

Patrón de crecimiento de híbridos experimentales para la producción de pollo campero

Growth pattern of experimental hybrids for free range broiler production

Dottavio^{1,3}, A.M., Álvarez¹, M., Canet¹, Z.E., Font^{2,3}, M.T. y Di Masso^{1,2,3}, R.J.

Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Veterinarias

Instituto de Genética Experimental. Facultad de Ciencias Médicas

CIC - Universidad Nacional de Rosario

Resumen

La selección aplicada en aves para carne redujo la edad de faena en un día por año en los últimos cincuenta años. Esta respuesta estuvo acompañada por un menor rendimiento reproductivo y por desórdenes esqueléticos y musculares. Este progresivo desequilibrio fisiológico podría transformarse en una barrera para continuar modificando el crecimiento de estas aves por selección sobre la base de los criterios actuales. El pollo campero, un ave de crecimiento lento que se cría en semicautiverio, ha sido desarrollado como una alternativa para promover una producción no tradicional para pequeños productores y cubrir la demanda de un sector de la sociedad preocupado por la calidad de sus alimentos y el bienestar animal. El objetivo de este trabajo fue comparar el patrón de crecimiento de seis híbridos experimentales de pollo campero propuestos como opciones alternativas con respecto al híbrido tradicional Campero INTA, mediante el ajuste de la función de Gompertz por regresión no-lineal, de los datos de peso corporal - edad cronológica. Para ello se emplearon observaciones tomadas en 350 aves, proveniente de 25 machos y 25 hembras de 7 genotipos. Los machos presentaron mayor peso corporal asintótico y menor tasa de maduración que las hembras. No se observaron diferencias en el peso corporal asintótico dentro de sexo. Los cuatro híbridos con genotipo materno no convencional en la producción del pollo Campero INTA mostraron, en ambos sexos, menor tasa de maduración que el genotipo de referencia poniendo en evidencia cierta independencia en la determinación genética de ambos parámetros. Si bien estos híbridos alcanzaron el peso objetivo de faena a mayor edad que los tres genotipos restantes lo hicieron dentro de los límites impuestos por el protocolo del pollo campero.

Palabras clave: crecimiento, función de Gompertz, peso asintótico, tasa de maduración, pollo campero.

Summary

Marketing age of broiler chickens has been reduced by about one day per year during the last five decades. This response was possibly related to an impairment of the reproductive competence jointly with a number of skeletal and muscular abnormalities. The disruption of physiological homeostasis might ultimately represent economic and genetic barriers to

Recibido: noviembre de 2006

Aceptado: mayo de 2007

1. Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Ovidio Lagos y Ruta 33, 2170 Casilda.

2. Instituto de Genética Experimental. Facultad de Ciencias Médicas. Santa Fe 3100, 2000 Rosario.

3. CIC-UNR. Universidad Nacional de Rosario. República Argentina.

further progress in improving meat bird's growth. The campero broiler is a slow growing bird, bred in semi-captivity and it is produced both, as an alternative to the traditional commercial broiler for small producers, as well as a response to the growing demand for natural products and breeding practices compatible with animal welfare required by consumers. In order to compare the growth pattern of six experimental hybrids alternatives to Campero INTA free-range birds, the non-linear Gompertz function was fitted to longitudinal measures of body weight - chronological age data. Data were taken on 350 birds, as a result of sampling 25 males and 25 females from 7 genotypes. Irrespective of their genotype males showed a higher asymptotic body weight and a lower maturing rate than females. Non significant differences in asymptotic body weight were evident when genotypes were compared within sex. In both sexes, four hybrids with non-conventional maternal genotypes showed a lower maturing rate than Campero INTA birds, which was an evidence for a partially independent genetic determination of both growth curve parameters. Although these four hybrids reached the target slaughter weight at an older age than the other three combinations included in the experiment, they fulfilled the requirements imposed by the campero broiler protocol in terms of slaughter age.

Key words: growth, Gompertz equation, asymptotic weight, maturing rate, campero broilers.

Introducción

La cría de pollos parrilleros se estructura en base a un peso objetivo de faena por lo que su mejoramiento genético estuvo tradicionalmente orientado a reducir el tiempo requerido para alcanzar dicho peso. Como respuesta directa a la selección artificial por velocidad de crecimiento la edad al sacrificio disminuyó en forma sostenida durante los últimos 50 años (Havenstein and Ferket, 2002). Esta respuesta estuvo acompañada por un deterioro reproductivo y desórdenes fisiológicos indicadores de una interrupción de la homeostasis que podría transformarse en un impedimento para continuar modificando la tasa de crecimiento con los criterios selectivos actuales (Emmerson, 1997; Julian, 1998).

