

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL PESO CORPORAL TEMPRANO EN POLLOS DE CARNE CON DIFERENTE EDAD AL MISMO PESO OBJETIVO DE FAENA

Romera BM¹, Canet ZE^{1,3}, Antruejo AE², Dottavio AM^{1,4}, Di Masso RJ^{1,4}

¹Cátedra de Genética, ²Cátedra de Producción Avícola y Pilíferos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario. ⁴CIC-UNR.

RESUMEN: Con el objetivo de caracterizar el comportamiento del peso corporal en dos poblaciones de pollos de crecimiento lento (híbrido simple Casilda CP y Campero INTA) en comparación con el parrillero comercial Cobb 500, se pesaron en forma individual, a intervalos semanales entre el nacimiento y la faena, 20 machos y 20 hembras de cada grupo. Los datos peso corporal - edad se ajustaron a un modelo exponencial creciente y los valores de los estimadores de los parámetros S (valor de inicio) y k (tasa de crecimiento) correspondientes a cada ave se utilizaron como nuevas variables aleatorias. En ambos sexos Cobb 500 mostró mayor valor de S sin que se observaran diferencias significativas entre los grupos de crecimiento lento. No se observaron diferencias significativas entre grupos en los valores de k . La intensa selección por velocidad de crecimiento aplicada a las poblaciones de reproductores pesados, responsable de la reducción del número de días requerido para alcanzar un determinado peso objetivo de faena, habría afectado la regulación del proceso en un nivel muy primario de la cadena de eventos vinculados con la fenogénesis del peso corporal, fijando un nivel más elevado de esta variable respuesta sin modificar la tasa de crecimiento relativo.

Palabras clave: peso corporal inicial, peso objetivo de faena, función exponencial, tasa de crecimiento, pollo campero

DYNAMIC BEHAVIOR OF EARLY BODY WEIGHT IN MEAT TYPE CHICKENS WITH DIFFERENT AGE AT THE SAME TARGET SLAUGHTER WEIGHT

ABSTRACT: In order to characterize the dynamic behavior of body weight in two populations of slow-growing chickens (Casilda CP and Campero INTA) compared to the commercial broiler Cobb 500; 20 males and 20 females of each group were weighed individually at weekly intervals between birth and slaughter. Body weight-age data were fit to an exponential model and the values of the parameter estimates, S (start value) and k (growth rate), for each bird were used as new random variables. In both sexes Cobb 500 showed a higher value of S than Casilda CP y Campero INTA with no apparent differences between the groups of slow growth. There were no significant differences among groups in k values. Artificial selection for growth rate applied to heavy breeders populations, responsible for reducing the number of days required to reach a target slaughter weight, would have affected the regulation of the process in a very primary level of the chain of events linked to body weight phenogenesis, setting a higher level of this variable response without changing the relative growth rate.

Key words: initial body weight, target slaughter weight, exponential function, growth rate, free-range chicken

Fecha de recepción: 10/02/11

Fecha de aprobación: 03/10/11

Dirección para correspondencia: Bernardo Martín Romera, Av. Ovidio Lagos y Ruta 33, 2170 Casilda.

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Pergamino.

E-mail: rjdimasso@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La intensa presión de selección por velocidad de crecimiento aplicada en el mejoramiento genético de las poblaciones de pollos para carne permitió, en un lapso de 30 años (1960 – 1990), reducir a razón de un día por año la edad de faena y aumentar entre el 250 y el 300 % el peso a la edad de sacrificio (1, 2, 3).

Si bien esta respuesta directa a la selección representa una de las principales razones que permitieron transformar a la carne de pollo en un producto más barato y por ende en una fuente de proteína de calidad accesible a una mayor franja de la población, la misma estuvo acompañada de un conjunto de respuestas correlacionadas consideradas indeseables que han puesto en serio compromiso el bienestar de las aves (4, 5, 6, 7) y establecido un límite al mejoramiento posible en base a los criterios de selección habituales (8).

