre es muy importante, tanto para la producción de carne como en la de huevos, en este sentido las razas tradicionales son las que se adaptarían mejor (Van de Weerd et al., 2009). Cuando se propone un tipo de sistema alternativo se debe tener en consideración la interacción entre el genotipo y el ambiente (Singh et al., 2009). No parece existir un acuerdo sobre la superioridad de un sistema de alojamiento sobre otro en relación con la calidad del huevo y el bienestar de las gallinas (Elson, 2008), por este motivo son necesarias investigaciones adicionales. Aunque algunos estudios indican que el sistema de alojamiento puede influir en la calidad del huevo, otros estudios no han encontrado efectos significativos. Holt et al. (2011) y Lay et al. (2011) hacen una revisión sobre el efecto de los diferentes tipos de alojamiento, en la calidad de los huevos y el bienestar de las gallinas respectivamente. Los trabajos existentes sobre los diferentes sistemas de alojamiento sin jaula, han demostrado que pueden afectar a unas características del huevo (internas, externas y nutricionales) pero no a otras (Krawczyk y Gornowicz, 2010; Krawczyk et al., 2011; Sekeroglu et al., 2008). Los sistemas en los que se alojan las gallinas también pueden influir en el bienestar de las aves Campo et al 2002, y que se puede controlar mediante indicadores específicos, como el cociente entre heterófilos y linfocitos (indicador de estrés fisiológico Gross y Siegel, 1983; Davis et al., 2008) y la duración de inmovilidad muscular es (indicador de miedo Gallup, 1979). El objetivo de este estudio es analizar la influencia del sistema de alojamiento, en la calidad de los huevos (externa, interna y nutricional) y su relación con el bienestar de las aves.

### **MATERIAL Y METODOS**

Se utilizaron un total de 360 gallinas procedentes de cuatro razas españolas con diferente fondo genético, todas estas razas forman parte del programa de conservación de gallinas del INIA iniciado en 1975 (Campo y Orozco, 1982; Campo, 1998). Las gallinas de cada una de las razas se alojaron a partir de las 20 semanas de edad en tres sistemas de alojamiento diferentes: sobre yacija (L), exteriores con acceso a pastos (OP) y exteriores sin acceso a pastos (O). La densidad de aves fue de 6 aves/m<sup>2</sup>, siendo la densidad en las áreas al aire libre de 2 aves/m<sup>2</sup>. Las aves se alimentaban con pienso estándar para reproductoras, conteniendo 16% PB, 2.700 kcal EM/kg, 3,5% Ca, y 0,5% P disponible, suministrando pienso y agua ad libitum. El sistema OP era móvil, el área de pasto cambiaba semanalmente para proporcionar a las gallinas de suficiente alimento y evitar la pérdida total del mismo. El pasto en el sistema OP incluía especies típicas de campos no cultivados. Se realizaron 5 réplicas de cada uno de los sistemas de alojamiento por raza. Se analizó tanto la calidad externa como interna, en un total de 1140 huevos (5 huevos de cada alojamiento, por raza y día, durante 19 días). La calidad nutricional se estudió en un total de 96 huevos escogidos al azar de los diferentes alojamientos y razas. A la edad de 36 semanas se evaluaron 5 aves de cada sistema de alojamiento y raza (una gallina de cada réplica, se realizaron un total de 5 réplicas), para la duración de la inmovilidad muscular (indicador de miedo; Gallup, 1979) y el cociente entre el número de heterófilos y linfocitos (indicador de estrés fisiológico; Gross y Siegel, 1983). Los datos de la inmovilidad muscular se transformaron logarítmicamente ya que no tiene una distribución normal, al igual que los del cociente entre heterófilos y linfocitos que se transformaron mediante la raíz cuadrada. Para el análisis de los datos se utilizó un análisis de varianza factorial en el que las razas y alojamiento se consideraron efectos fijos, y repeticiones se consideraron aleatorias. Cuando la repetición o sus interacciones no tenían diferencias significativas se incluían con el residuo para dar un efecto de análisis de varianza final con