El pollo Campero INTA (Bonino y Cagnet, 1999), es un ave de crecimiento lento que se cría en semicautiverio y se faena próximo a la madurez sexual, desarrollado para el autoconsumo de familias con condiciones básicas insatisfechas y como una alternativa más ecológica y no tradicional para pequeños productores interesados en cubrir la demanda de un sector de la sociedad preocupado por la calidad de sus alimentos y el bienestar animal.

Dado que el crecimiento presenta un patrón temporal que puede caracterizarse mediante el ajuste con una función matemática, el objetivo de este trabajo fue estudiar el patrón de aumento de peso de seis híbridos experimentales de pollo campero propuestos como alternativas con respecto al híbrido tradicional (Campero INTA) a partir del comportamiento de los estimadores de los parámetros de tamaño asintótico y tasa de maduración de la ecuación de Gompertz, que resumen la información presente en los datos peso-edad y definen la forma de la curva de crecimiento.

Materiales y Métodos

Aves

Se utilizaron machos y hembras de seis genotipos híbridos provenientes del cruzamiento entre:

- (a) machos pertenecientes a la estirpe paterna AS'
- con hembras Rubia INTA: híbrido ÑaTé II
 - con hembras Plymouth Rock Barrada: híbrido DonBo II
 - con hembras de la estirpe materna E de Campero INTA: híbrido Tradicional II

- (b) machos de la raza Cornish Colorado
- con hembras de la estirpe materna E de Campero INTA: híbrido Nuevo Campero
 - con hembras Plymouth Rock Barrada: híbrido Casilda I
 - con hembras Rhode Island Red: híbrido Casilda II

El genotipo paterno AS' corresponde a la F₁ del cruzamiento de aves de la estirpe paterna AS original de Campero INTA con aves Cornish Colorado. Rubia INTA es una ponedora híbrida autosexante producto del cruzamiento de machos Rhode Island Red por hembras Rhode Island White. Como grupo testigo se utilizó el híbrido Campero INTA, producto del cruzamiento de la estirpe paterna AS y la estirpe materna E que se mantienen en la Sección Avicultura en la EEA INTA Pergamino. La población AS procede de la F₁ de dos estirpes Plymouth Rock Barrada y lleva más de diez generaciones de apareamientos no dirigidos y selección fenotípica por conformación corporal. La población E se generó a partir del cruzamiento de machos Cornish Colorado y hembras Rhode Island Red. La progenie de este cruzamiento se retrocruzó por machos Rhode Island Red y su descendencia fue retrocruzada nuevamente por machos Cornish Colorado. Esta población se mantuvo cerrada, con apareamientos no dirigidos e igual modalidad de selección que la estirpe paterna AS.

Las progenies de estos siete cruzamientos fueron sexadas al nacimiento, individualizadas con banda alar y criadas a piso como un único grupo hasta los 35 días de edad. Se estudiaron en total 350 aves, 25 machos y 25 hembras de cada grupo genético. Las condiciones de alojamiento correspondieron a las de un sistema de tipo intensivo para la etapa de cría (0-35 días) y un sistema de tipo semi-intensivo, con acceso a parque, para la etapa de recria (35 a 75-90 días). La alimentación y el plan sanitario respondieron a lo recomendado por el protocolo para la producción del pollo campero.

Patrón de crecimiento

En cada grupo genético se registró semanalmente el peso corporal individual (g) de todas las aves desde el nacimiento hasta que alcanzaron, en promedio, el peso objetivo de faena (75-90 días de edad).

Los datos longitudinales peso corporal - edad cronológica se ajustaron por regresión no lineal (GraphPad Prism version 3.00) con la función sigmoidea de Gompertz:

$$W_t = A \exp(-b \exp(-k t))$$

donde:

- W_t = peso corporal (g) en el tiempo t
- A = peso corporal maduro o asintótico (g), valor de W_t cuando t → ∞
- b = parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico
- k = tasa de maduración para peso corporal (tasa de aproximación al peso corporal asintótico A)
- t = edad cronológica en semanas

La bondad del ajuste se evaluó a partir de la convergencia del ajuste en una solución, del valor del coeficiente de determinación no lineal (R²) y de la aleatoriedad en la distribución de los residuales evaluada con un test de ciclos o 'rachas' ('runs test'; Sheskin, 2000, página 221).

