



Original

Parámetros genéticos para rasgos de crecimiento de animales Santa Gertrudis en pruebas de comportamiento

Genetics parameters for growth traits in animals of the Santa Gertrudis breed subjected to performance tests

Marco Antonio Suárez Tronco ¹ y ² <https://orcid.org/0000-0002-8040-6603>

Manuel Rodríguez Castro ² <https://orcid.org/0000-0003-0370-5623>

María del Carmen Guerra Rojas ² <https://orcid.org/0003-2727-9702>

María Segunda Martínez Gutiérrez ² <https://orcid.org/0000-0002-9522-4263>

¹ Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

² Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), Loma de Tierra, Cotorro, La Habana, Cuba.

* Autor por la correspondencia(email): marco@unah.edu.cu; marcost@cima-minag.cu

RESUMEN

Antecedentes: Los parámetros genéticos son fundamentales para programas de mejoramiento genético. **Objetivo.** Estimar los parámetros genéticos para rasgos de crecimiento en la raza Santa Gertrudis evaluadas en animales sometidos a pruebas de comportamiento (PC).

Métodos: Se empleó una base de datos integrada por 4 607 registros de tres Empresas Genéticas entre los años 1981-2016. Los rasgos estudiados fueron: peso al nacer (PN), peso al destete (PD), peso final ajustado a 540 días de edad (PF), ganancia media diaria (GMD) y peso por edad (PPE).

Como citar (APA) Suárez Tronco, M., Rodríguez Castro, M., Guerra Rojas, M., & Martínez Gutiérrez, M. (2021). Parámetros genéticos para rasgos de crecimiento de animales Santa Gertrudis en pruebas de comportamiento. *Revista de Producción Animal*, 33(2). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3816>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Los grupos contemporáneos se conformaron a partir de la combinación rebaño, año y época de nacimiento (cuatrimestre), con no menos de tres animales. Se estimaron los componentes de (co)varianza para modelos unicarácter y multicarácter y los parámetros genéticos se estimaron usando el software MTDFREML.

Resultados: Las h^2 estimadas fueron: $0,08 \pm 0,02$; $0,18 \pm 0,02$; $0,28 \pm 0,07$; $0,05 \pm 0,02$ y $0,26 \pm 0,07$ para PN, PD, PF, GMD y PPE, respectivamente. Las correlaciones genéticas fueron todas positivas excepto entre PN y GMD (-0,11) y las restantes oscilaron entre 0,10 (PN y PPE) y 0,98 (PD y PF; PF y GMD). Las correlaciones fenotípicas fueron más bajas que las genéticas.

Conclusiones: El PF en PC que es el criterio de selección principal presenta la h^2 mayor y tiene correlaciones genéticas positivas con los demás caracteres por lo que se debe esperar la mejora simultánea de todos. El PF, GMD y PPE están determinados por los mismos genes aditivos.

Palabras clave: heredabilidades, pruebas de comportamiento, raza Santa Gertrudis (*Fuente: DeCS*)

ABSTRACT

Background: The genetic parameters are necessary in order to formulate optimal genetic improvement programs. **Objective.** To determine the genetic parameters for growth traits in animals subjected to performance tests (PT) of the Santa Gertrudis breed.

Methods: A database made up of 4,607 records of animals belonged to three genetic enterprises between years 1981-2016. The traits studied were: birth weight (BW), weaning weight (WW), final weight in the adjusted to 540 days of age (FWA), mean daily gain (ADG) and weight for age (WA). The groups of contemporaries were made up of the combination of herd, year and season of birth (four-month period), with no less than 3 animals. Variance and covariance components and genetic parameters were estimated using the restricted maximum likelihood (REML) procedure and the derivative-free algorithm using the MTDFREML software.