Frente al modelo productivo vigente, de naturaleza intensiva, altamente integrado y que prioriza la productividad individual lograda en base a la aplicación de estos criterios de selección, han surgido otras propuestas de producción avícola, bajo diferentes denominaciones tales como orgánica o ecológica, destinadas a cubrir la demanda de un nicho creciente de mercado. Esta modalidad productiva, de naturaleza semi-intensiva, requiere de un tipo particular de ave, más rústica, que alcance el peso objetivo de faena a mayor edad cronológica y con mayor madurez que el “*broiler*” o parrillero industrial. En nuestro país el INTA desarrolló un ave de este tipo denominada Campero (9), de crecimiento lento y plumaje variado, buen desarrollo de pechuga y carne firme, de sobresalientes características organolépticas, cuya producción se lleva a cabo bajo normas protocolizadas (10).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el comportamiento dinámico del peso corporal temprano en dos poblaciones de pollos camperos de crecimiento lento, el híbrido experimental Casilda CP generado en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario y el híbrido Campero INTA producido y distribuido por la Sección Avicultura de la EEA INTA Pergamino, en comparación con el parrillero comercial Cobb 500, todos ellos mantenidos en las condiciones de cría establecidas por el protocolo de producción del Pollo Campero INTA.

MATERIALES Y MÉTODOS

AVES

Las aves utilizadas en este ensayo pertenecían a los siguientes tres grupos genéticos:

- Híbrido simple experimental Casilda CP (gallos Cornish Blanco x gallinas Plymouth Rock Barrada),
- Campero INTA (estirpe paterna AS x estirpe materna E)

- Cobb 500 (parrillero híbrido comercial)

Todas las aves se produjeron en la EEA Pergamino de INTA. El día de la eclosión los pollitos BB se sexaron (Casilda CP y Campero INTA por cloaca y Cobb 500 por velocidad de emplume), se identificaron con banda alar y se vacunaron contra Marek.

Las aves se criaron a galpón, como un único grupo, con una densidad inicial de 8 animales por m². Esta etapa de cría se extendió hasta los 28 días de edad en el caso de Cobb 500 y hasta los 35 días en el caso de Campero INTA y Casilda CP. Durante ese lapso las aves en crecimiento se mantuvieron con un fotoperíodo de 16 h y un ciclo mínimo de oscuridad de 8 h. En las primeras semanas de vida la temperatura ambiente del galpón se reguló en 33 °C para ir luego disminuyendo paulatinamente a razón de tres grados por semana hasta llegar a 21 °C. A partir del día 29 o 36, según el grupo genético, 40 animales (20 machos y 20 hembras) elegidos al azar de cada una de las respectivas poblaciones, se trasladaron a corrales con acceso a parque, con una densidad de 2 aves por m², donde permanecieron hasta alcanzar el peso objetivo de faena de 2500 g para los machos y 2200 g para las hembras.

Durante su permanencia en el experimento las aves recibieron *ad libitum* alimento balanceado formulado especialmente para pollo Campero de acuerdo con el siguiente detalle: Iniciador (2860 kcal EM, 18,5 % PB, 1 % Ca y 0,44 % P), Crecimiento (2840 kcal EM, 17,5 % PB, 0,77 % Ca y 0,58 % P) y Terminador (2870 kcal EM, 16 % PB 0,85 % Ca y 0,38 % P). El lapso de alimentación con cada uno de estos alimentos se determinó en función de los siguientes rangos de peso corporal: Iniciador (nacimiento-1000 g en machos y nacimiento-800 g en hembras); Crecimiento (1000-2000 g en machos y 800-1800 g en hembras); Terminador (2000 g-peso objetivo de faena en machos y 1800 g-peso objetivo de faena en hembras) correspondientes a los siguientes intervalos de edades: Casilda CP y Campero INTA -Iniciador (nacimiento - 35 días, cría a galpón), Crecimiento (36 - 56 días) y Terminador (57 - 70 días) y Cobb 500 - Iniciador (nacimiento-28 días, cría a galpón), Crecimiento (29-42 días) y Terminador (43 a 56 días).

El manejo sanitario incluyó el plan mínimo de vacunaciones establecido por el protocolo de producción del pollo Campero INTA.

Todas las aves se pesaron en forma individual, a intervalos semanales, con aproximación al gramo hasta su traslado a parque, y con aproximación a los 10 g desde ese momento hasta la faena.

