

J.A. Miguel, B. Asenjo, J. Ciria y J.L. Calvo

**DESCRIPCIÓN DEL CRECIMIENTO DE TRES TIPOS GENÉTICOS
DE GALLINAS ESPAÑOLAS Y UNA LÍNEA COMERCIAL SASSO.
EFECTO DEL TIPO DE ALOJAMIENTO**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **105** N.º 1 (7-16), 2009

Descripción del crecimiento de tres tipos genéticos de gallinas españolas y una línea comercial sasso. Efecto del tipo de alojamiento

J.A. Miguel¹, B. Asenjo, J. Ciria y J.L. Calvo

Área de Producción Animal. E.U. de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid).
Campus Universitario. 42004 Soria

¹ Autor para correspondencia: telf.: 975129404, email: jangel@agro.uva.es

Resumen

En este trabajo se estiman los parámetros de las curvas de crecimiento según el modelo de Gompertz-Laird de pollos de raza Castellana Negra (CN), la Penedesenca Negra (PN) y la Empordanesa Roja (ER), dos tipos genéticos mejorados en la Unidad de Genética Avícola del IRTA en Mas Bové que se emplean en aquella zona para la producción de pollo label, y además de una línea semipesada SASSO (SS), todos ellos criados en cautividad y en libertad en la provincia de Soria. Se controló el peso individual de 90 pollos de cada tipo genético hasta las 14 semanas de vida. La Castellana Negra presentó un menor crecimiento relativo por semana que los otros tres tipos estudiados ($0,579 \text{ semanas}^{-1}$ vs $0,737\text{-}0,805 \text{ semanas}^{-1}$) también el peso estimado a la madurez fue inferior (2583 g vs 3195-4050 g). El decrecimiento relativo de L tras el punto de inflexión fue superior en PN ($0,184 \text{ semanas}^{-1}$), el menor en CN ($0,140 \text{ semanas}^{-1}$) e intermedio SS y ER ($0,163$ y $0,172 \text{ semanas}^{-1}$, respectivamente). La edad de máximo crecimiento se alcanzó antes en PN y ER (8,0 y 8,7 semanas) que en SS y CN (9,2 y 10,1 semanas). El peso a la madurez fue más elevado en animales criados en cautividad en PN y SS (+267 g y +180 g, respectivamente), mientras que fue superior cuando se criaban con acceso a parques exteriores para CN y ER (+140 g y +47 g, respectivamente).

Palabras clave: Calidad diferenciada, curvas de crecimiento, medio ambiente, razas autóctonas.

Summary

Growth modelling in three Spanish chicken genetics types and a COMMERCIAL line SASSO. Effect of the type of housing

The growth rate of chickens from the Castellana Negra (CN), two genetics types of indigenous Catalonian breeds improved in the Unit of Genetic Poultry from IRTA in Mas Bové, the Penedesenca Negra (PN) and the Empordanesa Roja (ER), and a commercial semi-heavy SASSO line (SS) were compared by means of the Gompertz-Laird growth curve. Experiment was conducted in the province of Soria (North Central Spain). Birds were reared either in captivity or in free-range systems. It was controlled the individual weight of 90 chickens of each genetic type until 14 life weeks. Castellana Negra showed a lower initial growth rate than the other 3 genotypes (0.579 wk^{-1} vs $0.737\text{-}0.805 \text{ wk}^{-1}$) and reached a lower asymptotic weight (2583 g vs 3195-4050 g). Decrease of growth rate after inflection was greater in PN (0.184 wk^{-1}), lower in CN (0.140 wk^{-1}) and intermediate in SS and ER (0.163 wk^{-1} and 0.172 wk^{-1}). Maximum growth rate was reached at a lower age in PN and ER birds (8.0 wk and 8.7 wk) than in SS and CN birds (9.2 wk and 10.1 wk). Weight at maturity was higher for birds reared in captivity in PN and SS (+267 g and +180 g), for birds reared in free-range in CN and ER (+140 g and +47 g).

Key words: Differential quality, growth curve, environment, indigenous breeds.

Introducción

En los últimos años observamos una tendencia a la diversificación de los productos de origen animal como consecuencia de la segmentación en el mercado y del desarrollo de políticas de calidad impulsadas por la U.E. Los intereses del consumidor, la seguridad alimentaria, el respeto por el medio ambiente por parte de los procesos productivos, el bienestar animal o el desarrollo rural son los componentes más importantes de las políticas nacionales y de la U.E. en materia de producción animal. En este contexto la utilización de razas autóctonas se plantea como una alternativa interesante para lo que se vienen denominando producciones alternativas (label, ecológico, capones ...)