Análisis estadístico

Los valores correspondientes a los estimadores de los parámetros peso corporal asintótico (A) y tasa de maduración para peso corporal (k) correspondientes a cada ave se consideraron como nuevas variables aleatorias. El efecto del grupo genético, del sexo y de la interacción entre ambos sobre el comportamiento de dichas variables se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un diseño completamente aleatorizado con un experimento factorial 7 x 2 (siete grupos genéticos x dos sexos).

Las comparaciones entre híbridos dentro de sexo se llevaron a cabo con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación - grupo genético- utilizando como prueba de comparaciones múltiples a posteriori el test de Dunnett. (Sheskin, 2000).

Resultados

La función de Gompertz mostró un buen ajuste de los datos experimentales. Los valores del coeficiente de determinación no lineal fueron en todos los casos superiores a 0.92 y los residuales mostraron una distribución aleatoria alrededor de la curva teórica.

El análisis factorial de la variancia indicó un efecto no significativo del genotipo y un efecto significativo del sexo ($p < 0,0001$) sobre el peso corporal asintótico (A), y efectos significativos del genotipo y del sexo ($p < 0,0001$) sobre la tasa de maduración para peso corporal. La interacción simple genotipo x sexo resultó no significativa para los dos caracteres analizados. En consecuencia, en todos los grupos genéticos,

los machos presentaron mayor peso corporal asintótico y menor tasa de maduración que las hembras. Dado el efecto significativo del sexo sobre ambas variables y la ausencia de interacción significativa genotipo x sexo, las comparaciones entre grupos genéticos se llevaron a cabo por separado en machos y hembras.

Los Cuadros 1 y 2 muestran, respectivamente, los valores correspondientes a los estimadores de los parámetros de peso corporal asintótico y tasa de maduración para peso corporal de los machos y de las hembras de los siete grupos genéticos estudiados.

En ambos sexos, las combinaciones ensayadas no presentaron diferencias significativas en el peso corporal asintótico promedio con respecto al genotipo tradicional Campero INTA.

Los híbridos ÑaTé II, DonBo II, Casilda I y Casilda II, con genotipos maternos no utilizados en la producción de Campero INTA mostraron menor tasa de maduración -menor valor de k- que este último, en ambos sexos.

Cuadro 1: Estimadores de los parámetros de peso corporal asintótico (A) y tasa de maduración para peso corporal (k) en machos híbridos experimentales de pollo campero.

Table 1: Asymptotic weight (A) and maturing rate for body weight (k) in experimental hybrids of free range broiler. I: Males

Genotipo paterno	Estirpe AS'		Estirpe AS			Cornish Colorado	
Genotipo materno	Rubia INTA	Plymouth Rock Barrada	Estirpe E	Estirpe E	Estirpe E	Plymouth Rock Barrada	Rhode Island Red
Híbrido	ÑaTé II	DonBo II	Tradicional II	Campero INTA	Nuevo Campero	Casilda I	Casilda II
Peso corporal asintótico (A)	4 974 a ± 238	4 999 a ± 153	5 052 a ± 213	5 204 a ± 131	5 123 a ± 158	4 960 a ± 146	4 876 a ± 181
Tasa de maduración (k)	0,1744 b ± 0,0050	0,1687 b ± 0,0060	0,2142 a ± 0,0090	0,2078 a ± 0,0040	0,1999 a ± 0,0057	0,1670 b ± 0,0033	0,1808 b ± 0,0045

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético

a,b Valores con diferente letra que Campero INTA difieren al menos al 0,05 de este genotipo

Cuadro 2: Estimadores de los parámetros de peso corporal asintótico (A) y tasa de maduración para peso corporal (k) en hembras híbridas experimentales de pollo campero.
 Table 2: Asymptotic weight (A) and maturing rate for body weight (k) in experimental hybrids of free range broiler. II: Females

Genotipo paterno	Estirpe AS'		Estirpe AS		Cornish Colorado		
Genotipo materno	Rubia INTA	Plymouth Rock Barrada	Estirpe E	Estirpe E	Estirpe E	Plymouth Rock Barrada	Rhode Island Red
Híbrido	ÑaTé II	DonBo II	Tradicional II	Campero INTA	Nuevo Campero	Casilda I	Casilda II
Peso corporal asintótico (A)	3 397 a ± 145	3 150 a ± 90	3 360 a ± 152	3 352 a ± 108	3 492 a ± 87	3 320 a ± 77	3 354 a ± 67
Tasa de maduración (k)	0,1869 b ± 0,0060	0,1962 b ± 0,0060	0,2354 a ± 0,0050	0,2431 a ± 0,0050	0,2162 b ± 0,0052	0,1820 b ± 0,0034	0,1911 b ± 0,0040