Los datos longitudinales peso corporal (g) - edad cronológica (días) se ajustaron por regresión no lineal a un modelo exponencial creciente del tipo:

$$W_t = S * \exp(k*t)$$

donde W_t = peso corporal (g) en el tiempo t , S = valor de inicio, k = tasa de crecimiento exponencial y t = edad cronológica en semanas.

La bondad del ajuste se evaluó con tres criterios: la convergencia en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal (R^2) y la aleatoriedad de los residuales determinada con un test de rachas (11).

Los valores de los estimadores de los parámetros S y k correspondientes a cada ave se utilizaron como nuevas variables aleatorias.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El efecto del grupo genético, el sexo y la correspondiente interacción simple (grupo genético x sexo) se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un diseño factorial 3 x 2 (tres grupos genéticos x dos sexos).

El efecto del grupo genético dentro de sexo se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido del test de comparaciones múltiples de Tukey.

Las diferencias entre grupos genéticos, en cada sexo por separado, en la relación entre el peso corporal inicial (en el día de la eclosión) y el estimador del parámetro S se evaluaron con un análisis de la covariancia.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los valores del peso corporal inicial y de los estimadores de los parámetros de la función exponencial creciente en machos y hembras de los tres grupos analizados.

Los datos mostraron un comportamiento compatible con el modelo propuesto de acuerdo con los valores calculados del coeficiente de determinación no lineal ($0,86 \leq R^2 \leq 0,99$) y el resultado del test de aleatoriedad de los residuales que en todos los casos mostró ausencia de desviaciones significativas ($P > 0,05$) respecto del modelo planteado.

Tanto en machos como en hembras las aves Cobb 500 mostraron mayor valor del parámetro S sin que se observaran diferencias significativas entre los dos grupos de crecimiento lento. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en los valores promedio de k .

Casilda CP presentó el menor peso inicial, Cobb 500 el mayor y Campero INTA valores intermedios. Todas estas diferencias fueron estadísticamente significativas y comunes a ambos sexos.

La Tabla 2 resume el significado de los efectos directos del grupo genético, del sexo y de la interacción simple entre ambos. Cada uno de los dos estimadores presentó un comportamiento particular. En el caso del parámetro S se observó

Tabla 1. Estimadores de los parámetros de la función exponencial y peso corporal inicial en machos y hembras de tres poblaciones de aves para carne con diferente edad cronológica al peso objetivo de faena.

	Machos			Hembras		
	Casilda CP	Campero INTA	Cobb 500	Casilda CP	Campero INTA	Cobb 500
Parámetro S	113,3 a ± 3,68	121,4 a ± 3,45	228,0 b ± 8,90	118,8 a ± 3,42	109,1 a ± 2,71	218,0 b ± 8,71
Parámetro k	0,3875 a ± 0,0029	0,3828 a ± 0,0031	0,3858 a ± 0,0048	0,3541 a ± 0,0034	0,3544 a ± 0,0026	0,3723 a ± 0,0056
Peso corporal inicial (g)	34,4 a ± 0,37	40,5 b ± 0,52	47,8 c ± 0,81	33,3 a ± 0,44	40,5 b ± 0,54	47,6 c ± 0,59

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar
 Tamaño muestral: n = 20 aves por grupo.
 a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

Tabla 2. Efectos del grupo genético, el sexo y de la interacción simple (grupo genético x sexo) sobre los estimadores de los parámetros de la función exponencial creciente y sobre el peso corporal a la eclosión, en pollos con diferente edad al mismo peso objetivo de faena

	Efecto Grupo Genético	Efecto Sexo	Efecto Interacción
Parámetro S	F = 208 P < 0,0001	F = 1,28 P = 0,2612	F = 1,27 P = 0,2847
Parámetro k	F = 3,39 P = 0,037	F = 52,7 P < 0,0001	F = 3,00 P = 0,05
Peso corporal inicial	F = 304 P < 0,0001	F = 0,89 P = 0,3472	F = 0,54 P = 0,5825

un efecto significativo del grupo genético correspondiendo mayores valores a las aves Cobb 500, sin diferencias significativas entre Casilda CP y Campero INTA. El efecto sexo no fue significativo al igual que la respectiva interacción simple. Los tres efectos segregados resultaron estadísticamente significativos en el caso del parámetro k. La diferencia más notoria se observó entre sexos correspondiendo mayores valores a los machos. El efecto del grupo genético y el efecto de la interacción resultan del comportamiento de las hembras Cobb 500 que tendieron a parecerse más a los machos del mismo grupo que en el caso de las otras dos poblaciones consideradas.