dos factores (alojamiento-raza) y su interacción. Las diferencias significativas entre los alojamientos y las razas se determinaron mediante la prueba de rango múltiple de Student - Newman-Keuls (Snedecor and Cochran, 1980).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del efecto del sistema de alojamiento en la calidad externa e interna de los huevos se muestran en la Tabla 1. En la Tabla 2 se presentan los resultados del efecto del sistema de alojamiento en el contenido nutricional de los huevos analizados. La interacción entre el sistema de alojamiento y la raza, afecto significativamente a la mayoría de los caracteres de calidad externa e interna. Hubo dos formas en que se produjo esta interacción. Un sistema de alojamiento podría tener un efecto mayor en unas razas que en otras (interacción cuantitativa), o los sistemas de alojamiento pueden afectar el orden con respecto al mérito en las razas (interacción cualitativa). Este hecho confirma que se deben considerar las interacciones genotipo-ambiente cuando se proponen sistemas alojamiento alternativos (Singh et al., 2009), y que no existe una superioridad general de un sistema sobre otro. Sin embargo, esta interacción no afecto significativamente al contenido nutricional de los huevos. Huevos procedentes de gallinas alojadas en OP tenían un contenido mayor de Omega-3 y de ácido linoleico en la yema que los que se producían en los otros dos sistemas, estas diferencias pueden tener su origen en las distintas especies de plantas que componían el pasto, como la malva y la ortiga menor contienen una gran cantidad de ácidos grasos Omega-3, esto resultados coinciden con los publicados por Guil et al. (1996), Guil et al. 2003. No se encontraron diferencias significativas para el contenido de colesterol, lo que sugiere que las gallinas realizaban una actividad similar en los distintos alojamientos. Tampoco hubo diferencias significativas en el contenido de las vitaminas A y E. Las plantas (Simopoulos, 2004) e insectos (DeFoliart, 1991) contienen caroteno y vitaminas A y E, pero el claro aumento de los ácidos grasos Omega-3 no fue acompañado por un aumento significativo de las vitaminas A y E para gallinas del sistema OP en nuestro experimento. Nuestros resultados son similares a los Krawczyk et al. (2011) cuando comparábamos el sistema OP y el L. El sistema de alojamiento no afecto significativamente a la duración de la inmovilidad muscular, pero si al cociente entre heterófilos y linfocitos ( $P < 0.05$ ), siendo mayor en las gallinas alojadas en sistema OP (0.60) que las alojadas en el L (0.37) y las de los gallineros O (0.41). Este efecto significativo del cociente se debe a un aumento del número de heterófilos ( $P < 0.05$ ). La interacción entre el sistema de alojamiento y la raza no fue significativa en ninguno de los dos indicadores. Este aumento significativo del cociente en las aves alojadas en el sistema con acceso a pasto, que puede deberse a factores de comportamiento e inmunológicos asociados con este sistema de alojamiento. De nuestros resultados podemos concluir que ningún sistema de alojamiento analizado era en general superior a los otros, cada sistema tiene sus diferentes retos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campo, J. L. 1998. 6th World Congr. Genet. Appl. Livestock Prod. pp. 155-158.
- Campo, J. L., & Orozco, F. 1982. 2th World Congr. Genet. Appl. Livestock Prod pp, 88–93.
- Campo, J.L et al. 2008. Poult. Sci. 87: 621-626.
- Davis, A.K. et al. 2008. Funct. Ecol. 22: 760-772.
- DeFoliart, G.R. 1991. Food Insects News 4:1-4.
- Elson, H.A. 2008. Poult. Int. 47(3):10-14.
- Gallup, G.G. 1979. Anim. Behav. 27: 316-317.
- Gross, W.B. & Siegel, H.S. 1983. Avian Dis. 27: 972-979.
- Guil, J.L. et al. 1996. J. Chromat. A 719: 229-235.
- Guil, J.L. et al. 2003. J. Food Compos. Analysis 16: 111-119.
- Holt, P.S. et al. 2011. Poult. Sci. 90: 251-262.
- Krawczyk, J. & Gornowicz, E. 2010. Arch. Geflügelk. 74: 151-157.
- Krawczyk, J. et al. 2011. Arch. Geflügelk. 75: 151-157.
- Lay, D.C. et al. 2011. Poult. Sci. 90: 278-294.
- Sekeroglu, A.M. et al. 2008. Arch. Geflügelk. 72: 106-109.
- Simopoulos, A.P. 2004. Biol. Res. 37: 263-277.
- Singh, R. et al. 2009. Poult. Sci. 88: 256-264.
- Sossidou, E.N. et al. 2011. World's Poultry Science Journal 67: 47-58.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. 1980. 7th ed. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Van de Weerd, H. A. et al, 2009. Worlds Poult. Sci. J. 65: 649–684.