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético

a,b Valores con diferente letra que Campero INTA difieren al menos al 0,05 de este genotipo

Los híbridos Tradicional II y Nuevo Campero que conservan la estirpe materna E, habitualmente empleada en la producción de Campero INTA y que reciben por vía paterna 25% y 50 % de genes Cornish, respectivamente, no se diferenciaron significativamente de Campero INTA en la tasa de maduración promedio.

La representación gráfica comparativa de las trayectorias de crecimiento de machos y hembras de los siete grupos se presentan en las Figuras 1 y 2, respectivamente y permiten visualizar los diferentes comportamientos derivados de la respuesta diferencial observada en los parámetros analizados.

Discusión

La optimización del proceso de crecimiento de los animales domésticos constituye uno de los más antiguos objetivos de selección. En el caso de los pollos destinados a la producción de carne, el proceso de domesticación modificó el peso corporal

desde un valor promedio de 800-1500g en el ancestro silvestre hasta 2000-3000g a comienzos del siglo XX, y a más de 6000g en las poblaciones actuales (Anonymous, 2000).

En la avicultura de carne, a diferencia de lo que ocurre en ponedoras, el crecimiento es importante en sí mismo dado que de él resulta el producto comercializable. La forma de la curva de crecimiento está determinada por la interacción de dos factores: el peso final al que crece el individuo -peso asintótico- y la velocidad -tasa de maduración- con que alcanza el peso maduro (Barbato, 1991) los que pueden cuantificarse a partir del ajuste matemático de los pesos registrados a diferentes edades con la función adecuada (Mignon-Grasteau and Beaumont, 2000). Como la correlación genética entre ambos caracteres es negativa, el aumento del peso adulto está habitualmente acompañado por una disminución concomitante de la tasa de maduración para el carácter (Mignon-Grasteau et al., 1999; Maruyama et al., 2001). En los animales destina-