Desde hace varios años, en el Área de Producción Animal de la E.U. de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid) se está desarrollando un proyecto de caracterización genética y productiva de la raza autóctona de gallinas Castellana Negra (Miguel, 2003), ya que por sus características puede constituir una base genética importante para las explotaciones alternativas; puesta campera y ecológica, producción de pollo label y ecológico, producción de capones, etc. (Ciria *et al.*, 1999; Ciria *et al.*, 2000; Ciria *et al.*, 2001; Miguel *et al.*, 2001; Miguel *et al.*, 2002; Miguel 2003). Otras razas autóctonas como la Penedesenca Negra y la Empordanesa Roja están siendo mejoradas desde la Unidad de Genética Avícola del IRTA (Reus, Tarragona) para ser usadas, especialmente en Cataluña, en este tipo de producciones.

El uso de modelos matemáticos para estimar y evaluar el crecimiento ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores (Knizetova *et al.* 1991) y la comparación de diferentes modelos de crecimiento revisada y analizada recientemente por Mignon-Grasteau y Beaumont (2000a). El de Gompertz-Laird (Laird *et al.*, 1965) es uno de los modelos matemáticos

más utilizado por los investigadores para describir del crecimiento de aves de corral, sobretodo en líneas comerciales (Tzeng y Becker, 1981; Pasternak y Shalev, 1983; Barbato, 1991; Knizetova *et al.*, 1991; Hancock *et al.*, 1995; Gous *et al.*, 1999; Aggrey, 2002).

Así pues, el objetivo de este trabajo es la descripción del crecimiento de tres tipos genéticos procedentes de razas autóctonas españolas (Castellana Negra, Penedesenca Negra mejorada y Empordanesa Roja mejorada) y el del tipo genético más utilizado en Europa para la producción de pollo label (SASSO de cuello pelado), cuando los animales se crían en cautividad o con acceso al aire libre (en condiciones de alojamiento cercanas a las exigidas por la normativa para la producción ecológica) en la provincia de Soria. Para ello se utilizó el modelo de Gompertz-Laird para explicar los pesos obtenidos a lo largo del crecimiento de los pollos en función de la edad.

Materiales y Métodos

Material animal y manejo

Se utilizaron 90 pollos de cada uno de los cuatro tipos genéticos; Castellana Negra (CN), SASSO L-451N (SS) y los productos mejorados en el Centro Mas Bové del IRTA (Francesch *et al.*, 1997); Penedesenca Negra mejorada (PN), Empordanesa Roja mejorada (ER). Los pollitos de las razas españolas nacieron el mismo día en las instalaciones del IRTA y los de SASSO fueron suministrados por un criador de la provincia de Soria. Los animales de cada tipo genético se dividieron al azar en dos grupos, uno para cría en cautividad, con una densidad aproximada de 6 animales/m², y otro con salida a parques exteriores una vez alcanzaban las 6 semanas de edad, con una disponibilidad de superficie exterior de 2 m²/animal.

La alimentación fue *ad libitum* desde el primer día de vida e idéntica en todos los lotes, utilizándose un pienso desde el nacimiento hasta las 6 semanas y otro hasta el final de estudio, con las composiciones comerciales que aparecen recogidas en la tabla 1.

Desde el nacimiento hasta las 4 semanas de vida, los animales se pesaron individualmente cada dos días con el fin de ajustar la curva de crecimiento, y desde las 4 hasta las 14 semanas el control de pesos individual se realizó bisemanalmente.

Análisis estadístico

Se utilizó la fórmula de Gompertz-Laird (Laird et al., 1965) para describir el crecimiento de los animales. Los pesos individuales de los animales se ajustaron al modelo

por el procedimiento de regresión no lineal del programa informático SPSS (1999).

$$W_t = W_0 \times \exp\left[\frac{L}{K}(1 - \exp(-Kt))\right]$$

Donde: W_t : peso vivo en un momento t (g). W_0 : peso vivo inicial (g). L : máximo crecimiento relativo (por unidad de tiempo) (t^{-1}). K : máximo decrecimiento relativo de L tras el punto de inflexión (t^{-1}).