Results: Heritabilities were: $0,08 \pm 0,02$; $0,18 \pm 0,02$; $0,28 \pm 0,07$; $0,05 \pm 0,02$ y $0,26 \pm 0,07$ for BW, WW, FWA, ADG y WA, respectively. The genetic correlations were all positive with the exception between BW and ADG (-0.11) and ranged between 0.10 (BW and PPE) and 0.98 (WW and FWA; FWA and ADG). The phenotypic correlations were lower than the genetic ones.

Conclusions: The FWA in (PT) which is the main selection criterion, shows the highest heritability and has positive genetic correlations with the other traits, so the simultaneous improvement of all should be expected. FWA, ADG and WA are determined by the same additive genes.

Keywords: heritabilities, performance test, Santa Gertrudis breed (*Source: DeCS*)

Recibido: 2/2/2021

Aceptado: 5/3/2021

INTRODUCCIÓN

Para formular programas de mejoramiento genético óptimos y evaluar el progreso genético de programas en marcha, es necesario estimar los parámetros genéticos teniendo en cuenta que estos son específicos para cada población (Palacios-Espinosa *et al.*, 2010). Las estimaciones de los parámetros genéticos deben ser siempre actualizadas, debido a los cambios ocurridos en la población donde los mismos fueron estimados.

En nuestro país, la raza Santa Gertrudis fue importada a finales de 1935 por el norteamericano E.J. Baker, entonces propietario de la Isla de Turiguanó. Primeramente, se importaron 35 machos jóvenes y posteriormente 12 toretes del King Ranch. Después de varios años de cruzamientos absorbentes con el ganado Cebú mestizo y Red Polled existentes en la isla, en diciembre de 1947 se reconoce la Santa Gertrudis en Cuba como raza pura. En 1955 se inscribe la primera hembra en los Libros de Registro Genealógico de la raza en Cuba. En la actualidad se encuentra presente en varias provincias del país, pero los rebaños más importantes están en Ciego de Ávila (Turiguanó), Santiago de Cuba (Vallina) y Pinar del Río (Camilo Cienfuegos), por ese orden.

Esta raza no ha sido de las más estudiadas en el país ni en el mundo, no obstante, los primeros resultados de parámetros genéticos en Cuba se remontan a 1974 que fueron actualizados posteriormente por Iglesias *et al.* (2009), Morales *et al.* (2012) y Morales *et al.* (2013).

La raza Santa Gertrudis fue empleada en proyectos de cruzamientos para la formación de nuevas razas como el Caribe de Cuba con una proporción de genes de 5/8 Holstein, 3/8 Santa Gertrudis, la que mostró resultados positivos con buena adaptabilidad a nuestras condiciones (López y Ribas, 1993). Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue determinar los parámetros genéticos para rasgos de crecimiento en animales sometidos a pruebas de comportamiento de la raza Santa Gertrudis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se empleó la base de datos histórica que se utiliza para la estimación de los valores genéticos y tendencias genéticas para los programas de mejoramiento genético, integrada por 4 607 registros de animales sometidos a prueba de comportamiento que se correspondieron con 3 531 pedigris, hijos de 286 sementales y 2 463 madres. Las pruebas se desarrollaron entre los años 1981-2016. Los animales pertenecían a las Empresas de Turiguanó (Ciego de Ávila), Camilo Cienfuegos (Pinar del Río) y Vallina (Santiago de Cuba).

Los rasgos estudiados fueron: peso al nacer (PN), peso al destete (PD), peso final en la prueba de comportamiento ajustado a 540 días de edad (PFA), ganancia media diaria (GMD) y peso por edad (PPE) en la prueba. Los grupos de contemporáneos se conformaron a partir de la combinación rebaño, año y época de nacimiento (cuatrimestre), cada uno con no menos de 3 animales.

La GMD de peso (g.día^{-1}) al final de la prueba se calculó como:

$$GMD = \frac{PF - PI}{DP} * 1000$$

Donde: PF: peso final; PI: peso inicial de la prueba; DP: días en prueba

A su vez el peso por edad (g.día⁻¹) se calculó:

$$PPE = \frac{PF}{EF} * 1000$$

Donde EF es la edad al finalizar la prueba.

