



Tendencia genética en bovinos de aptitud cárnea en la hacienda La Victoria, provincia del Guayas

Genetic trends in beef cattle in La Victoria farm, Guayas province

Autores

- ✉ ^{1*}Carlos Octavio Larrea-Izurieta 
- ✉ ²Luis Favian Cartuche-Macas 
- ✉ ¹Javier Atilio Alcívar-Cedeño 
- ✉ ¹Ramón Junior Moreira-Obando 

¹Carrera de Medicina Veterinaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, km 2,7 vía Calceta-El Morro-El Limón, Manabí, Ecuador.

²Responsable de la dirección del Instituto de Biodiversidad y de la Dirección de Vinculación con la Sociedad, Universidad Intercultural de Nacionalidades y Pueblos Indígenas Amawtay Wasi. Quito, Ecuador.

Resumen

Se analizaron las tendencias genéticas del peso al nacimiento (PN) y del peso al destete ajustado a 205 días (PD) en hembras mestizas con ascendencia Brahman, nacidas entre 2005 y 2021 en la hacienda “La Victoria”, cantón Bucay, provincia del Guayas. Se evaluaron 946 animales, con 351 registros para PN y 314 para PD, elaborados entre 2011 y 2021. El modelo estadístico y animal incorporó efecto aleatorio de los padres y consideró efectos fijos: año de nacimiento y composición racial. Para el análisis de varianza se aplicó el procedimiento modelo lineal general (GLM) utilizando el paquete estadístico SAS. Se estimaron componentes de varianza y parámetros genéticos de PN y PD, a través del software VCE v.6, y para estimar valores de cría, se empleó el software MTDFRELM, a través del sistema de evaluación del mejor predictor lineal inseguido. El promedio fue de $37,64 \pm 2,35$ kg para PN y $195,09 \pm 30,12$ kg para PD. Se identificaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) para efectos aleatorios y fijos. La heredabilidad estimada fue de $0,137 \pm 0,209$ para PN y $0,454 \pm 0,177$ para PD. Se encontró correlación genética de $-0,181$ entre estos dos rasgos. Se observó un aumento anual promedio de $0,3055$ kg ($R^2 = 0,0633$) para PN y $0,5879$ kg ($R^2 = 0,0491$) para PD. Se concluyó que la baja heredabilidad de PN se encuentra influenciada por factores no genéticos y alta heredabilidad encontrada para PD tiene mayor influencia genética aditiva; aun así, las tendencias genéticas para ambos caracteres fueron cercanas a cero y no muestran progreso genético.

Palabras clave: peso al nacimiento; peso al destete; varianza genética; correlación genética; heredabilidad.

Abstract

The genetic trends of birth weight (PN) and weaning weight adjusted to 205 days (PD) were analyzed in crossbred females with Brahman ancestry, born between 2005 and 2021 on the “La Victoria” farm, Bucay canton, Guayas province. Were evaluated 946 animals, with 351 records for PN and 314 for PD, prepared between 2011 and 2021. The statistical and animal model incorporated a random effect of the parents and considered fixed effects: year of birth and racial composition. For the analysis of variance, the general linear model (GLM) procedure was applied using the SAS statistical package. Variance components and genetic parameters of PN and PD were estimated through the VCE v.6 software, and to estimate breeding values, the MTDFRELM software was used through the evaluation system of the Best Unbiased Linear Predictor. The average was 37.64 ± 2.35 kg for PN and 195.09 ± 30.12 kg for PD. Highly significant differences ($P \leq 0.01$) were identified for random and fixed effects. The estimated heritability was 0.137 ± 0.209 for PN and 0.454 ± 0.177 for PD. A genetic correlation of -0.181 was found between these two traits. An average annual increase of 0.3055 kg ($R^2 = 0.0633$) for PN and 0.5879 kg ($R^2 = 0.0491$) for PD was observed. It is concluded that the low heritability of PN is influenced by non-genetic factors and the high heritability found for PD has greater additive genetic influence; Even so, genetic trends for both traits were close to zero and show no genetic progress.

