

# EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD FENOTÍPICA POR ESTRUCTURA GENEALÓGICA EN RASGOS PRODUCTIVOS DE CERDOS L35 CUBANO

EVALUATION OF THE PHENOTYPICAL VARIABILITY TO THEIR GENEALOGIC STRUCTURE IN THE PRODUCTIVE TRAITS OF CUBAN L35 PIGS

Reyes A.<sup>1\*</sup>, Abeledo C.M.<sup>1</sup>, Sánchez N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Genética, Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba. \*areyes@iip.co.cu.

---

**Keywords:** Pigs; Productive traits; Genealogy; Herd.

**Palabras clave:** Cerdos; Rasgos productivos; Genealogía; Rebaño.

---

## ABSTRACT

It was evaluated the phenotypical variability in the productive traits of L35 Cuban pigs according to their genealogic structure. There were used 6228 records of productive performance of L35 pigs of both genders, born between 2009 and 2016, belonging to the genetic unit Pedro Pablo Rivera Cué. The traits considered were: final weight (PF, kg), weight per age (PPE, g), average daily gain (GMD, g) and backfat thickness (GD, mm). Within the model, there were considered as fixed effects: genealogic line (LP) and family (FM), as well as year of birth (AN) and gender. The individual was considered to be the random effect. It was applied a generalized mixed linear model, using the GLIMMIX procedure of SAS. All the traits showed significant differences, except for the PPE, GMD per LP and GD per FM. Adjusted means for PF, PPE, GMD and GD were 88.05 kg, 528 g, 585 g and 10.15 mm, respectively. Pigs born in 2014 showed the best performance for PF, PPE and GMD with averages of 91.75 kg, 554 g and 608 g respectively. All of the genealogic lines and families were represented through the years, with no exception. The males showed the greatest PF, PPE and GMD when compared to the females; but for the GD were the females who showed the best results, with an average of 10.30 mm. The highest PF, PPE and GMD were connected to the lowest values of GD. Karate, Negrón and Coloso lines, and Mayra, Teresa and Levisa families turned out to be the ones with the best performance. It became evident that there is no loss of phenotypical variability in the analyzed productive traits according to the genealogic structure of the breed. It was achieved evidence of an increase in the productive performance in Cuban L35 pigs.

---

## RESUMEN

Se evaluó la variabilidad fenotípica en rasgos productivos según su estructura genealógica en cerdos L35 de origen cubano. Se utilizaron 6228 registros de comportamiento productivo de cerdos L35 de ambos sexos, nacidos entre los años 2009 y 2016, correspondiente a la unidad genética Pedro Pablo Rivera Cué. Se evaluaron los rasgos peso final (PF, kg), peso por edad (PPE, g), ganancia media diaria (GMD, g) y grasa dorsal (GD, mm). Se consideraron como efectos fijos dentro del modelo: la línea (LP) y familia (FM) genealógica, así como el año de nacimiento (AN) y el sexo. Como efecto aleatorio se consideró al individuo. Se utilizó un modelo lineal generalizado mixto con ayuda del procedimiento GLIMMIX del SAS. A excepción del PPE, GMD por LP y la

GD por FM, los restantes rasgos mostraron diferencias significativas. Las medias ajustadas para el PF, PPE, GMD y GD fueron 88.05 kg, 528 g, 585 g y 10.15 mm, respectivamente. Los cerdos nacidos en el año 2014 mostraron el mejor comportamiento para el PF, PPE y GMD con medias de 91.75 kg, 554 g y 608 g respectivamente. Todas las líneas y familias genealógicas estuvieron representadas a través de los años, sin pérdida de alguna. Los machos mostraron los mayores PF, PPE y GMD con respecto a las hembras, no así para la GD, la cual fue mayor en las hembras con media de 10.30 mm. Los mayores PF, PPE y GMD se asociaron a los valores más bajos de GD. Las líneas Karate, Negrón y Coloso y las familias Mayra, Teresa y Levisa fueron las de mejor comportamiento. Se evidenció que no hay pérdida de la variabilidad fenotípica en los rasgos productivos bajo análisis según su estructura genealógica. Se encontró un incremento del comportamiento productivo en cerdos L35 de origen cubano.