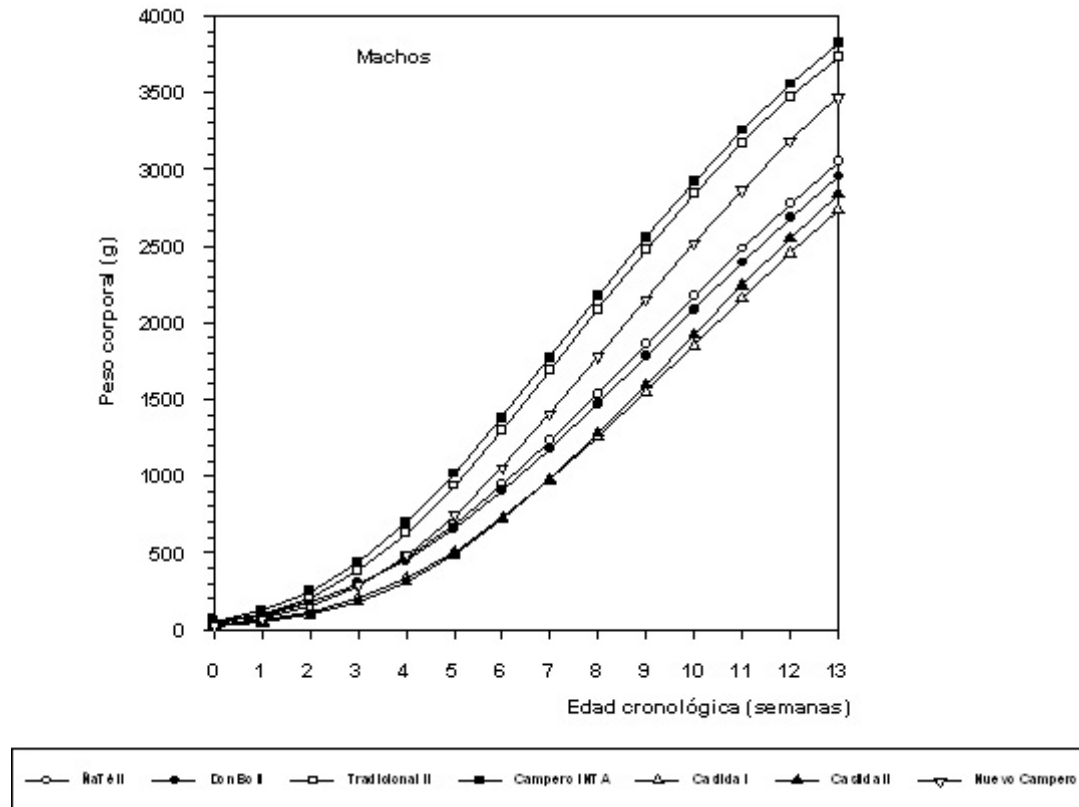


Figura 1: Curvas de crecimiento estimadas (función de Gompertz) correspondientes a machos de siete genotipos híbridos destinados a la producción de pollo campero.

Figure 1: Growth curves (Gompertz equation) of seven experimental hybrids males for free range broiler production

dos a la producción de carne esta correlación negativa se considera indeseable dado que si bien los animales inmaduros tienen una mayor tasa de crecimiento y son más eficientes, el alto peso de mantenimiento del stock de reproductores representa un costo elevado en términos de alimentación (Fitzhugh, 1976).

En el caso de los híbridos alternativos ensayados en este trabajo se observaron dos respuestas en términos del comportamiento de los parámetros de la función de Gompertz. Por un lado, el reemplazo de la estirpe materna E, habitualmente usada para la producción del pollo Campero INTA, no modificó significativamente el peso corporal asintótico de las aves pero produjo cambios

en el patrón de crecimiento debidos a la modificación de la velocidad con que las aves alcanzaron dicho peso, mientras que el reemplazo de la estirpe paterna AS por los genotipos alternativos AS' o Cornish Colorado no modificó en forma significativa el comportamiento de los dos parámetros. Estos resultados corroborarían la independencia genética entre ambos caracteres ya observada previamente en ponedoras (Dottavio et al., 2003).

Por lo tanto, en términos de crecimiento dimensional, puede concluirse que los seis híbridos estudiados se presentan como opciones posibles para la producción de pollos camperos. En el caso de los híbridos

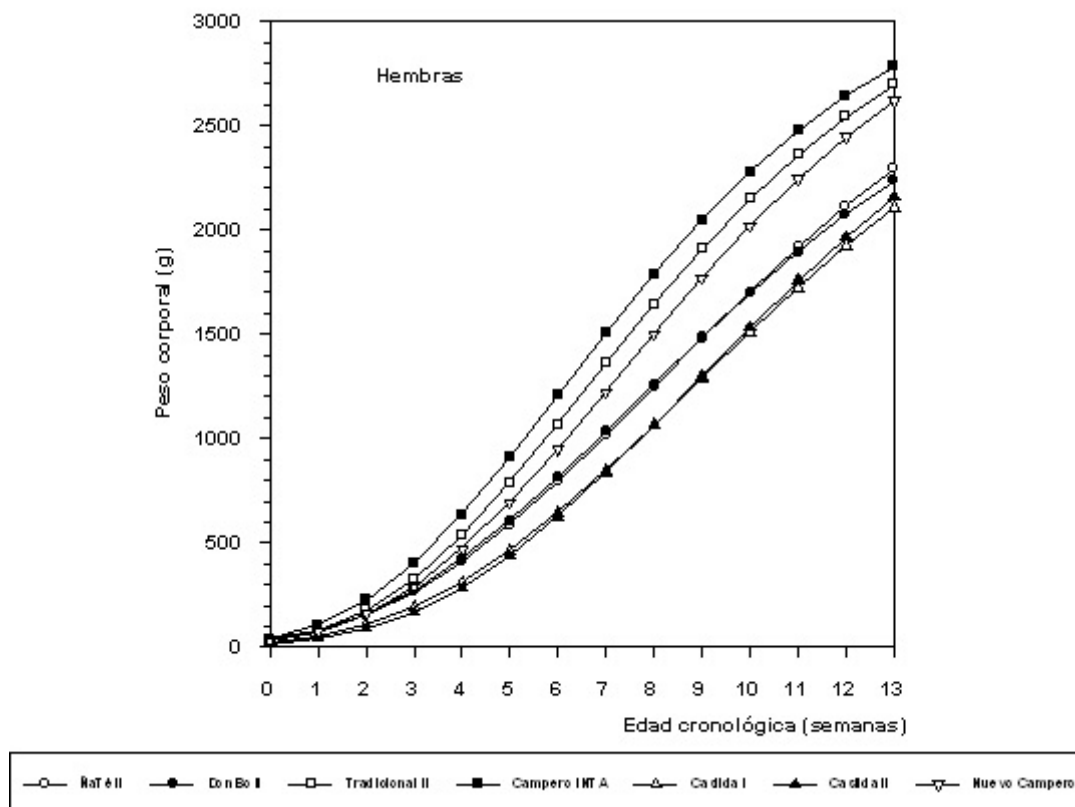


Figura 2: Curvas de crecimiento estimadas (función de Gompertz) correspondientes a hembras de siete genotipos híbridos destinados a la producción de pollo campero.