Keywords: birth weight; weaning weight; genetic variance; genetic correlation; heredability.

Recibido: Julio 25, 2023

Aceptado: Noviembre 12, 2023

Publicado: Diciembre 01, 2023



Introducción

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2023), para el año 2022, Ecuador registró una población bovina de 3.861.711 cabezas. En este censo, la región Sierra se destacó ocupando el primer lugar con un 52,99% del total, seguida de la región Costa con un 38,54% y la región Amazónica con un 8,47%. Entre las razas bovinas, los animales Brahman o Cebú representaron el 12,72% de la población nacional, lo que equivalió a un total de 491.057 ejemplares. Además, es importante mencionar que la provincia de Manabí albergó el 27,91% de la población nacional de cebuinos productores de carne, lo que se tradujo en 137.066 cabezas.

En muchas explotaciones en el trópico ecuatoriano, los ganaderos tienen poca información o no usan registros genealógicos, productivos y reproductivos, lo que limita la estimación de los parámetros genéticos, restringiendo el avance genético de las explotaciones (Larrea-Izurieta et al., 2019). Desde el punto de vista genético, existen muchos esfuerzos y desafíos alrededor del mundo tropical para conseguir razas adaptadas a las condiciones del clima, alimentos, escasez de agua y de resistencia a patógenos que ofrezcan mejores niveles de producción y reproducción que los actuales (Haro-Oñate, 2003; Martínez-Rocha et al., 2018).

Todo cambio derivado de la mejora genética implica beneficios tanto para el productor como para los consumidores, a corto y largo plazo; es importante que se desarrollen planes de mejora genética conforme al contexto económico, ambiental y social y que estos formen parte de los planes nacionales de desarrollo pertinentes a la producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2010). El progreso genético de una población puede cuantificarse al estimar la respuesta de selección, la cual evalúa los cambios genéticos obtenidos a través de los años, misma que es imprescindible para evaluar y dar seguimiento al progreso genético obtenido y ajustar los objetivos de selección que maximicen dicho progreso de ser necesario (Larios-Sarabia et al., 2020).

Generalmente en las explotaciones de cría animal en Ecuador se realiza una selección fenotípica a los animales en forma individual o grupal, estas selecciones representan los padres de las siguientes generaciones, brindando poca orientación para selección de reproductores y poca orientación, ya que se escoge el animal por fenotipo y no por su genotipo (Larrea-Izurieta et al., 2019). El propósito de esta investigación fue estimar los parámetros y tendencias genéticas para el peso al nacimiento y al destete ajustado a 205 días de edad de hembras bovinas registradas en la hacienda La Victoria, catón Bucay, provincia de Guayas.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio, animales y registros

El estudio se realizó en la Hacienda “La Victoria”, ubicada en el cantón General Antonio Elizalde (Bucay), Provincia del Guayas, situada en las coordenadas 2°12'21" S y 79°15'58" O, a 297 msnm, con una pluviosidad anual de 122,70 mm y temperatura promedio anual de 26 °C.

Se analizó la información fenotípica y genealógica ingresada en el software ganadero SG® v.19 de 946 animales registrados entre los años 2005 y 2021; sin embargo, se encontró con información productiva desde 2011; los datos se depuraron en el software Microsof Excel® para construir las matrices según los requerimientos de los diferentes paquetes estadísticos y de evaluación genética, se ajustó el peso al destete, utilizando la fórmula sugerida por Silva-Contreras et al. (2013). Se aplicó la metodología RELM (máxima verosimilitud restringida) para estimación de componentes de la varianza con el software VCE v.6.0 (Groeneveld et al., 2008) y para la predicción de los valores de cría se aplicó la metodología BLUP (mejor predictor lineal insesgado) con el software MTDFRELM (Boldman et al., 1995), se corrió el modelo animal multivariado para peso al nacimiento (PN) y peso ajustado a 205 días de edad (PD).