Del modelo se derivan los siguientes parámetros: t_i : edad en el punto de inflexión (semanas). W_i : peso vivo en el punto de inflexión (g). W_A : peso vivo a la madurez, peso vivo asintótico (g). Se calculó también el grado de madurez de los animales a las 14 semanas de vida (G_m), se pretendía que este parámetro fuera una estimación de cuanto les quedaba a los animales para alcanzar su peso adulto.

Tabla 1. Ingredientes y composición química del alimento
Table 1. Ingredients and chemical composition of food

Ingredientes	0-6 semanas	6-14 semanas
Trigo	10,00%	-
Maíz	47,40%	63,90%
Gluten 60	11,90%	8,80%
Soja extrusionada	15,00%	20,00%
Soja 48	11,20%	3,30%
Carbonato cálcico	1,40%	1,20%
Fosfato bicálcico	2,00%	1,60%
Sal	0,36%	0,36%
Corrector mineral	0,20%	0,20%
DL-Metionina	0,002%	-
L-Lisina HCl	0,31%	0,35%
Cloruro de colina 50%	0,05%	-
Corrector vitamínico	0,4%	0,4%
Nicarbazín	55,00 mg/kg	55,00 mg/kg
Composición química real		
Proteína bruta	22,52%	18,17%
Fibra bruta	3,37%	2,79%
Extracto etéreo	5,21%	5,74%
Cenizas	5,77%	4,49%
Energía metabolizable	3.181 kcal/kg	3.292 kcal/kg

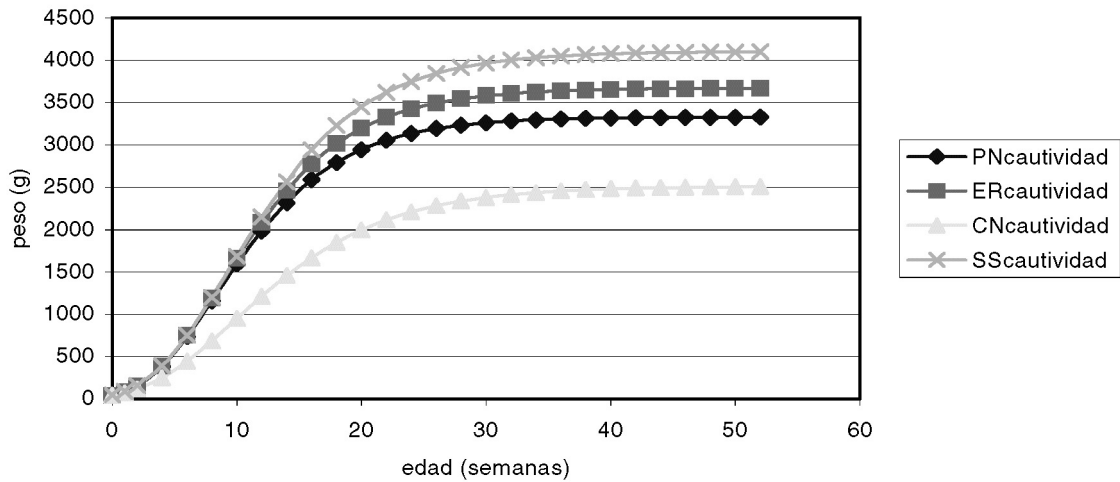


Figura 1. Curvas de crecimiento, estimadas según el modelo, para los pollos criados en cautividad.
 Figure 1. Growth curves, estimate according to the model, for the chickens bred in captivity.