Los ajustes lineales entre los valores individuales del estimador del parámetro S y el peso de los pollitos de un día indicaron, en todos los casos, ausencia de pendientes ($b \pm Sb$) significativamente diferentes de cero (Machos - Casilda CP: $1,416 \pm 1,167$; Campero INTA: $0,3272 \pm 0,7435$ y Cobb 500: $2,417 \pm 1,506$; Hembras - Casilda CP: $0,0850 \pm 1,068$; Campero INTA: $0,650 \pm 0,7435$ y Cobb 500: $-0,1471 \pm 2,404$). La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes (Machos: $F = 1,140$, $P = 0,323$; Hembras: $F = 0,082$, $P = 0,921$) permitió calcular una pendiente común para las aves de cada sexo (Machos: $1,2635$; Hembras: $0,270$) y comparar las alturas constatando un efecto significativo del grupo genético en cada uno de los sexos (Machos: $F = 81,5$; $P < 0,0001$ - Hembras: $F = 70,2$; $P < 0,0001$).

Las Figuras 1 y 2 muestran los ajustes exponenciales promedio correspondientes a machos y hembras, respectivamente.

Las Figuras 3 y 4 muestran la relación entre el valor del parámetro S y el peso corporal inicial en machos y hembras, respectivamente.

DISCUSIÓN

Si bien el pollo Campero se considera un tipo de ave de crecimiento lento (12), dicha denominación se justifica en relación a la dinámica de crecimiento de las diferentes variantes genéticas

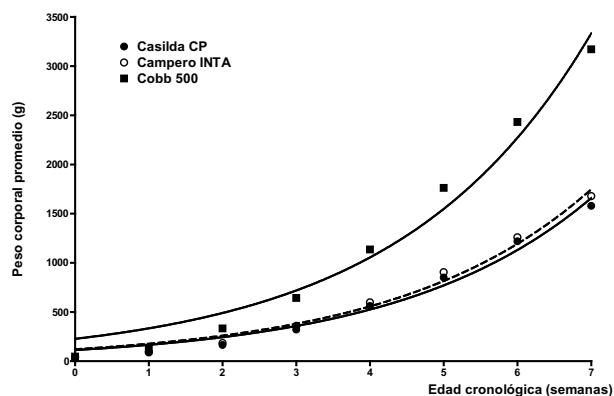


Figura 1. Crecimiento exponencial inicial en machos de tres grupos genéticos de aves con diferente edad al mismo peso objetivo de faena.

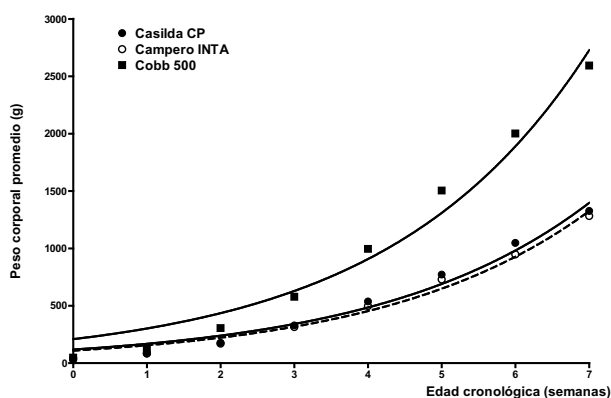


Figura 2. Crecimiento exponencial inicial en hembras de tres grupos genéticos de aves con diferente edad al mismo peso objetivo de faena.