Se encontraron 14 composiciones raciales constituidas por las razas Angus (ANG), Brahman (BRA), Charolise (CHA), Simmental (SIM), Holstein (HOL) y Gyr (GYR) en diferente proporción individual, en cada animal de la población evaluada desde el año 2005. Para el análisis del PN y PD se observaron seis composiciones de diferente proporción con base Brahman, siendo así Brahman puro (BRA/100) Brangus media sangre (ANG/50-BRA/50), Brangus tres cuartos (BRA/75-ANG/25), Charbray media sangre (CHA/50-BRA/50), Charbray tres cuartos (BRA/75-CHA/25) y Simbrah media sangre (SIM/50-BRA/50).

Análisis estadístico y genético

La información ingresada en el programa Microsoft Excel, se utilizó también en el paquete estadístico SAS University Edition® en el que se aplicó el procedimiento PROC MEAN para obtener los estadísticos descriptivos de número de datos, promedio, desviación estándar, valor mínimo y máximo y coeficiente de variación. Para el análisis de la varianza de los efectos fijos (año de nacimiento y composición racial) y aleatorios (animal) que intervienen las variables de PN y PD, se aplicó el procedimiento PROC GLM con el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + e_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} = variable en estudio (PN y PD); μ = promedio general de la variable en estudio (PN y PD); A_i = efecto del i-ésimo animal; B_j = efecto del l-ésimo año de nacimiento; C_k = efecto de la k-ésima composición racial y e_{ijkl} = efecto residual. Además, se aplicó la prueba de Duncan para la separación de medias de los efectos fijos y aleatorios analizados.

Se utilizó el análisis genético estadístico para las variables PN y PD, para estimar los componentes de la varianza, heredabilidad y correlación genética a nivel de la población analizada y la predicción de los valores de cría a través del BLUP, con un modelo animal a nivel individual, se consideraron los efectos fijos de los grupos contemporáneos (composición racial y año de nacimiento) y aleatorios (animal), a los que se le aplicó el siguiente modelo animal bi-caracter:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Donde: Y_1 , Y_2 = vector de los registros de PN (Y_1) y PD (Y_2); b_1 , b_2 = vector de los efectos fijos incluyendo los grupos contemporáneos definidos por la combinación de composición racial y año de nacimiento para cada carácter; a_1 , a_2 = vector de los efectos aleatorios genéticos aditivos directos para cada carácter; X_1 , X_2 = matrices de incidencia que relacionaron las observaciones Y_1 y Y_2 con los respectivos efectos fijos; Z_1 , Z_2 = matrices de incidencia que relacionaron las observaciones Y_1 y Y_2 con los respectivos efectos genéticos aditivos y e_1 , e_2 = vector de residuales aleatorios.

El modelo fue aplicado a través del software VCE v.6 para estimar componentes de la varianza y parámetros genéticos y para valores de cría se utilizó el software MTDFRELM, a través del sistema de evaluación del mejor predictor lineal insesgado (BLUP). Una vez estimado el valor genético para cada animal, se estimó la tendencia genética para cada carácter, como la regresión de los valores genéticos promedios anuales (Vergara-Garay et al., 2014) mediante el procedimiento PROC REG del software SAS versión estudiantil.

Resultados y discusión

Se analizaron 946 registros genealógicos y productivos de bovinos macho (67) y hembra (879) de diferente composición racial, con base Brahman nacidos entre los años 2005 y 2021, identificados dentro de la Hacienda “La Victoria” en el cantón Bucay, provincia del Guayas; se consideraron los registros productivos de las hembras desde el año 2011 con 351 para PN y 314 para PD. Cabe recalcar que los machos solo fueron los padres de los animales evaluados, por lo que no se contó con PN y PD de estos, ya que en la explotación se usa inseminación artificial. En la tabla 1 se observan los resultados de los estadísticos descriptivos para cada carácter analizado.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para pesos al nacimiento y al destete.