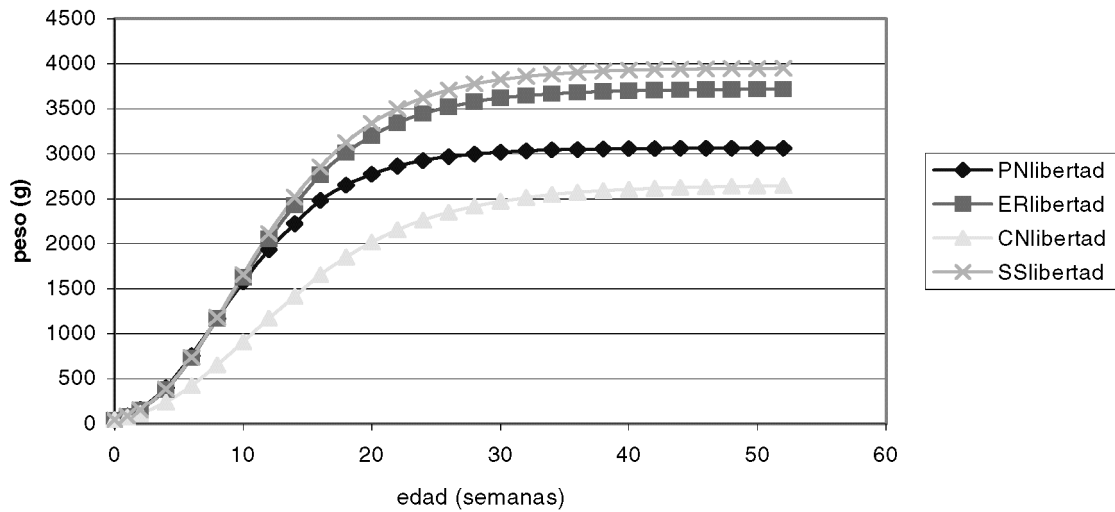


Figura 2. Curvas de crecimiento, estimadas según el modelo, para los pollos criados en libertad.
 Figure 2. Growth curves, estimate according to the model, for the chickens bred in in free-range.

Resultados

En la tabla 2 se presentan los parámetros estimados y derivados para el modelo utilizado en función de los cuatro tipos genéticos y su sistema de alojamiento (en cautividad o con posibilidad de acceder al aire libre), pudiendo observarse el alto grado de ajuste del modelo (R^2).

Los pollos de Castellana Negra criados en libertad presentaron menor crecimiento antes del punto de inflexión, pero también fue menor el decrecimiento de este después de ese punto, llegando a él con mayor edad y mayor peso lo que hizo prever un peso a la madurez también superior a los pollos criados en cautividad.

En lo que respecta a los genotipos catalanes, en la raza Penedesenca Negra se observó que el máximo crecimiento relativo por semana antes del punto de inflexión, fue ligeramente superior en los animales criados en libertad, y que también resultó superior el máximo decrecimiento tras ese punto en los animales criados con posibilidad de salida al aire libre. Respecto a la raza Empordanesa Roja, se observó que tampoco hubo diferencias en el máximo crecimiento relativo por semana antes del punto de inflexión, pero sí en el decrecimiento de este después de ese punto, siendo superior en los animales criados en cautividad.

Los valores para el punto de inflexión (edad y peso) y para el peso a la madurez fueron ligeramente superiores en los animales criados en libertad que en los que lo eran en cautividad, siendo el grado de madurez ligeramente inferior. En lo que respecta a la estimación del peso adulto, hay que señalar que para tener una aproximación más real a este, quizás sería conveniente tener valores de peso vivo más allá de las 14 semanas.

Para la línea semipesada SASSO se observó que fue ligeramente inferior la edad y el peso con el que llegan al punto de inflexión del crecimiento, siendo igualmente ligeramente inferior el peso que se estimó a la madurez para los animales criados en libertad.

Respecto a la cría en cautividad, se observa que la raza Castellana Negra presentó la menor velocidad de crecimiento relativo por semana antes del punto de inflexión. También en la Castellana fue donde menos disminuyó esta velocidad de crecimiento después de ese punto, seguida de la línea SASSO, de la Empordanesa Roja y por último de la Penedesenca Negra.

A las 14 semanas los animales de la raza Castellana Negra criados en cautividad fueron los que menor grado de madurez presentaron (se trata de una raza de animales de crecimiento lento), y los que más los de los dos genotipos catalanes.

Respecto a la cría en libertad se observó algo similar a lo comentado para la cría en cautividad, acentuándose la diferencia en el decrecimiento de la velocidad de crecimiento tras el punto de inflexión en las razas catalanas. Fue la raza Penedesenca Negra la que presentó mayor valor, seguida de la Empordanesa Roja. El grado de madurez a las 14 semanas fue superior en la raza Penedesenca que en la Empordanesa, mientras que en la cría en cautividad estos eran iguales. A la vista de estos datos parece ser que la raza Empordanesa Roja se adaptó mejor a la cría en libertad que la Penedesenca Negra.

Como puede observarse en la tabla 3, los pesos observados se fueron ajustando mejor a los estimados según el modelo a medida que los animales tenían más edad.