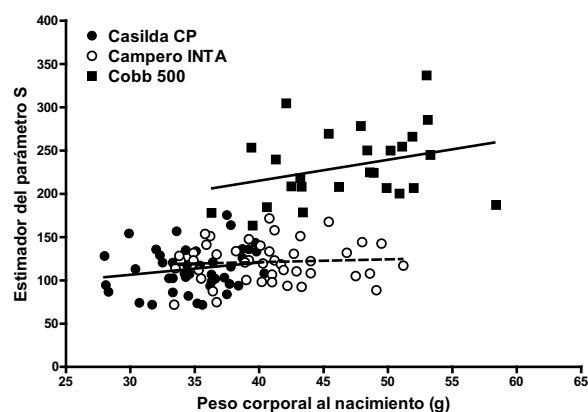


Figura 3. Relación entre el valor del parámetro S de la función exponencial y el peso corporal al nacimiento en machos de tres grupos genéticos de aves con diferente edad al mismo peso objetivo de faena.

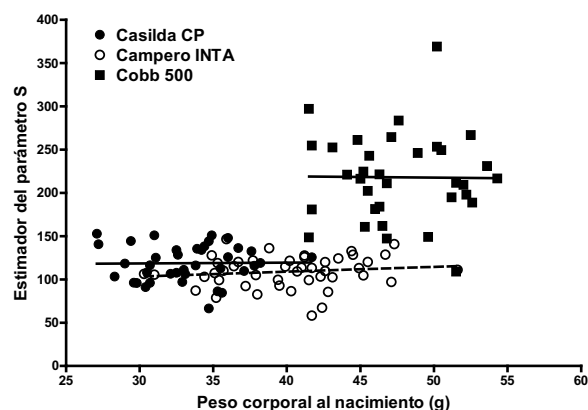


Figura 4. Relación entre el valor del parámetro S de la función exponencial y el peso corporal al nacimiento en hembras de tres grupos genéticos de aves con diferente edad al mismo peso objetivo de faena.

de parrilleros comerciales que, en todos los casos alcanzan el peso objetivo de faena a una menor edad cronológica. Esta observación es válida tanto para Campero INTA como para el híbrido simple experimental utilizado en este ensayo dado

que ambos requieren algo más de dos semanas (70 vs. 51 días) adicionales para ser faenados al mismo peso promedio que Cobb 500.

El comportamiento exponencial creciente del peso corporal en el intervalo de edades consideradas puede equipararse, utilizando una analogía ya clásica, a un caso de interés compuesto en el que dada una inversión inicial al cabo de un determinado tiempo el interés devengado se suma al capital disponible para que esa nueva cantidad acumulada genere más intereses. La particularidad del proceso biológico analizado es que los intereses se capitalizan no en plazos preestipulados sino en forma continua de manera tal que el peso corporal acumulado en un momento dado del ciclo de vida es igual al peso inicial (S) multiplicado por la constante k -que es función de la tasa de interés, es decir, de la tasa de crecimiento- y que es la base de una potencia del tiempo (k^t).

Los resultados informados en este trabajo indican que los genotipos analizados no difieren en su tasa de crecimiento relativo es decir que incrementan su biomasa en una cantidad similar por unidad de peso corporal acumulado y por unidad de tiempo. La diferencia en la velocidad de crecimiento absoluta -mayor ganancia diaria de peso- puesta de manifiesto por Cobb 500, que le permite alcanzar el peso objetivo de faena a menor edad cronológica, se debe a que estas aves disponen de un mayor capital inicial a partir del cual acumulan intereses con la misma tasa.

Dada la imposibilidad de disponer de datos longitudinales peso corporal-edad cronológica previos al nacimiento, los ajustes analizados corresponden al período de crecimiento post-eclosión temprano y utilizan como valor correspondiente al tiempo cero, el peso corporal registrado dentro de las 24 h de vida.

Los tres grupos de aves comienzan la porción analizable del proceso con diferente peso. Ese valor de inicio puede pensarse con dos criterios. El primero de ellos, el más obvio, es que las diferencias observadas al nacimiento no son más que el reflejo de un proceso no accesible a la medición comenzado 21 días antes en el que, dadas las diferencias en el valor del parámetro S y la falta de diferencia en los valores del parámetro k , el capital disponible al nacimiento es diferente en cada caso. Si bien esta explicación puede resultar satisfactoria si se compara el comportamiento de Cobb 500 con el de cualquiera de los otros dos genotipos, deja de serlo si se comparan las dos poblaciones de crecimiento lento dado que en este caso se observan diferencias significativas en el peso corporal al nacimiento pese a la ausencia de diferencias significativas en los valores promedio de S.