El peso ajustado a 540 días de edad se hizo de conformidad con la siguiente formula:

$$PA18 = \left(\frac{P18 - PA}{IPA - P18} \right) * 175 + PA$$

Donde:

PA=peso registrado al año

P18=peso registrado a los 18 meses

IPA-P18=intervalo en días desde la fecha en que se registró el peso al año hasta la fecha que se registra el peso a los 18 meses

Los terneros incluidos en la prueba de comportamiento se pesaron individualmente en una báscula de 1 000 kg al inicio de la misma, que ocurre aproximadamente entre los 10 y 15 días después del destete, debiendo recibir pesajes mensuales hasta el final de la prueba, alrededor de los 18 meses de edad.

Los datos fueron analizados mediante el programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995). Para estimar los componentes de varianza y parámetros genéticos se empleó primero un modelo animal unicarácter y posteriormente multicarácter que en ambos casos incluyeron como efectos fijos el grupo contemporáneo (rebaño-año-cuatrimestre de nacimiento), y como efectos aleatorios se consideraron los efectos genéticos aditivos directos y el error residual. El modelo estadístico a utilizar escrito en forma matricial fue el siguiente:

Para el unicarácter:

$$y = Xb + Za + e$$

Donde: y = vector del rasgo bajo estudio

X y Z= matrices de incidencia

b= vector de efectos fijos (niveles de grupos contemporáneos)

a = vector de efectos aleatorios del animal

e = vector de residuos

Posteriormente se utilizó un modelo multicarácter, incluyendo los caracteres por pares:

$$\text{Rasgo 1} \quad y_1 = X_1 b_1 + Z_1 a_1 + e_1$$

$$\text{Rasgo 2} \quad y_2 = X_2 b_2 + Z_2 a_2 + e_2$$

En notación matricial quedaría como:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Donde: y_i = vector de las observaciones para el i -ésimo rasgo.

b_i = vector de los efectos fijos para el i -ésimo rasgo.

a_i = vector de los efectos aleatorios del animal para el i -ésimo rasgo.

e_i = vector de los efectos residuales aleatorios para el i -ésimo rasgo.

X_i y Z_i son matrices de diseño que relacionan los datos con los efectos fijos y los animales, respectivamente.

En todos los casos se estimaron los componentes de varianza y covarianza, así como los parámetros genéticos, heredabilidad (h^2) y correlaciones genéticas para el multicarácter. Los componentes de varianza y covarianza y los parámetros genéticos fueron estimados usando el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (REML) y el algoritmo libre de derivadas usando el software MTDFREML (Boldman *et al.* 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generales para los rasgos se muestran en la **Tabla 1**. Con la excepción del peso al nacer (PN), que tiene sus límites biológicos, todos los demás presentaron altos coeficientes de variación, principalmente la GMD lo que indica las diferencias existentes no solo dentro de una empresa, sino también entre ellas.

El PN de 32,75 kg es similar al encontrado por Kebede y Komlosi (2015) en Simmental húngaro (32,9 kg) pero superior al reportado por Ossa, Suárez y Pérez (2007) en ganado Romosinuano (30,65 kg). En sistemas de doble propósito en Venezuela, Salamanca, Quintero y Benítez (2011) reportaron 28,92 kg. mientras que Garay *et al.* (2014) en un rebaño multirracial en Colombia reportaron 30,4 kg.

Tabla 1. Estadígrafos generales para los rasgos estudiados.