Tabla 2. Parámetros estimados y derivados del modelo para los cuatro genotipos estudiados criados en cautividad o con acceso a parques exteriores

Table 2. Estimate of growth curve parameters for the four genotypes when reared in captivity or in free-range systems

	W_0 (g)	L (semanas ⁻¹)	K (semanas ⁻¹)	t_i (sem.)	W_i (g)	W_A (g)	Gm	R ²
CN-C	40,9 ± 1,0	0,593 ± 0,007	0,144 ± 0,009	9,82	923	2513	0,58	0,95
CN-Lb	41,7 ± 1,1	0,565 ± 0,007	0,137 ± 0,010	10,47	975	2653	0,53	0,96
PN-C	40,3 ± 1,7	0,791 ± 0,014	0,179 ± 0,002	8,25	1224	3329	0,68	0,97
PN-Lb	40,2 ± 2,1	0,819 ± 0,019	0,189 ± 0,002	7,75	1125	3062	0,70	0,97
ER-C	40,3 ± 1,6	0,785 ± 0,013	0,174 ± 0,001	8,65	1348	3670	0,68	0,96
ER-Lb	41,3 ± 1,6	0,765 ± 0,013	0,170 ± 0,002	8,84	1366	3717	0,66	0,97
SS-C	44,9 ± 0,4	0,736 ± 0,04	0,163 ± 0,005	9,24	1508	4140	0,62	0,98
SS-Lb	44,0 ± 1,4	0,738 ± 0,020	0,164 ± 0,003	9,17	1454	3960	0,63	0,98

CN: Castellana Negra; PN: Penedesenca Negra; ER: Empordanesa Roja; SS: SASSO

C: cautividad, Lb: libertad

W_0 : peso vivo inicial (g)

L: máximo crecimiento relativo (por semana) (t^{-1})

K: porcentaje de decrecimiento de L (por semana) (t^{-1})

t_i : edad en el punto de inflexión (semanas) = $(1/K)\ln(L/K)$

W_i : peso vivo en el punto de inflexión (g) = $W_0 \exp[(L/K)^{-1}]$

W_A : peso vivo a la madurez (g) = $W_0 \exp(L/K)$

Gm: grado de madurez a las 14 semanas = $\text{Peso } 14 \text{ semanas}/W_A$

Tabla 3. Pesos observados y estimados según el modelo (en gramos) de los cuatro genotipos criados en cautividad o con acceso a parques exteriores
 Table 3. Weight in grams observed and estimated liveweights (in grams) of the four genotypes when reared in captivity or in free-range systems

Edad (sem.)	CN-C		CN-Lb		PN-C		PN-Lb		ER-C		ER-Lb		SS-C		SS-Lb	
	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE
4	243,1	248,2	240,3	237,6	344,7	385,9	352,3	396,4	362,7	387,1	363,1	370,3	392,4	390,4	414,2	393,4
6	405,8	442,9	385,1	401,6	689,7	739,2	710,1	759,7	702,7	719,6	687,2	733,7	754,4	751,2	765,9	736,6
8	634,3	683,9	595,4	637,1	1155,3	1164,4	1167,3	1178,3	1197,2	1195,6	1140,1	1191,3	1169,5	1204,8	1192,3	1179,8
10	991,1	947,2	972,3	963,5	1595,4	1599,7	1600,1	1599,7	1623,4	1662,3	1608,3	1633,9	1707,0	1699,9	1624,4	1654,5
12	1240,2	1209,1	1197,5	1161,8	2068,0	1997,3	1995,9	1995,9	2159,9	2097,5	2133,7	2070,9	2148,3	2167,2	2110,3	2111,4
14	1477,3	1452,1	1405,4	1406,4	2258,2	2232,7	2169,5	2252,2	2519,4	2472,6	2473,3	2451,3	2541,2	2568,5	2516,1	2517,9

CN: Castellana Negra; PN: Penedesenca Negra; ER: Empordanesa Roja; SS: SASSO
 C: cautividad, Lb: libertad, PO: peso observado, PE: peso estimado

Discusión

No ha sido fácil encontrar trabajos con razas autóctonas en los que se haya utilizado el modelo de Gompertz-Laird para describir y predecir el crecimiento, sí se han encontrado más trabajos realizados con líneas industriales.