El segundo criterio es menos evidente en tanto supone una inversión de la relación causa-

efecto analizada, no desde un punto de vista biológico sino en relación al ajuste analizado. El interrogante planteado es si el valor estimado del parámetro S es función del peso corporal registrado al inicio del ensayo y utilizado como primer dato en el ajuste. Los resultados derivados de este razonamiento indican que pese a las diferencias significativas observadas en los pesos corporales iniciales entre las dos poblaciones caracterizadas como de crecimiento lento, la relación estudiada puede resumirse en una ecuación común a ambas dada la ausencia de diferencias tanto en las pendientes como en las alturas de las respectivas rectas de regresión. La inclusión de Cobb 500 en esta comparación muestra que, si bien al igual que en el caso anterior las diferencias en el peso corporal inicial de las aves de este grupo genético no guardan relación con los valores de los estimadores del parámetro S (pendiente no significativa), hay una evidente diferencia en las alturas (ordenadas) de las rectas de regresión. De esta manera, aves de diferente grupo, con el mismo peso al nacimiento presentan diferencias marcadas en el valor del parámetro S. Esta particularidad permite especular que la diferente edad para alcanzar el mismo peso objetivo de faena estaría relacionada con determinantes propios de las líneas de reproductores pesados.

La selección artificial es una estrategia de mejoramiento que actúa como una caja negra. Conocemos la entrada en tanto definimos los criterios a utilizar y medimos la salida en términos de respuestas directas y correlacionadas, pero desconocemos la complejidad de los procesos que, en el interior del animal, llevan a ese resultado. En este contexto, la intensa selección por velocidad de crecimiento a la que se han visto sometidas las poblaciones de reproductores pesados destinadas a la producción de pollos parrilleros, es mensurable en su aspecto más obvio que es la tasa de crecimiento y, por ende, expresable en términos de un indicador simplificado como es el número de días requerido para alcanzar un determinado peso objetivo. Dicha estrategia pareciera haber alterado la regulación del proceso en un nivel muy primario de la cadena de eventos vinculados con la fenogénesis del peso corporal, fijando un nivel más elevado de esta variable respuesta, lo que explicaría la multiplicidad de modificaciones observadas. Esta modificación no es evidente en el caso de las poblaciones de crecimiento lento que, pese a expresar una velocidad de crecimiento relativo similar, no muestran los niveles de alteración de la homeostasis fisiológica descritos para las poblaciones de crecimiento rápido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Marks HL. Growth rate and feed intake of selected and unselected broilers. Growth 1979; 43: 80-90.

M. Romera y col.

2. Chambers JR, Gavora, JS, Fortin A. Genetic changes in meat type chickens in the last twenty years. *Can. J. Anim. Sci.* 1981; 61: 555-563.
3. Havenstein GB, Ferket PR, Scheider SE, Larson BT. Growth, livability, and feed conversion of 1957 vs 1991 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. *Poult. Sci.* 1994; 73: 1785-1794.
4. Scheele CW. Pathological changes in metabolism of poultry related to increasing production levels. *Vet. Q.* 1997, 19:127-130.
5. Yunis R, Ben-David A, Heller ED, Cahaner A. Immunocompetence and viability under commercial conditions of broiler groups differing in growth rate and in antibody response to *Escherichia coli* vaccine. *Poult. Sci.* 2000; 79:810-816.
6. Koenen ME, Boonstra-Blom AG, Jeurissen SHM. Immunological differences between layer- and broiler-type chickens. *Vet Immunol Immunopath* 2002; 89: 47-56.
7. Cheema MA, Qureshi MA, Havenstein GB. A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.* 2003; 82:1519-1529.
8. Emmerson, DA. Commercial approaches to genetic selection for growth and feed conversion in domestic poultry *Poult. Sci.* 1997; 76: 1121-1125.
9. Bonino M, Canet ZE. *El pollo y el huevo campero*. INTA, 1999.
10. Bonino, M.F. *Pollo Campero. Protocolo para la certificación*. INTA EEA Pergamino, 1997.
11. Sheskin, D.J. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Chapman & Hall. USA. 2000.
12. Dottavio AM, Álvarez M, Canet ZE, Font MT, Di Masso RJ. Patrón de crecimiento de híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 2007; 27 (2): 75-82.