---

## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad ganadera actual es el resultado de la intervención del hombre durante miles de años, además de la selección natural y la deriva génica, etc. En este sentido, el ganado ha sido mejorado conscientemente por pastores y agricultores desde los orígenes de la agricultura y ha evolucionado conjuntamente con las economías, las culturas y la sociedad de cada país, de ahí que los Recursos Genéticos de Animales domésticos (RGA) requieran de una gestión humana, permanente y activa (Suarez *et al.*, 2001).

Por otra parte, la producción y el rendimiento de los animales se ven afectados por factores ambientales y genéticos (Texeira, 2006). Desde el punto de vista genético, el ambiente incluye todas las circunstancias no genéticas que influyen en el valor fenotípico de cada individuo, partiendo de que el genotipo y el ambiente son por definición los determinantes del valor fenotípico. Este último constituye, a su vez, el resultado de la interacción de este ambiente con el conjunto de genes (genotipo) de cada animal (Falconer & Mackay, 2006). Guerra *et al.* (1992) y González-Peña *et al.* (2007) refirieron que la acción de estos factores afecta el grado de expresión del potencial genético de un individuo, por lo que en todo programa de mejora y evaluación genética se requiere tener presente el control de estos aspectos, para así poder tener confiabilidad de los parámetros genéticos estimados de la población (Peters *et al.*, 1998). Por tales motivos se propone como objetivo de este trabajo evaluar la variabilidad fenotípica por estructura genealógica en rasgos productivos de cerdos L35 cubano.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un total de 6228 registros de comportamiento productivo de cerdos L35 de ambos sexos (2167 machos y 4061 hembras), nacidos entre los años 2009 y 2016, correspondientes a la unidad genética Pedro Pablo Rivera Cué, que han formado la relación de reproductores de la unidad. Este centro se ha mantenido bajo el mismo régimen de manejo y alimentación que los restantes centros genéticos porcinos del país, lo cual incluye el empleo de la monta directa para las cubriciones, una alimentación a partir de piensos secos y con las normas recomendadas por categorías para este tipo de centro, la aplicación de índices de desechos y pruebas de comportamiento en campo a distintas edades del animal y selección, entre otras particularidades (EGP, 2013).

Se evaluaron los rasgos: peso final (PF, kg), peso por edad (PPE, g), ganancia media diaria (GMD, g) y grasa dorsal (GD, mm). Se consideraron como efectos fijos dentro del modelo: las líneas genealógicas para los machos: Americano (170), Blanco (174), Ciclón (140), Coloso (132), Dusty (168), Karate (104), Lineo (139), Mirlo (155), Negrón (167), Pintao (177), Pupy (151), Roko (160), Tano (173) y Tercio (157) y las familias genealógicas para las hembras: Aluvia (208), Gacela (192),

Gata (210), Levisa (339), Maira (213), Naika (180), Niebla (182), Oropel (318), Otros (357), Polar (189), Rocío (193), Sapa (357), Teresa (225), Tilapia (334), Tina (229) y Vilma (335); así como el año de nacimiento (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016) y el sexo (machos y hembras), mientras que el individuo se consideró como efecto aleatorio. Para el análisis estadístico se utilizó un modelo lineal generalizado mixto según Wolfinger y O'Connell (1993), con ayuda del procedimiento GLIMMIX del SAS v. 9.3 (2013), como se muestra a continuación.

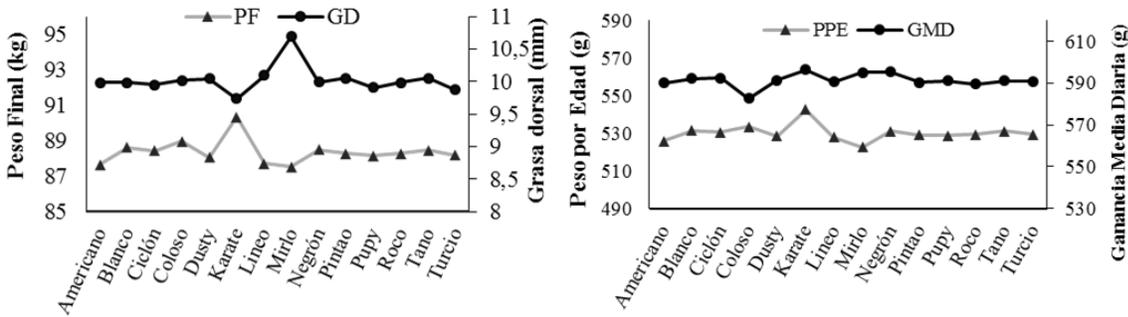
$$y_{ijklmn} = \mu + I_i + LP_j + FM_k + AN_l + S_m + b_1(EF_{ijklmn} - \overline{EF}) + b_2(EF_{ijklmn} - \overline{EF})^2 + e_{ijklmn}$$