ITEM	PN	PD
Promedio (kg)	37,64	195,09
Desviación estándar (kg)	±2,35	±30,12
Coeficiente de variación (%)	6,23	15,44
Mínimo (kg)	32	122
Máximo (kg)	45	300
Número de registros	351	314

PN=peso al nacimiento; PD=peso al destete ajustado a 205 días de edad.

Evaluación de los efectos fijos

En cuanto al PN, se identificó diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$) al comparar los promedios según la composición racial de los animales. Se observó que aquellos de mestizaje ANG/50-BRA/50 presentaron el mayor PN, con un valor de $40,40 \pm 2,37$ kg, y esta diferencia fue estadísticamente significativa en comparación con los otros grupos contemporáneos en el estudio. Por otro lado, los animales con el PN más bajo pertenecían al grupo BRA/75-ANG/25, con una media de $36,67 \pm 2,08$ kg.

En cuanto al PD, también se observó diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$) al analizar por año de nacimiento, la población nacida en 2019 difirió de los demás grupos contemporáneos con un promedio de $250,29 \pm 23,63$ kg, mientras que los grupos que tuvieron menor peso correspondieron a los animales que nacieron en 2013 con $173,44 \pm 20,25$ kg, 2016 con $180,20 \pm 22,31$ kg, 2020 con $175,22 \pm 21,41$ kg y 2021 con $176,00 \pm 17,85$ kg (tabla 2), por lo que se asumió el efecto de la pandemia por COVID-19, la cual afectó la mano de obra para la realización de las actividades de campo, atribuido a que los empleados estaban infectados y aislados en cuarentena (Solorzano-Calderón y Benítez-Dueñas, 2021).

Tabla 2. Promedio de peso al nacimiento y peso al destete por año de nacimiento.

Año de nacimiento	PN		PD	
	N	Media ± D.E.	N	Media ± D.E.
2011	22	$38,32 \pm 2,75$ BCD	15	$212,80 \pm 17,70$ CD
2012	27	$38,48 \pm 2,67$ ABC	23	$205,96 \pm 26,00$ D
2013	25	$36,84 \pm 2,15$ EF	25	$173,44 \pm 20,25$ E
2014	27	$37,78 \pm 2,28$ BCDEF	27	$224,63 \pm 30,92$ BC
2015	68	$37,00 \pm 1,80$ DEF	61	$199,77 \pm 24,36$ D
2016	62	$36,42 \pm 1,63$ F	49	$180,20 \pm 22,31$ E
2017	39	$37,54 \pm 1,94$ CDEF	36	$200,39 \pm 24,10$ D
2018	10	$39,80 \pm 2,35$ A	9	$229,78 \pm 34,66$ B
2019	7	$38,00 \pm 2,58$ BCDE	7	$250,29 \pm 23,63$ A
2020	47	$38,81 \pm 2,44$ ABC	45	$175,22 \pm 21,41$ E
2021	17	$39,06 \pm 2,97$ AB	17	$176,00 \pm 17,85$ E
Probabilidad		<0,001		<0,001

Letras iguales en la misma columna no son diferentes significativamente ($p > 0,05$). N = Población; D.E. = Desviación estándar; PN = Peso al nacimiento; PD = Peso al destete ajustado a 205 días de edad



Para el PN se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$) al comparar los promedios por composición racial y se observó con mayor PN los animales de mestizaje ANG/50-BRA/50 con $40,40 \pm 2,37$ kg, el mismo que difirió estadísticamente con los demás grupos contemporáneos en el estudio; sin embargo, los animales con PN más bajo fueron BRA/75-ANG/25 que presentaron una media de $36,67 \pm 2,08$ kg.