Rasgos	Media	DS	CV (%)
Peso al nacer (kg)	32,75	3,26	9,96
Peso al destete (kg)	179,13	39,16	21,86
Peso final en prueba de comportamiento (kg)	330,87	58,03	17,54
Ganancia media diaria en prueba (g.día ⁻¹)	450,28	192,98	42,86
Peso por edad en prueba (g.día ⁻¹)	558,76	140,50	25,14

El PD de 179,13 kg resultó superior a los valores reportados por Morales *et al.* (2012) y Morales (2013) en esta propia raza en Cuba. Resultados superiores se encontraron en Australia por Bradfield, Graser y Johnston (1997), además Hernández-Hernández *et al.* (2015); Cárdenas, Kú y Magaña (2015) indicaron pesos al destete en ganado Brahman de 188,0 y 166,0 kg, respectivamente; en un rango alrededor de los encontrados en este trabajo. Domínguez-Viveros *et al.* (2013) en ganado Tropicarne en México con una media de 183,2 kg. Mientras que, Montes, Vergara y Barragán (2011) informaron pesos superiores a los reportados en ganado Brahman (238,5 kg).

La media para la GMD 450,28 g.día⁻¹ coincide con el rango descrito por Mascioli *et al.* (2000) de 344 a 576 g para este caracter. Nuestros resultados fueron superiores a los 356 g reportado por Alencar, Oliveira y Barbosa (2000), para la raza Canchim en Brasil en condiciones de pastoreo y valores similares fueron encontrados en ganado Cebú por González (2009) con 468 g. y Morales (2013) en la raza Santa Gertrudis.

Con relación a los demás rasgos estudiados tenemos que el PPE (558,76 g.día de edad⁻¹) fue inferior a los encontrados en Cuba por Ceró (2007) en la raza Chacuba de 659 g.día⁻¹, así como González (2009) en ganado Cebú con 583 g.día⁻¹ y Morales (2013) de 613,80 g.día⁻¹; denotando en cierta medida un empeoramiento en el comportamiento de las pruebas.

El PF (330,87 kg) por su parte presentó un valor medio inferior al encontrado en ganado Cebú cubano por Villavicencio *et al.* (2007), de 343,3 kg. y similar al reportado por Trujillo *et al.* (2011) de 326,5 kg en Cebú Cubano y Morales (2013) de Santa Gertrudis.

Los resultados obtenidos del análisis genético para los análisis unicarácter se presentan en la **Tabla 2**. Cuando se hicieron las estimaciones de las heredabilidades todas fueron bajas, reflejándose poca variación genética de tipo aditiva y por consiguiente una alta variabilidad residual o ambiental.

Tabla 2. Componentes de varianza y heredabilidades para los rasgos analizados.

Rasgos	σ^2_A	σ^2_E	σ^2_P	$h^2 \pm EE$
PN	0,59	6,19	6,78	0,09 \pm 0,03
PD	13,28	553,01	566,30	0,02 \pm 0,02
PF	74,44	1 010,48	1 084,92	0,07 \pm 0,02
GMD	367,30	8 442,26	8 809,56	0,04 \pm 0,02
PPE	261,67	3 481,85	3 743,51	0,07 \pm 0,02

Nota: PN (peso al nacer), PD (peso al destete ajustado a 205 días), PF (peso final en prueba de comportamiento ajustado a 540 días), GMD y PPE (ganancia media diaria y peso por edad, respectivamente, en la prueba de comportamiento). σ^2_A , σ^2_E y σ^2_P , Varianza genética aditiva, residual y fenotípica, respectivamente; $h^2 \pm EE$ (heredabilidad y error estándar).

Para el PN (0,09) un resultado muy parecido al nuestro fue el obtenido por Garay *et al.* (2016) en Colombia en ganado Brahman. El resto de los resultados confrontados resultaron superiores: Aranguren-Méndez *et al.* (2006) en sistemas de doble propósito en Venezuela con 0,24; Ossa *et al.* (2007) en Romosinuano de 0,17; Garay *et al.* (2014) en un rebaño multirracial con 0,12 y Nandolo *et al.* (2016) en Malawi de 0,33.