Dónde:  $y_{ijklmn}$  fue la  $f(\mu)$  del valor fenotípico esperado para el rasgo según la función de enlace,  $\mu$  la media general,  $I_i$  el efecto aleatorio del  $i$ -ésimo individuo,  $LP_j$  el efecto fijo de la  $j$ -ésima línea genealógica,  $FM_k$  el efecto fijo de la  $k$ -ésima familia genealógica,  $AN_l$  el efecto fijo del  $l$ -ésimo año de nacimiento,  $S_m$  el efecto fijo del  $m$ -ésimo sexo,  $b_1$  y  $b_2$  los coeficientes de regresión de la edad final como covariable lineal y cuadrática ( $EF^2$ ) y  $e_{ijklmn}$  el error aleatorio debido a cada observación  $NID \sim (0, s^2e)$ . Una vez procesados los datos, y en caso de existir diferencia entre las medias, se aplicó la dócima de Tukey-Kramer según Kramer (1956) para la comparación múltiple de las medias de los mínimos cuadrados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

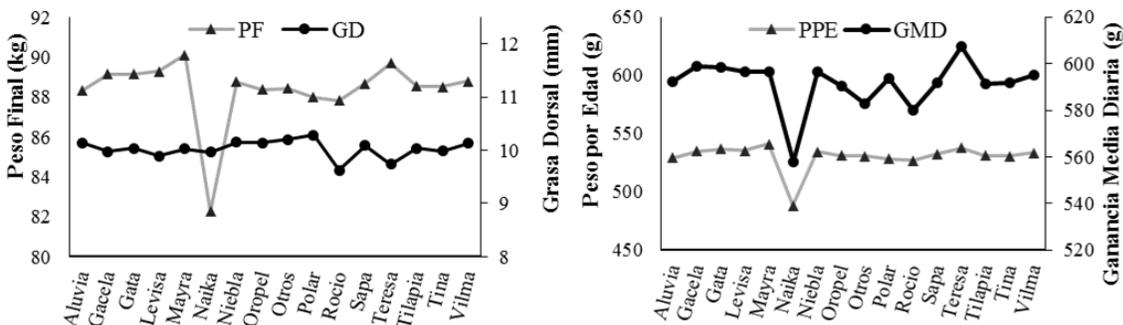
A excepción del PPE y la GMD por LP y la GD para la FM, los restantes efectos mostraron diferencias significativas, resultados que coinciden con el análisis realizado por Reyes (2016), pero en la raza cubana de cerdo CC21, quien resaltó la importancia de incluir estas fuentes de variación dentro de este tipo de estudio, con el propósito de eliminar o disminuir sus efectos sobre las futuras evaluaciones genéticas. En tal sentido González-Peña *et al.* (2007) demostraron la influencia de la genealogía en el comportamiento de estos rasgos, lo cual se corrobora con los estudios de García y Diéguez (2007), quienes agregan que la inclusión de los efectos de la línea y familia genealógica permite obtener un mayor grado de ajuste del modelo, siempre que se pretenda profundizar en la variabilidad fenotípica de los datos para posibles planes de apareamiento, entre otros aspectos, sobre todo en líneas y familias con un reducido número de individuos, aspecto que no se ha tenido en cuenta en estudios anteriores. Las medias ajustadas para el PF, PPE, GMD y GD en los machos fueron 90.67 kg, 544 g, 605 g y 9.75 mm respectivamente. Estos resultados coinciden con los encontrados por Wong (2016) en esta misma línea, quien demostró además que los cerdos L35 poseen un buen comportamiento de los rasgos productivos y reproductivos atendiendo a su condición de línea paterna.