Para el PD por composición racial se encontró diferencia significativa ($P=0,030$) entre los grupos raciales y se observó que los animales BRA/75-ANG/25 y BRA/50-SIM/50 difirieron estadísticamente de los demás grupos contemporáneos con $161,67 \pm 24,01$ y $165,68 \pm 13,25$ kg, respectivamente, y se destacaron los animales de raza BRA/100 con $200,16 \pm 30,01$ kg (tabla 3). Hernández-Hernández et al. (2015) reportaron que las fuentes de variación tanto para PN como para PD presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) por efecto de factores ambientales.

Tabla 3. Promedio de peso al nacimiento y peso al destete por composición racial.

Composición racial	PN		PD	
	N	Media ± D.E.	N	Media ± D.E.
BRA/100	187	$37,32 \pm 2,12^B$	164	$200,16 \pm 30,01^A$
ANG/50-BRA/50	20	$40,40 \pm 2,37^A$	20	$196,50 \pm 27,67^A$
CHA/50-BRA/50	63	$38,35 \pm 2,52^B$	57	$197,09 \pm 31,73^A$
SIM/50-BRA/50	19	$38,21 \pm 2,46^B$	19	$165,68 \pm 13,25^B$
BRA/75-CHA/25	59	$36,86 \pm 1,96^B$	51	$188,90 \pm 26,76^A$
BRA/75-ANG/25	3	$36,67 \pm 2,08^B$	3	$161,67 \pm 24,01^B$
Probabilidad		<0,001		0,030

Letras iguales en la misma columna no son diferentes significativamente ($P > 0,05$). N= población; D.E.= desviación estándar; PN= peso al nacimiento; PD= peso al destete ajustado a 205 días de edad; ANG= Angus; BRA= Brahman; CHA= Charolise; SIM= Simmental.

Componentes de la covarianza, heredabilidad y correlación genética

En la tabla 4 se observa los valores de los componentes de la varianza fenotípica (σ^2_p), varianza genética aditiva directa (σ^2_a), varianza del error (σ^2_e), heredabilidad (h^2_a) y correlación genética (rg PN-PD) para PN y PD. En la etapa de predestete, los animales tuvieron la tasa de crecimiento más alta de toda su vida, esta tasa de crecimiento fue una medida del potencial de crecimiento de la cría, dado los efectos genéticos aditivos directos y de las cualidades individuales de las madres, a través aspectos fisiológicos y etológicos, así como la producción de leche, definidos como efectos genéticos aditivos maternos (Rodríguez-Almeida et al., 2019).

También se pudo observar en la tabla 4 que la heredabilidad (h^2) para el PN en este estudio fue de $0,137 \pm 0,209$ inferior a lo reportado en Brahman en Bangladesh con 0,87 (Mahbubul et al., 2020), Botswana con 0,57 (Rakwadi et al., 2014), México con 0,41 (Estrada-León et al., 2014) y Nelore en Brasil con 0,25 (Chud et al., 2014).

Tabla 4. Componentes de la varianza y parámetros genéticos estimados para pesos al nacimiento y al destete.

Parámetro	PN	PD
σ^2_a	0,649	261,061
σ^2_e	4,105	314,463
σ^2_p	4,754	575,524
$h^2_a \pm EE$	$0,137 \pm 0,209$	$0,454 \pm 0,177$
σg_{PN-PD}	-2,354	
rg_{PN-PD}	-0,181	

PN= peso al nacimiento; PD= peso al destete; σ^2_a = varianza genética aditiva directa; σ^2_e = varianza del error; σ^2_p = varianza fenotípica; h^2_a = heredabilidad directa; EE= error estándar; σg PN-PD= covarianza genética entre PN y PD; rg PN-PD= correlación genética entre PN y PD.