Figure 2: Growth curves (Gompertz equation) of seven experimental hybrids females for free range broiler production

ÑaTé II, DonBo II, Casilda I y Casilda II, si bien alcanzan el peso objetivo de faena a mayor edad -85 días- que los genotipos Campero INTA, Tradicional II, Nuevo Campero -70 días- lo hacen dentro de los límites impuestos por el protocolo de producción del pollo campero. La potencialidad de estos híbridos debe pensarse en el marco de una propuesta de desarrollo avícola local destinada a abastecer la demanda de planes de asistencia social a familias con necesidades básicas insatisfechas (Programa Pro-Huerta) y a pequeños productores. En este sentido el interés por estos cruzamientos basados en poblaciones disponibles en la Sección Avicultura de la EEA INTA Pergamino deriva,

por un lado, de la posibilidad de utilizar las gallinas ponedoras Rubia INTA de segundo ciclo como genotipo materno de híbridos para carne (ÑaTé II) y, por otro, de incrementar la eficiencia global del sistema utilizando con este fin las poblaciones Plymouth Rock Barrada (DonBo II y Casilda I) y Rhode Island Red (Casilda II) habitualmente destinadas sólo a la producción de ponedoras autosexantes. Tomando en consideración que el crecimiento en sí mismo es uno de los factores a tener en cuenta en este tipo de sistemas productivos, la caracterización de estos genotipos alternativos deberá considerar el impacto económico que un retraso de esta magnitud representa en

términos de rentabilidad de la explotación frente al potencial precio diferencial del producto final relacionado con la calidad del mismo, así como la trascendencia biológica que la menor madurez de estos híbridos pueda tener en términos de eficiencia de conversión del alimento y de composición corporal del producto final.

Agradecimientos

Los autores agradecen la responsable colaboración de los alumnos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, integrantes del Grupo Aves, cuyo trabajo contribuyó a la concreción de este Proyecto.

Bibliografía

- Anonymous. 2000. The welfare of chickens kept for meat production (broilers). European Commission, Health and Consumer protection directorate - general Directorate B - Scientific Health Opinion Unit B3 - Management of scientific committees II: 149pp.
- Barbato, G. 1991. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens. *Theor. Appl. Genet.* 83: 24.
- Bonino, M.F. y Canet, Z.E. 1999. El pollo y el huevo Campero. INTA.
- Dottavio, A.M., Canet, Z.E., Faletti, C., Peralta, L., Font, M.T. y Di Masso, R.J. 2003. Peso corporal y peso del huevo en híbridos experimentales de gallinas ponedoras con diferente genotipo paterno. *Análisis multivariado. BAG* 15: 29.
- Emmerson, D.A. 1997. Commercial approaches to genetic selection for growth and feed conversion in domestic poultry. *Poult. Sci.* 76: 1121.
- Fitzhugh, H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.* 42: 1036.
- GRAPHPAD Software, San Diego, California, USA, www.graphpad.com
- Havenstein, G.V. and Ferret, P.R. 2002. Estimated genetic changes in broiler growth, feed conversion and yield, 1991-2001. 11th European Poultry Conference, Bremen 2002.
- Julian, R.J. 1998. Rapid growth problems: ascitis and skeletal deformities in meat-type chickens. *Poult. Sci.* 77: 1773.
- Maruyama, K., Vinyard, B., Akbar, M.K., Shafer, D.J. and Turk, C.M. 2001. Growth curve analyses in selected duck lines. *Br. Poult. Sci.* 42: 574.
- Mignon-Grasteau, S. And Beaumont, E. 2000. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRA Prod. Anim.* 13: 337.
- Mignon-Grasteau, S., Beaumont, E., Le Bihan-Duval, L.E., Poivey, J.P., De Rochambeau, H. and Ricard, F.H. 1999. Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens. *Br. Poult. Sci.* 40: 44.
- Sheskin, D.J. 2000. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. Chapman & Hall, USA.