Se observa que la raza Castellana Negra se comporta como una raza ligera, tanto en el crecimiento relativo inicial, deceleración del crecimiento tras el máximo y peso final. Miguel (2003) trabajando con pollos de esta raza alojados en cautividad hasta las 20 semanas encontró valores algo inferiores tanto en la L (0,576) como en la K (0,136), acercándose más estos valores a los encontrados en este estudio con los animales alojados en libertad. También la edad en el punto de inflexión del crecimiento fue inferior en este estudio que en aquel (10,61 semanas), siendo también los pesos en este punto y a la madurez inferiores aquí.

Respecto a los tipos genéticos catalanes hay que recordar que se trata de productos mejorados y que en la bibliografía consultada se han encontrado referencias en algunos casos a las razas, así Francesch *et al.* (1993) trabajando con las razas Penedesenca Negra y Empordanesa Roja en cautividad, obtuvieron a las 14 semanas 1.669 y 2.224 gramos para la Penedesenca Negra, antes y después de realizado un programa de mejora genética en peso y de 1.750 y 2.337 para la Empordanesa Roja, antes y después de la mejora, respectivamente. Los resultados de las poblaciones mejoradas están en la línea de los encontrados en este trabajo. Francesch (1998) encontró pesos de 2.190 gramos a las 14 semanas en pollos de la raza Penedesenca negra y de 2.335 gramos en la Empordanesa Roja. También Muriel *et al.* (1997 y 1999) para las razas catalanas Penedesenca Negra y Empordanesa Roja, obtuvieron pesos similares a los encontrados en este trabajo.

Respecto al grado de madurez, Villalba et al. (2001) trabajando con la raza Penedesenca Negra seleccionada por peso vivo y ángulo de pechuga obtuvieron un grado de madurez a las 20 semanas del 95% y con la misma raza seleccionada por puesta y peso del huevo del 87%. Villalba et al. (2001) obtienen un grado de madurez a las 20 semanas para pollos broiler del 98%, resultados similares a los encontrados por Knizetova et al. (1991).

Sí se han encontrados algunos trabajos referentes a la modelización del crecimiento con la fórmula de Gompertz-Laird en poblaciones de animales utilizados en la producción industrial.

Aggrey (2002) señala que aquellos individuos que presenta un menor crecimiento relativo inicial (L) alcanzan la edad de máximo crecimiento antes (t_c) y por lo tanto presentan una mayor deceleración de la velocidad de crecimiento (K) que los animales cuyo máximo crecimiento relativo es superior, cuando se utiliza el modelo de Gompertz-Laird para ajustar los datos. Esto ocurre en este caso donde son las hembras las que presentan un menor valor de L, alcanzando antes la edad de máximo crecimiento y con una K mayor que los machos. Aggrey (2002) utilizó el modelo de Gompertz-Laird (Laird et al., 1965) para describir el crecimiento de pollos de raza Athens-Canadian (raza que alcanza a las 20 semanas pesos de 2.100 g los machos y 1.600 g las hembras, aproximadamente) hasta los 170 días de edad. Obtuvo un peso inicial de los animales superior al nuestro (44,6 g).

En otros estudios realizados, todos ellos con líneas comerciales de pollos para carne, se obtienen unos valores de L muy superiores a los encontrados por nosotros para la raza Castellana. Así, algunos autores como Tzeng y Becker (1981) encuentran un valor de 1,323 para machos; Pasternak y Shalev (1983) valo-

res entre 1,246 y 1,428 para machos; Barbato (1991) indica valores de 1,281; Hancock et al. (1995) de 1,197-1,239. Laird (1966) obtiene resultados más próximos a los encontrados por nosotros (aunque también superiores), de 0,104 para animales de tipo cárnico (tanto machos como hembras) y de 0,749 en animales de puesta. Sólo este equipo encuentra mayores valores de L en hembras que en machos, cosa que no ocurrió en la raza Castellana Negra.

También los valores de K en estas líneas comerciales son superiores a los encontrados en este estudio, Barbato (1991), Gous et al. (1999) y Hancock et al. (1995) no encuentran diferencias entre sexos para este parámetro y lo sitúan entre 0,252 y 0,266. Para Pasternak y Shalev (1983) K toma valores de 0,217-0,287, lo mismo ocurre en el estudio realizado por Laird (1966) que obtiene valores de 0,182. Cuando este mismo autor trabaja con líneas de puesta (Laird, 1966) también obtiene valores similares (0,196). Barbato (1992) también en líneas seleccionadas por peso y trabajando con animales pesados sin sexar hasta los 42 días obtiene resultados de 0,602 para L y de 0,070 para K.