Para el PD se encontró una h^2 de $0,454 \pm 0,177$ (tabla 4), la misma que fue superior a los valores reportados para cruces multirraciales de ganado de carne en Colombia con 0,27 (Vergara-Garay et al., 2014), Brahman en Tailandia con 0,28 (Kamprasert et al., 2019), Bangladesh con 0,33 (Mahbubul et al., 2020), Brasil con 0,11 (Vargas et al., 2014), Nelore en Brasil con 0,28 (Chud et al., 2014), México con 0,43 (Estrada-León et al., 2014) y cruce de composición multirracial con base Brahman en Manabí con 0,13 (Larrea-Izurieta et al., 2019). La h^2 para PD en esta investigación fue inferior a los resultados indicados en Brahman en Botswana con 0,53 (Rakwadi et al., 2014), y Colombia con 0,47 (Martínez et al., 2006).

La correlación genética entre PN y PD (rg PN-PD) fue de -0,181 (tabla 4), superior al valor reportado en Brahman en Colombia con -0,2 (Montes et al., 2008) e inferior a los valores encontrado en Brahman en Bangladesh con 0,16 (Mahbubul et al., 2020) y Nelore en Brasil con 0,36 (Chud et al., 2014). Una correlación genética alta y negativa se debió al reducido número de descendientes por hembra y la poca información disponible de la hembra, resultado de la estructura de la información y no de una relación negativa real, como fue el caso del PN (Manzanilla-Pech et al., 2012).

Tendencias genéticas

Al hacer una selección progresiva, permitió que los animales con diferencia esperada de la progenie positivos y con mayor



Tendencia genética en bovinos de aptitud cárnea

valor, aumentaron la expresión de los caracteres de importancia económica y con esto, el aumento de la eficiencia del sistema de producción de carne (Ossa et al., 2008). Las tendencias genéticas tanto para el PN y el PD, se mostraron positivas y cercanas a cero con 0,3055 kg ($R^2= 0,0633$) y 0,5879 kg ($R^2= 0,0491$) respectivamente, como se observó en la figura 1a y 1b; sin embargo, los coeficientes de correlación no pudieron explicar las variaciones de cada uno de los caracteres, similar a lo reportado por Ossa et al. (2008), quienes concluyeron que no hubo progreso genético.

Los promedios de los valores genéticos observados por año fue muy variable, la misma que pudo ser causada, probablemente por cambios climáticos y de régimen de lluvias que se presentaron en la explotación, los cuales influyeron directamente en el estado de bienestar de los animales e indirectamente afectaron la disponibilidad y calidad del forraje que consumió la madre, durante el último tercio de la gestación, etapa en donde tuvo lugar la mayor tasa de crecimiento del feto y, consecuentemente, una mayor exigencia de nutrientes por parte de la madre (Martínez et al., 2006).

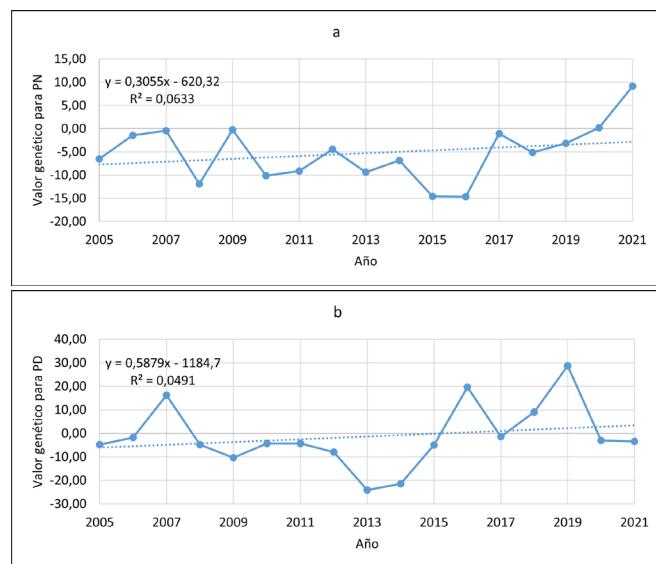


Figura 1. Tendencia genética. (a) Peso al nacimiento por año. (b) Peso al destete ajustado a 205 días por año. PN= peso al nacimiento; PD= peso al destete ajustado a 205 días de edad.