En la **Tabla 3** aparecen las heredabilidades y las correlaciones genéticas y fenotípicas cuando se hicieron los análisis multicarácter; confirmando lo reportado por Schaeffer (1999) que los modelos que incluyen más de un carácter simultáneamente aumentan las heredabilidades además de poder estimar las correlaciones genéticas entre caracteres. Excepto para PN y GMD los restantes caracteres mostraron incrementos importantes y más coincidentes con los reportes de la literatura para esta y otras razas productoras de carne.

Tabla 3. Parámetros genéticos estimados por modelos multicaracter para los rasgos de crecimiento.

	PN	PD	PF	GMD	PPE
PN	0,08 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,17 ± 0,02	-0,11 ± 0,03	0,10 ± 0,03
PD	0,02 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,98 ± 0,04	0,48 ± 0,06	0,53 ± 0,30
PF	0,06 ± 0,02	0,49 ± 0,03	0,28 ± 0,07	0,98 ± 0,02	0,96 ± 0,01
GMD	0,01 ± 0,02	-0,08 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,92 ± 0,11
PPE	0,02 ± 0,02	0,37 ± 0,02	0,99 ± 0,02	0,71 ± 0,01	0,26 ± 0,07

Nota: En la diagonal las heredabilidades, encima de la diagonal las correlaciones genéticas, debajo de la diagonal las correlaciones fenotípicas.

Para el PD unicarácter obtuvimos un valor prácticamente de cero para el efecto directo (0,02). El resultado encontrado más cercano es el de Espinosa *et al.* (2007) en ganado Cebú Cubano con valores de 0,04± 0,02 y Guerra *et al.* (2010); Guillén *et al.* (2011), en ganado Cebú en Cuba obtuvieron resultados también bajos para la heredabilidad directa 0,06 ± 0,01 y 0,08 ± 0,01, respectivamente. Resultados comparables obtuvieron Vergara *et al.* (2016) de 0,07.

Cuando nos referimos al multicaracter ($h^2 = 0,18$) se encontraron coincidencias con los resultados de Aranguren-Méndez *et al.* (2006) de 0,17; Morales (2013) en Santa Gertrudis con 0,15 y Barbosa *et al.* (2017) en Nellore en Brasil con 0,15 obtuvieron el mismo resultado.

Hubo otros valores superiores como los de Ríos Utrera *et al.* (2013) en ganado Indubrasil (0,27 ± 0,19); García *et al.* (2015) en un rango entre 0,17-0,30 en Costeño con Cuernos utilizando seis modelos distintos, y Kebede y Komlosi (2015) de 0,26 en Europa.

La heredabilidad tan baja del peso final en prueba de comportamiento (0,07), que es el criterio fundamental de selección, justificaría la pobre respuesta a la selección obtenida en esta raza a través del tiempo. Cuando se analizó por el modelo multicarácter (**Tabla 3**) ésta fue de 0,28 y mostró correlaciones genéticas altas y positivas con el PD, GMD y PPE. Morales (2013) reportó un valor ligeramente inferior de 0,21, que no se justifica con la pobre ganancia genética, aunque los resultados en Cuba con otras razas han sido superiores; Guerra *et al.* (2001), en la raza Charolaise para PF informaron estimados de 0,25 y González-Peña *et al.* (2007) de 0,21. En el

ganado Chacuba, Ceró (2007) informó un valor de 0,21; mientras que González (2009), estimó una heredabilidad de 0,23 en el ganado Cebú.

Para GMD y PPE, Morales (2013) reportó valores de 0,14 y 0,22, respectivamente muy superiores a los reportados en este trabajo, aunque para PPE (**Tabla 3**) fueron muy parecidos. Las correlaciones genéticas fueron todas positivas, excepto entre PN y GMD (-0,11) y oscilaron desde 0,10 (PN y PPE) hasta 0,98 (PD y PF; PF y GMD). Kebede y Komlosi (2015) reportaron correlación genética de 0,28 entre PN y GMD, una de las más bajas encontradas en sus resultados. Las correlaciones fenotípicas fueron más bajas que las genéticas, aquellas relacionadas con el PN fueron prácticamente de cero y la más alta (0,99) entre PPE y PF.