Las figuras 1 y 2 muestran el comportamiento de los rasgos bajo estudio por línea genealógica, donde a excepción de la GMD, los restantes rasgos mostraron diferencias significativas. Ello está dado por la gran variabilidad fenotípica entre ellas, aspecto esperado dentro del programa de mejoramiento genético en Cuba para este tipo de poblaciones y que ha sido el objetivo de este desde su creación (Abeledo *et al.*, 2014). Por su parte, las líneas genealógica Karate (90.33 kg; 9.74 mm; 543 g; 597 g), Negrón (88.97 kg; 9.99 mm; 534 g; 596 g) y Coloso (88.61 kg; 9.98 mm; 531 g, 584 g) fueron las de mejor comportamiento para PF, GD, PPE y GMD respectivamente, asociándose en estas los valores más bajos para la GD, aspecto referido por Hernández *et al.* (2015) quienes encontraron resultados similares, pero en cerdos de la raza cubana CC21.



**Figuras 1 y 2.** Medias de PF y GD por línea genealógica / Medias de PPE y GMD por línea genealógica (*Means of PF and GD per genealogic line / Means of PPE and GMD per genealogic line*).

El comportamiento de las medias para los rasgos bajo estudio por familia genealógica se muestra en las figuras 3 y 4 donde, a excepción de la GD, los restantes rasgos mostraron diferencias significativas. Cabe agregar que estos resultados muestran un alto grado de variación entre las líneas genealógicas, lo cual puede estar dado entre otros aspectos por la mayor y menor representatividad de animales por cada familia, aspecto que ocurre no solo en esta línea, sino en otras estudiadas por Brache *et al.* (2010). En tal sentido las familias Mayra (90.11 kg; 10.03 mm; 541 g; 597 g), Teresa (89.71 kg; 9.75 mm; 538 g; 596 g) y Levisa (89.28 kg; 9.90 mm; 536 g; 591 g) mostraron los mejores valores de comportamiento para PF, GD, PPE y GMD, respectivamente. Sin embargo, los picos encontrados están dados por el reducido número de animales en algunas familias con respecto a otras familias, lo cual es indicativo del trabajo desarrollado al crear nuevas familias sin perder las existentes, a fin de disminuir los niveles de parentesco en la masa (Rodríguez *et al.*, 2014).



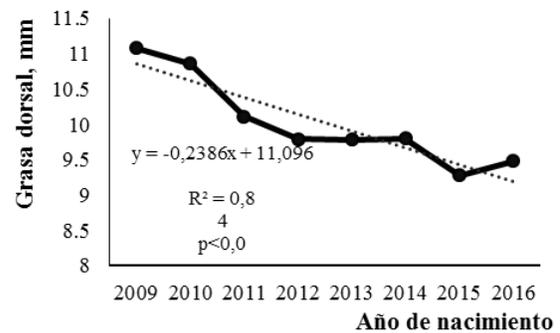
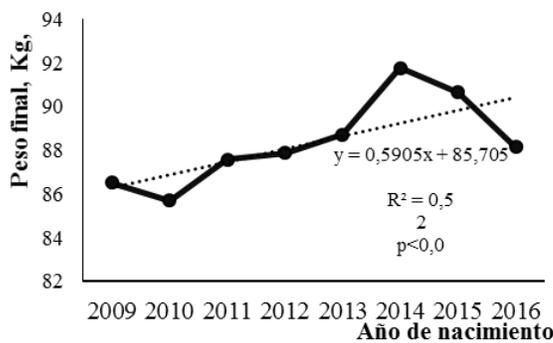
**Figuras 3 y 4.** Medias de PF y GD por familia genealógica / Medias de PPE y GMD por familia genealógica (*Means of PF and GD per genealogic family / Means of PPE and GMD per genealogic family*).