Martínez et al. (2006) mencionó que generalmente se ha reportado para el trópico una variación fenotípica, que se debe a la alta proporción de efectos ambientales, más que a efectos genéticos, por lo que coincidió con la conclusión de Vergara-Garay et al. (2014), que indicó que los animales puro Cebú o con altas proporciones de Cebú tuvieron mayor capacidad de crecimiento que en otras razas.

Conclusión

La heredabilidad encontrada para el peso al nacimiento es baja ($0,137 \pm 0,209$), mientras que para el peso al destete fue alta ($0,454 \pm 0,177$) con una correlación genética cercana a cero, por lo que se puede considerar seleccionar animales por esta

última característica para mejorar el desempeño productivo, sin descuidar el peso al nacimiento para mejorar el progreso genético, aprovechando la heterosis de los diferentes cruces con base Brahman para mejorar el rendimiento productivo, económico y de adaptación al medio a través de una adecuada selección de los animales reproductores para las siguientes generaciones.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Boldman, K. G., Kriese, L. A., Van Vleck, L. D., Van Tassel, C. P. and Kachman, S. D. (1995). A manual for use of MTDFRELM. *A set of program to obtain Estimates of Variances and Covariances*. ARS. USDA. Washington, DC.
- Chud, T. C. S., Caetano, S. L. Buzanskas, M. E. Grossi, D. A. Guidolin, D. G. F., Nascimento, G. B., Rosa, J. O., Lôbo, R. B. and Munari, D. P. (2014). Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. *Livest Sci.*, 170, 16-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.024>
- Estrada-León, R. J., Magaña-Monforte, J. G. and Segura-Correa, J. C. (2004). Estimation of genetic parameters for preweaning growth traits of Brahman cattle in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.*, 46, 771-776. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0563-z>
- Groeneveld, E., Kovac, M. and Mielenz, N. (2010). VCE v6.0. *User's Guide and Reference Manual Version 6.0*. <ftp://ftp.tzv.fal.de/pub/vce6/doc/vce6-manual-3.1-A4.pdf>.
- Haro-Oñate, R. (2003). *I Informe sobre recursos zoogenéticos: Ecuador*. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Ecuador.pdf>
- Hernández-Hernández, N., Martínez-González, J., Parra-Bracamonte, G., Ibarra-Hinojosa, M., Briones-Encinia, F., Saldaña-Campos, P. and Oregua-Rivas, E. (2015). Non-genetic effects on growth characteristics of Brahman cattle. *Rev. MVZ Córdoba*, 20(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682015000100005&script=sci_arttext&tlang=en
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2023). *Estadísticas agropecuarias*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Kamprasert, N., Duijvestein, N. and Van-der-Werf, J. H. (2019). Estimation of genetics parameters for BW and body measurements in Brahman cattle. *Animal*, 13(8), 1576-1582. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118003348>
- Larios-Sarabia, N., Ramírez-Valverde, R., Núñez-Domínguez, R., García-Muñiz, J. y Ruiz-Flores, A. (2020). Impacto