Entre PN y PD, Nesar *et al.* (2012) en ganado Brangus reportaron una correlación de 0,78; superior a la nuestra. También entre PD y GMD, Kebede y Komlosi (2015) encontraron un valor mucho más alto (0,98). Se debe tener en cuenta que los pesos al destete en ganado Simmental en Europa son superiores a los obtenidos en condiciones tropicales y su determinación genética posterior sobre la ganancia posdestete es superior.

Schaeffer (1999), planteó que en los análisis de rasgos múltiples todos los caracteres se benefician en alguna medida y que estos son más útiles cuando la diferencia entre la correlación genética y la ambiental se hace máxima (mayor a 0.5), o donde un caracter tiene una heredabilidad muy superior a la otra, siendo más beneficiado aquel rasgo que muestre menor heredabilidad.

Morales (2013), en la raza Santa Gertrudis encontró correlaciones genéticas también muy altas entre PF, GMD y PPE. Así, tenemos entre PD y GMD (0,78); PF y GMD (0,91) y entre PF y PPE (0,99) que en sentido general coinciden con los obtenidos en este estudio, ratificándose que estos caracteres están determinados por los mismos genes.

CONCLUSIONES

Se comprueba que los análisis multicarácter benefician los estimados de heredabilidad principalmente para aquellos con valores más bajos.

El peso final en prueba de comportamiento, que es el criterio de selección principal presenta la heredabilidad mayor y tiene correlaciones genéticas positivas con los demás caracteres, por lo que se debe esperar la mejora simultanea de todos.

El PF, GMD y PPE están determinados por los mismos genes aditivos al presentar correlaciones genéticas altas.

REFERENCIAS

- Alencar, M. M. D., Oliveira, M. C. D. S., & Barbosa, P. F. (1999). Causas de Variação de características de crescimento de bovinos cruzados Canchim x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28(4), 687-692. <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000400005>
- Aranguren-Méndez¹, J., Bravo¹, R. R., Villasmil Ontiveros¹, Y., Chirinos de Faría, Z., Romero, J., & Soto Belloso¹, E. (2006). Componentes de (co) varianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en animales mestizos de doble propósito. *Revista científica*, 16(1), 55-61. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592006000100008&script=sci_arttext&tlng=pt
- Barbosa, A. C. B., Carneiro, P. L. S., Rezende, M. P. G., Ramos, I. O., Martins Filho, R., & Malhado, C. M. (2017). Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. *Archivos de zootecnia*, 66(255), 449-452. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49553112018>
- Boldman, K. G., Kriese, L. A., Van Vleck, L. D., Van Tassell, C. P., & Kachman, S. D. (1995). A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. *US Department of Agriculture, Agricultural Research Service*, 114. https://www.researchgate.net/publication/281307227_A_Manual_for_Use_of_MTDFREML_-_a_Set_of_Programs_to_Obtain_Estimates_of_Variances_and_Covariances_draft
- Bradfield, M. J., Graser, H. U., & Johnston, D. J. (1997). Investigation of genotype× production environment interaction for weaning weight in the Santa Gertrudis breed in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48(1), 1-6. <https://doi.org/10.1071/A96009>
- Cárdenas, M. J. V., Kú, V. J. C., & Magaña, M. J. G. (2015). Eficiencia energética de la producción de destetes en vacas Brahman (*Bos indicus*) y cruzadas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) en Yucatán, México. *Archivos de zootecnia*, 64(246), 117-122. <https://doi.org/10.21071/az.v64i246.385>
- Ceró, A. (2007). *Caracterización para rasgos de crecimiento y reproducción del genotipo Chacuba* (Doctoral dissertation, PhD Thesis. Vet. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba).
- Domínguez-Viveros, J., Rodríguez-Almeida, F. A., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, R., Ortega-Gutiérrez, J. Á., & Ruiz-Flores, A. (2013). Ajuste de modelos no lineales y estimación de parámetros de crecimiento en bovinos tropicarne. *Agrociencia*, 47(1), 25-34. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000100003
- Kebede, D., & Komlosi, I. (2015). Evaluation of genetic parameters and growth traits of Hungarian Simmental cattle breed. *Livest Res Rural Dev*, 27(9). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd27/9/dami27172.html>