En la tabla I se observan las medias mínimo cuadráticas para los rasgos bajo estudio por sexo, resultados que evidencian los mayores valores de PF, PPE y GMD para los machos mientras que las hembras mostraron los mayores niveles de GD con una media de 10.30 mm. Al respecto, Pita y Albuquerque (2001) aseguran que el efecto del sexo en la calidad de la canal está asociado a las diferentes tasas de crecimiento corporal y con el grado de madurez relativa de los animales en cada punto de comparación. En este sentido, Guerrero (2010) señaló que el porcentaje de magro y su

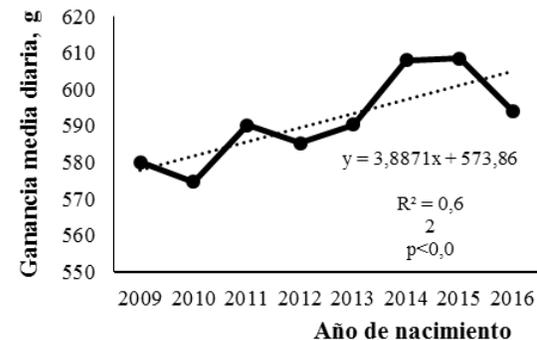
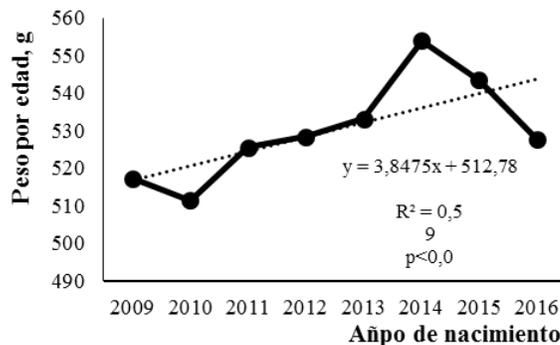
distribución en la canal puede variar en función no solo del sexo, sino de la edad, peso, nivel de nutrición y el tipo genético, entre otros factores, de esta forma la predicción del porcentaje magro es especialmente importante en animales vivos cuando serán utilizados posteriormente como reproductores o cuando se desea conocer la evolución a largo plazo, sin sacrificar los animales.

**Tabla I.** Medias de las variables productivas por sexo (*Performance of the traits per gender*).

Sexo	N	PF, kg	PPE, g	GMD, g	GD, mm
Machos	2167	90.67 ± 0.31	544.21 ± 2.02	604.89 ± 2.73	9.75 ± 0.07
Hembras	4058	86.06 ± 0.30	515.96 ± 1.95	577.82 ± 2.68	10.30 ± 0.07



**Figuras 5 y 6.** Medias de PF por año de nacimiento / Medias de GD por año de nacimiento (*Means of PF per year of birth / Means of GD per year of birth*).



**Figuras 7 y 8.** Medias de PPE por año de nacimiento / Medias de GMD por año de nacimiento (*Means of PPE per year of birth / Means of GMD per year of birth*).

En las figuras 5, 6, 7 y 8 se observa el comportamiento de PF, GD, PPE y GMD por año de nacimiento el cual mostró diferencias ( $P < 0.001$ ) en todos los rasgos. En sentido general, aunque los valores son discretos, las tendencias fenotípicas para el PF, PPE y GMD fueron positivas con valores de 0.59 kg, 3.85 g y 3.89 g respectivamente, contrario a la GD, la que experimentó un decrecimiento de -0.24 mm/año. En este sentido, los mayores PF, PPE y GMD se asociaron a los valores más bajos de GD. Los individuos que nacieron en el año 2014 mostraron el mejor incremento para los rasgos bajo estudio con medias de 91.77 kg, 554 g, 608 g y 9.8 mm para PF, GD, PPE y GMD respectivamente. Sin embargo, en los dos últimos años se observó una

disminución del comportamiento, aspecto que pudo estar dado por la reducción de la edad a la selección de 195 a 167 días, así como los problemas de inestabilidad y calidad de los alimentos ofertados, aspecto referido por Buxadé (2015) quien agregó, además, que esta deficiencia es la causa fundamental por la cual el cerdo no expresa su potencial. Suárez *et al.* (2001) refieren que las eficiencias productivas y reproductivas de los animales están directamente relacionadas con la adaptación del genotipo y al conjunto de factores ambientales que caracterizan al sistema de producción relacionada.