Los resultados recogidos de la bibliografía más parecidos a los recogidos en este trabajo son los obtenidos con animales autóctonos que no han sido seleccionados. Barbato (1991) obtiene 0,714 en lo que respecta al máximo crecimiento relativo (L) y de 0,154 para la deceleración de este (K). Mignon-Grasteau et al. (1999) indican valores de 0,700 para L y de 0,161 para K. Mignon-Grasteau et al. (2000b) obtienen resultados algo inferiores (0,672 para el valor de L y de 0,154 para K).

Todos los estudios realizados con líneas comerciales obtuvieron edades de máximo crecimiento mucho más tempranas, así trabajando con tipos cárnicos de estas líneas, Laird (1966) obtiene valores de 7,67 sema-

nas; Paternak y Shalev (1983) de 5,58-6,64; Barbato (1991) de 5,85; Knizetova et al. (1991) de 6,88-7,95. Con tipos de puesta comerciales, Laird (1966) obtiene 7,01 semanas. Solamente los resultados obtenidos por Knizetova et al. (1985) son similares a los obtenidos en nuestro estudio, observando valores de 9,1 semanas para machos de tipo cárnico comercial y de 10,54 para animales de puesta.

En los trabajos realizados con líneas mejoradas por peso, Zelenka et al. (1986) obtienen una edad de máximo crecimiento en hembras de 7,14 semanas para líneas pesadas y de 17,14 para líneas ligeras. Mignon-Grasteau et al. (1999) indican valores para machos de 8,25-10,27. Mignon-Grasteau et al. (2000b) obtienen 8,45-11,97 semanas. En líneas no seleccionadas, Leclercq et al. (1989) observaron 7,75 semanas en líneas magras y 7,72 semanas en líneas grasas; Barbato et al. (1991) de 9,75 semanas, Mignon-Grasteau et al. (1999) de 9,37 semanas y Mignon-Grasteau et al. (2000b) de 9,8 semanas.

A la vista de los resultados, se puede concluir que los pollos de la raza Castellana Negra (con un crecimiento cercano al descrito para genotipos no mejorados) y los del tipo genético mejorado de Empordanesa Roja (en ambos casos animales de gran temperamento y actividad) se adaptaron mejor a la cría en la libertad, aunque existen otras muchas variables en este tipo de producción que se deben tener en cuenta (mortalidad, por ejemplo). Por el contrario, los pollos de Penedesenca Negra y SASSO parece ser que se adaptaron mejor a la cría en cautividad.

Referencias bibliográficas

Aggrey SE, 2002. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Sci.*, 81, 1782-1788.

Barbato GF, 1991. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens *Theor. Appl. Genet.*, 83, 24-32.

Barbato GF, 1992. Divergent selection for exponential growth rate at fourteen or forty-two days of age. I. Early responses. *Poultry Sci.*, 71, 1985-1993.

Ciria J, Francesch A, Asenjo B, Gómara R, Pérez R, Ribas M, 1999. Crecimiento, características de la canal y aceptación organoléptica de tres tipos de pollo campero en la provincia de Soria. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA Volumen Extra, Número 20- Tomo I, 176-178.

Ciria J, Asenjo B, Miguel JA, Casado AB, 2000. Caracterización de la carne de la raza Castellana Negra. Actas del XXXVII Symposium de la Sección Española de la WPSA, Barcelona, 143-147.

Ciria J, Asenjo B, Miguel JA, Acevedo E, Andrés C, 2001. Caracterización instrumental de la carne de pollo procedente del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra. IX Jornadas sobre Producción Animal. ITEA Volumen Extra, Número 22- Tomo II, 673-675.

Francesch A, Pardo C, Esteve-García E, Alamirall M, 1993. Resultados de la mejora genética de las razas de gallinas Penedesenca Negra y Empordanesa Roja en producción de carne. Crecimiento y rendimientos de los productos finales. XXX Symposium de Avicultura Científica. Sección Española de la WPSA. 289-297.

Francesch A, Estany J, Alonso L, Iglesias M, 1997. Genetic parameters for egg number, egg weight, and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *Poultry Sci.*, 76, 1627-1631.