- Villavicencio, J. E., Espinosa, A. P., de la Peña, R. D. L., Serrano, N. Á., Iglesias, D. G., González-Peña, D., ... & Bosque, M. M. (2007). Componentes de (co) varianza para caracteres de crecimiento y reproducción en ganado cebú en Cuba. *Archivos de zootecnia*, 56(216), 919-927. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49521611>
- González, S. (2009). *Estimación de parámetros, valores y tendencias genéticas para rasgos de crecimiento en ganado Cebú cubano* (Doctoral dissertation, PhD Thesis. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba).
- González-Peña, D., Guerra, D., Falcón, R., Rodríguez, M., & Ortiz, J. (2007). Componentes de varianza y tendencia Genética de características postdestete en ganado Charolais. *Rev. Ciencia y Tecnología Ganadera*, 1(1).
- Iglesias, D. G., Villavicencio, J. L. E., Espinosa, A. P., Peña, D. G., Almeida, F. R., & Trujillo, A. G. (2009). Componentes de (co) varianza de los días abiertos en bovinos Santa Gertrudis. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47(2), 145-155. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1480>
- Guerra, D., Guillén, A., Espinoza, J. L., Palacios, A., de la Peña, R. D. L., González-Peña, D., & Ávila, N. (2010). Componentes de (co) varianza del peso al destete en ganado Cebú cubano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(4), 345-348. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017783001>
- Guerra, D., Rodríguez, M., Planas, T., Ramos, F., Ortiz, J., Torres, J., & Falcón, R. (2001). Evaluación genética de las razas vacunas de carne en Cuba. *Memorias. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. La Habana, Cuba, 1756-1759.
- Trujillo, A. G., Iglesias, D. G., Serrano, N. Á., González-Peña, D., Palacios, A., De Luna, R., & Espinoza, J. L. (2011). Parámetros genéticos de rasgos de crecimiento en el ganado Cebú cubano. *Revista cubana de ciencia agrícola*, 45(2), 117-120. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022245002>
- Hernández-Hernández, N., Martínez-González, J., Parra-Bracamonte, G., Ibarra-Hinojosa, M., Briones-Encinia, F., Saldaña-Campos, P., & Ortega-Rivas, E. (2015). Non-genetic effects on growth characteristics of Brahman cattle. *Revista MVZ Córdoba*, 20(1), 4427-4435. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682015000100005&script=sci_arttext&tlng=en
- López, D., & Ribas, M. (1993). Formación de nuevas razas lecheras. Resultados en Cuba. *CUBAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE*, 27, 1-1. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=020702>
- Mascioli, A. D. S., El Faro, L., Alencar, M. M. D., Fries, L. A., & Barbosa, P. F. (2000). Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e análise de componentes principais