**Agradecimientos:** Trabajo financiado con el proyecto RZP2015-00002-00-00

**Tabla1.** Efecto del sistema de alojamiento y de la raza en la calidad interna y externa del huevo. Peso Huevo (PV), Índice Forma (IF), Gravedad Específica (GE), Color de Cáscara(CC), color yema (CY), Unidades Haug (UH)

Alojamiento	Raza	PV (gr)	IF (%)	GE(gr/cm <sup>3</sup> )	CC	CY	HG
OP <sup>1</sup>	Vasca	51,7 <sup>c,y</sup>	71,8 <sup>b,y</sup>	1,079 <sup>b,z</sup>	37,8 <sup>y</sup>	7,88 <sup>a</sup>	86,3 <sup>b,y</sup>
	Prat	56,8 <sup>a,x</sup>	71,0 <sup>b,y</sup>	1,089 <sup>b,x</sup>	62,2 <sup>b,x</sup>	7,66 <sup>a</sup>	87,0 <sup>y</sup>
	Castellana	56,4 <sup>ab,x</sup>	73,7 <sup>ab,x</sup>	1,086 <sup>c,y</sup>	72,0 <sup>b,w</sup>	7,69 <sup>a</sup>	90,6 <sup>x</sup>
	Villafranca	56,7 <sup>b,x</sup>	71,9 <sup>b,y</sup>	1,087 <sup>a,y</sup>	30,0 <sup>b,z</sup>	7,73 <sup>a</sup>	85,2 <sup>y</sup>
L <sup>1</sup>	Vasca	54,0 <sup>b</sup>	74,4 <sup>a,x</sup>	1,082 <sup>a,z</sup>	36,4 <sup>z</sup>	6,36 <sup>b,yz</sup>	90,1 <sup>a,y</sup>
	Prat	54,3 <sup>b</sup>	71,0 <sup>b,y</sup>	1,087 <sup>c,x</sup>	64,1 <sup>a,y</sup>	6,29 <sup>b,z</sup>	87,3 <sup>y</sup>
	Castellana	54,7 <sup>b</sup>	75,0 <sup>a,x</sup>	1,088 <sup>bc,x</sup>	72,8 <sup>b,x</sup>	6,53 <sup>c,xy</sup>	93,2 <sup>x</sup>
	Villafranca	55,1 <sup>b</sup>	71,3 <sup>b,y</sup>	1,084 <sup>b,y</sup>	34,9 <sup>a,z</sup>	6,64 <sup>b,x</sup>	87,4 <sup>y</sup>
O <sup>1</sup>	Vasca	55,5 <sup>a,z</sup>	74,6 <sup>a,x</sup>	1,082 <sup>a,z</sup>	37,6 <sup>y</sup>	6,37 <sup>b,z</sup>	92,3 <sup>a,x</sup>
	Prat	55,4 <sup>b,z</sup>	72,3 <sup>a,z</sup>	1,093 <sup>a,w</sup>	65,5 <sup>a,x</sup>	6,22 <sup>b,z</sup>	86,5 <sup>y</sup>
	Castellana	56,9 <sup>a,y</sup>	73,3 <sup>b,y</sup>	1,090 <sup>a,x</sup>	74,8 <sup>a,w</sup>	6,96 <sup>b,x</sup>	91,5 <sup>x</sup>
	Villafranca	58,7 <sup>a,x</sup>	73,5 <sup>a,y</sup>	1,088 <sup>a,y</sup>	29,0 <sup>b,z</sup>	6,60 <sup>b,y</sup>	84,6 <sup>y</sup>
CME <sup>2</sup>		22,0	0,0012	0,000034	36,7	0,67	74,0