## CONCLUSIONES

Se evidenció que no hay pérdida de la variabilidad fenotípica por estructura genealógica en rasgos productivos de cerdos L35 cubano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abeledo C.M., Santana I. & Acuña N. 2014. Experiencia de mejora y conservación de la raza cubana CC21. *Archivo Iberoamericano de conservación animal AICA* [en línea]. 4, 44-46. Disponible en: <http://www.aicarevista.es> [Consulta: 23 abril 2017].
- Brache F., Abeledo C., Agüero C., Molina L., Palacio L., Santana I., Hernández S., Gutiérrez M. & Morales Y. 2010. Efecto de la línea del padre y de la madre en los niveles de consanguinidad de un rebaño de cerdos criollos cubanos. En: *IV Seminario Internacional Porcicultura 2010*. La Habana: IIP y SCP.
- Buxadé C. 2015. Conferencia Magistral Bases Conceptuales del bienestar animal. El bienestar animal y la producción. En: *VI Seminario Internacional sobre Porcicultura Tropical*. La Habana: IIP y SCP.
- EGP. 2013. Manual de procedimientos técnicos para los centros genéticos porcinos. La Habana: EDIPOR. pp. 23-26.
- Falconer D.S & Mackay T.F.C. 2006. Introduction to Quantitative Genetics. 5ta ed. Harlow: *Longman Group*.
- García A. & Diéguez F. 2007. Estudio preliminar de rasgos de comportamiento en cerdos de líneas paternas terminales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* [en línea]. 14 (1). Disponible en: <http://www.iip.co.cu/RCP/numeroses> [Consulta: 03 mayo 2017]. ISSN 1026-9053.
- González –Peña. D., Abeledo C.M., Guerra D., Hernández S. & Santana I. 2007. Estimación de factores no genéticos y componentes de (co)varianza en rasgos de crecimiento en el cerdo cubano CC21 utilizando un modelo animal multicarácter. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* [en línea]. 14 (1), 33-37. Disponible en: <http://www.iip.co.cu/RCP/numeroses> [Consulta: 13 abril 2017]. ISSN 1026-9053.
- Guerra D., Diéguez F. J., Santana Isabel., Gerardo Lourdes. & Trujillo G. 1992. Parámetros genéticos y fenotípicos de una raza sintética paterna de cerdos. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 26(1), 11-16.
- Guerrero Y. 2010. Caracterización del L35 en crecimiento y deposición de grasa. Influencias ambientales. Trabajo de Diploma. Mayabeque, UNAH. h. 78.
- Hernández S., Abeledo C.M., Gutiérrez M. & Brache F. 2015. Estudio de la variabilidad fenotípica en rasgos a la selección en cerdos cc21 durante los años 2010-2014. En: *VI Seminario Internacional Porcicultura Tropical 2015*. La Habana: IIP y SCP
- Kramer C. 1956. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. 307-310. *Informe de investigación* 12. USA: Biometrics.
- Peters S. O., Nwosu I. C., Ozoje M. O., Ikeobi C. N. 1998. Genetic parameter estimates for growth traits in cattle genotypes. In: *6th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*, 23,101 -104.
- Pita F. & Albuquerque L. 2001. Respuesta à seleção para características de desempenho em um rebanho de seleção de suínos. *Brasileira de Zootecnia*, 30 (1), 2009-2016.
- Reyes A. 2016. Comportamiento productivo de rasgos a la selección por líneas y familias en cerdos CC21 y Duroc. *Trabajo de Diploma*. Mayabeque, UNAH.

- Rodríguez D., Ruedas M. & Ruedas C. 2014. Evaluación del comportamiento a la selección de cerdas Yorkshire en un centro genético cubano. *Revista Computarizada de Producción Porcina* [en línea]. 21 (3). Disponible en: <http://www.iip.co.cu/RCP/numerosos> [Consulta: 05 abril 2017]. ISSN 1026-9053.
- SAS v. 9.3. 2013. User's guide: Statistics. V.9.3. De SAS Institute. INC, Cary, N.C., USA.
- Suárez M., Pérez T. & González M. 2001. Fundamentos de la Mejora Animal. Tomo I. La Habana: Félix Varela. ISBN 959-258-147-9.
- Texeira A. R., Galoño de Albuquerque L., Mello de Alencar M. & Díaz L. 2006. Interacao genotipo-ambiente em cruzamientos de bovinos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 35 (4), 1677-1683.
- Wolfinger R. & Oconnell M. 1993. Generalized linear models: a pseudo-likelihood approach. *J. Statist. Computo Simul.* 48 (2), 233-243.
- Wong K. 2016. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de cerdos 135. *Tesis de Maestría*. La Habana, IIP.