- para características de crecimiento na raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6), 1654-1660. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982000000600009&script=sci_arttext&tlng=pt
- Montes, D., Vergara, O., & Barragán, W. (2011). Diferencia esperada de progenie como herramienta de selección para peso al destete en ganado Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 16(1). <https://doi.org/10.21897/rmvz.297>
- Morales, Y. (2013). Estimación de parámetros, tendencias genéticas y efectos de la consanguinidad en la raza Santa Gertrudis de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque, 126 pp.
- Morales, Y., Guerra, D., González-Peña, D., Rodríguez, M., & Suárez, M. A. (2012). Componentes de covarianza del crecimiento posdestete en novillas Santa Gertrudis mediante Modelos de Regresión Aleatoria. *Zootecnia Trop*, 30, 197.
- Morales, Y., Guerra, D., Suárez, M. A., Rodríguez, M., González-Peña, D., & Ramos, F. (2013). Parámetros y tendencia genética en rasgos de crecimiento post destete de machos de la raza Santa Gertrudis. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(1), 7-12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193028545002>
- Nandolo, W., Gondwe, T. N., & Banda, M. (2016). Phenotypic and genetic parameters of calf growth traits for Malawi Zebu. *Development*, 28, 02. https://www.researchgate.net/profile/WilsonNandolo/publication/295210909_Phenotypic_and_genetic_parameters_of_calf_growth_traits_for_Malawi_Zebu/links/571f3c5b08aefa648899b1c6/Phenotypic-and-genetic-parameters-of-calf-growth-traits-forMalawiZebu.pdf
- Neser, F. W. C., Van Wyk, J. B., Fair, M. D., Lubout, P., & Crook, B. J. (2012). Estimation of genetic parameters for growth traits in Brangus cattle. *South African Journal of Animal Science*, 42(5), 469-473. [10.4314/sajas.v42i5.5](https://doi.org/10.4314/sajas.v42i5.5)
- Garay, O. D. V., Murillo, J. M. F., Pérez, M. J. H., Guerra, C. J. Y., Jiménez, C. M., Ríos, T. E. B., & Coma, J. R. (2014). Efectos raciales, de heterosis y parámetros genéticos para peso al nacer en una población multirracial de ganado de carne en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 26(3). <http://www.lrrd.org/lrrd26/3/verg26058.html>
- Garay, O. V., López, K. H., Ramos, A. N., Loaiza, R. A., Pinto, C. R., & Humanéz, N. M. (2016). Parámetros genéticos y tendencias genéticas para características pre destete en una población de ganado Brahman en Colombia. <http://www.lrrd.org/lrrd28/3/verg28044.html>

- Ossa, G. A., Suárez, M. A., & Pérez, J. E. (2007). Efectos del medio y la herencia sobre los pesos al nacimiento, al destete ya los 16 meses de edad en terneros de la raza criolla Romosinuano. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 8(2), 81-92. <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/98>
- Palacios-Espinosa, A., Espinoza-Villavicencio, J. L., Guerra-Iglesias, D., González-Peña Fundora, D., & de Luna de la Peña, R. (2010). Efectos genéticos directos y maternos del peso al destete en una población de ganado Cebú de Cuba. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(1), 1-11. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242010000100001&script=sci_arttext
- García, E., Mitat, A., Saraz, A., Simanca, C., & Garay, D. (2015). Componentes de covarianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en una población de ganado Costeño con Cuernos en Colombia. *Livest Res Rural Dev*, 27(1), 6. <http://www.lrrd.org/lrrd27/1/pere27006.html>
- Ríos-Utrera, Á., Hernández-Hernández, V. D., Amezcua-Manjarrez, E. V., Zárate-Martínez, J. P., & Villagómez-Cortés, J. A. (2013). Efectos genéticos directos y maternos para características de crecimiento de bovinos Indubrasil. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 23(5), 440-448. <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA348311596&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=07982259&p=IFME&sw=w>
- Salamanca, A., Quintero, R., & Bentez, J. (2011). Características de crecimiento predestete en becerros del Sistema Doble Propósito en el municipio de Arauca. *Zootecnia Tropical*, 29(4), 455-465. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000400007
- Schaeffer, L. R. (1999). Multiple traits animal models. URL Available: < <http://www.aps.uoguelph.ca/~lrs/Animalz/lesson15/>> [Consulted: 05/2009].

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: MAST, MRC, MCGR, MSMG, análisis e interpretación de los datos: MAST, MRC, redacción del artículo: MAST, MRC, MCGR, MSMG.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.