Francesch A, 1998. Funcionamiento de la conservación de razas de gallinas autóctonas en Cataluña. *Archivos de Zootecnia*, 47, 141-148.

Gous RM, Morán ET, Stilborn HR, Bradford GD, Emmans GC, 1999. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. *Poultry Sci.*, 78, 812-821.

- Hancock E, Bradford GD, Emmans GC, Gous RM, 1995. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. *Br. Poultry Sci.*, 36, 247-264.
- Knizetov, H, Hyanek J, Hajkova H, Knize B, Siler R, 1985. Growth curves of chickens with different type of performance. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 102, 256-270.
- Knizetova H, Hyanek J, Knize B, Roubicek J, 1991. Analysis of growth curves in fowl. I: Chickens. *Br. Poult. J.*, 32, 1027-1038.
- Laird AK, Tyler SA, Barton AD, 1965. Dynamics of normal growth. *Growth*, 29, 233-248.
- Laird AK, 1966. Postnatal growth of birds and mammals. *Growth*, 30, 349-363.
- Leclercq B, Guy G, Rudeaux F, 1989. Growth characteristics and lipid distribution in two lines of chickens selected for low or high abdominal fat. *Genet. Sel. Evol.*, 21, 69-80.
- Mignon-Grasteau S, Beaumont C, Le Bihan-Duval E, Poivey JP, De Rochambeau H, Ricard, FH, 1999. Genetics parameters of growth curve parameters in male and female chickens. *Br. Poultry Sci.*, 40, 1, 44-51.
- Mignon-Grasteau S, Beaumont C, 2000a. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRA Prod. Anim.*, 13, 337-348.
- Mignon-Grasteau S, Piles M, Varona L, Poivey JP, De Rochambeau H, Blasco A, Beaumont C, Ricard FH, 2000b. Genetics analysis of growth curve parameters for male and female chickens resulting from selection on shape of growth curve. *J. Anim. Sci.*, 78, 2515-2524.
- Miguel JA, Ciria J, Asenjo B, Calvo JL, Ruiz MT, 2001. Comparación de la composición de la canal de pollos de la raza Castellana Negra con pollos procedentes del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra. IX Jornadas sobre Producción Animal. ITEA Volumen Extra, Número 22- Tomo II, 670-673.
- Miguel JA, Asenjo B, Ciria J, De Casas C, Martínez R, 2002. Study of the sensorial quality of the meat in non-castrated and castrated male of the native breed of chicken Castellana Negra. *Actas del 46th Congreso de ICoMS. Roma.*
- Miguel JA, 2003. Caracterización productiva y genética de una población de gallinas de raza Castellana Negra. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Muriel A, Solana J, Cancho M, 1997. Resultados productivos y composición de la canal de dos cruces de pollos de carne criados en libertad. *Archivos de Zootecnia.* 46, 239-247.
- Muriel A, Martín M, Pascual MR, 1999. Producción de pollos criados en libertad en Extremadura. Publicaciones de la Secretaria General Técnica de la Junta de Extremadura, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- Muriel A, 2003. Primeros resultados de la producción de capones de la raza Extremeña Azul criados en libertad. X Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. Vol. Extra Número 24- Tomo I, 229-231.
- Pasternak H, Shalev BA, 1983. Genetic-economic evaluation of traits in a broiler enterprise: reduction of food intake due to increased growth rate. *Br. Poultry Sci.*, 24, 531-536.
- Sánchez B, 2001. Valoración de los parámetros productivos para la tipificación del capón de Villalba. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- SPSS base 10.0 for windows user's guide (1999). SPSS Inc., Chicago IL.
- Tzeng RY, Becker WA, 1981. Growth patterns of body and abdominal fat weight in male broilers chickens. *Poultry Sci.*, 60, 1101-1106.
- Villalva D, Cubiló MD, Tor M, Solanes X, Molina E, Francesch A, Estany J, 2001. Diferencias de crecimiento entre dos líneas de gallinas de raza Penedesenca Negra y un broiler. ITEA. IX Jornadas sobre Producción Animal. Volumen Extra, Número 22- Tomo I, 93-95.
- Zelenka DJ, Dunnington EA, Siegel PB, 1986. Growth to sexual maturity of dwarf and non-dwarf White Rock chicken divergently selected for juvenile body. *Theor. Appl. Genet.*, 73, 61-65.

(Aceptado para publicación el 9 de septiembre de 2008)