<sup>a-c</sup> Medias raza con exponente diferente difieren significativamente (P < 0,05), <sup>w-z</sup> Medias de alojamiento con exponente diferente significativamente (P < 0,05), <sup>1</sup> OP, L, and O = salida al exterior con, acceso a pasto, yacija, y exterior sin pasto. <sup>2</sup>Cuadrado Medio del Error.

**Tabla2.** Efecto del sistema de alojamiento y la raza en la composición nutritiva del huevo: Colesterol (Col), Omega-3 en yema (n-3y), Omega3 en grasa(n-3g), ácido linoleico (ALA), Ácido docosapentanoico (DPA), Ácido docosahexaenoico (DHA)

Efecto	Col (mg/g yema)	n-3y (mg/g yema)	n-3g (mg/g grasa)	C 18:33 (mg/g grasa)	DPA (mg/g grasa)	DHA (mg/g grasa)	Vit A (IU/g yema)	Vit E (mg/g yema)
<b>Alojamiento</b>								
OP	14,1	2,37 <sup>a</sup>	8,56 <sup>a</sup>	3,64 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	3,82 <sup>a</sup>	1,69	0,07
L	13,3	1,98 <sup>b</sup>	7,33 <sup>b</sup>	2,98 <sup>b</sup>	0,93 <sup>a</sup>	3,42 <sup>ab</sup>	1,96	0,08
O	13,4	1,84 <sup>b</sup>	6,62 <sup>b</sup>	2,90 <sup>b</sup>	0,63 <sup>b</sup>	3,09 <sup>b</sup>	1,75	0,07
CME <sup>2</sup>	1,39	0,06	0,42	0,26	0,07	0,19	1,03	0,002

<sup>a-b</sup> Medias para el mismo efecto y carácter con distinto superíndice difieren significativamente (P < 0,05). <sup>1</sup> OP, L, and O = salida al exterior con acceso a pasto, yacija, y exterior sin pasto. <sup>2</sup> Cuadrado Medio del Error.

## EFFECT OF HOUSING SYSTEM ON EGG QUALITY AND WELFARE INDICATORS IN SPANISH HENS BREEDS

**ABSTRACT** The aim of the present work was to examine the influence of access to pasture in an outdoor housing system on the quality of eggs (external, internal, and nutritional), the welfare, rooster sperm quality and response to cryopreservation, from five Spanish breeds with different genetic background, housed in three different systems: indoor litter floor pens (L), outdoor with pasture access (OP), and outdoor without pasture access (O), with group (OP) given daily access to a grazing area containing plant species that typically grow on uncultivated Mediterranean land. In addition, two welfare indicators were examined: the heterophil/lymphocyte (H/L) ratio, and the duration of tonic immobility (TI). Our specific results demonstrated that all egg quality measurements and the yolk nutrient content were affected by the interaction between the housing system and the breed and that a housing system is neither better nor worse per se than another. It appears that no single housing system is ideal from a hen welfare perspective, and each system has its unique challenges. The unexpected increase of H/L ratio in the OP birds may be due to behavioral and immunological factors associated with this management system.

**Key words:** welfare, eggs quality, housing system