- de las evaluaciones genéticas en las tendencias genéticas de bovinos Jersey y Suizo Americano en México. *Nova Scientia*, 12(1), 1-24. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2305>
- Larrea-Izurieta, C., Vera-Loor, L., Cedeño-Pozo, J., Maingón-Navia, R., Zambrano-Pinargote, L., y Condo-Plaza, L. (2019). Diferencia esperada de progenie para peso al destete en selección de vaquillas mestizas en Manabí. *Revista MVZ Córdoba*, 24(2), 7193-7197. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1293>
- Mahbubul, M., Khandokar, M. A. M., Islam, R. and Hoke, A. (2020). Estimation of genetic parameters for growth traits in Brahman crossbred cattle of Bangladesh. *J. Bangladesh Agril Uni.*, 18(1); 385-391. <https://www.ejmanager.com/mnstamps/200/200-1586757860.pdf?t=1647735352>
- Manzanilla-Pech, C. I., Torres-Vásquez, J. A., Borrayo-Zepeda, A., Ríos-Utrera, A., Baeza-Rodríguez, J. J., Martínez-Velásquez, G., Vega-Murillo, V. E. y Montaño-Bermúdez, M. (2012). Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento en borregos Katahdin usando diferentes modelos. *Rev. Mex Cienc Pecu.*, 3(4), 487-500. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000400007
- Martínez, R. A., Pérez, J. E. y Herazo, T. (2006). Evaluación fenotípica y genética para características de crecimiento en la raza criolla colombiana Costeño con cuernos. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2), 12-20. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945021002.pdf>
- Martínez-Rocha, R., Ramírez-Valverde, R., Núñez-Domínguez, R. y García-Muñiz, J. G. (2018). Parámetros y tendencias genéticas de variables de crecimiento para bovinos Romosinuano en México. *Nova Scientia*, 10(2), 310-325. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1595>
- Montes, D., Vergara, O., Prieto, E. y Rodríguez, A. (2008). Estimación de los parámetros genéticos para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza Brahman. *Rev. MVZ Córdoba*, 13(1), 1184-1191. https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000100009
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2010). *Métodos de mejora genética en apoyo de una utilización sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Ed.). Estado de la gestión de recursos zoogenéticos. p. 417-468. <http://www.fao.org/3/a1250s/a1250s18.pdf>
- Ossa, G. A., Pérez, J. E. y Suárez, M. A. (2008). Valores genéticos de caracteres productivos y reproductivos en bovinos Romosinuano. *Revista Corpica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(1), 93-101. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624792>
- Rakwadi, E., Nsoso, S. J., Gondwe, T. N. and Banda, J. W. (2014). Estimates of phenotypic and genetic parameters and responses to selection in growth traits in three beef cattle breeds raised under ranch conditions in Botswana. *Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences*, 10(1). <https://ubrisa.ub.bw/handle/10311/1719>
- Rodríguez-Almeida, F. A., Pérez-Camacho, C., Domínguez-Viveros, J. y De-La-Cruz-Colin, L. (2019). Efectos genéticos en el crecimiento de corderos Hampshire. *Arch. Zootec.*, 68(262), 294-298. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/4149/2490>
- Silva-Contreras, A., Martínez-González, J. C., Briones-Encina, F., Castillo-Rodríguez, S. P. y Hernández-Meléndez, J. (2013). Comportamiento productivo de un hato Charolais bajo condiciones de trópico en Tamaulipas, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1), 140-145. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055503>
- Solórzano-Calderón, A. O. y Benítez-Dueñas, A. A. (2021). *Análisis de parámetros reproductivos de ganaderías lecheras en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en los tiempos de COVID-19*. [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”]. <http://repositorio.espm.edu.ec/handle/42000/1589>
- Vargas, G., Buzanskas, M. E., Gomes-Freire, D., Do-Amaral-Grossi, D., Da-Silva-Bonifácio, A., Barbosa-Lôbo, R., Da-Fonseca, R., De-Oliveira, J. A. and Prado-Munari, D. (2014). Genetic parameters estimations for pre- and post-weaning traits in Brahman cattle in Brazil. *Trop. Anom. Health Prod.*, 46, 1271-1278. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0640-3>
- Vergara-Garay, O., Simanca-Sotelo, J. y Salgado-Otero, R. (2014). Heredabilidades, correlaciones y tendencias genéticas para características pre y post destete en una población multirracial de ganado de carne en Colombia. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 26(4), 331-340. <https://www.produccioncientificalu.org/index.php/cientifica/article/view/6775>

Contribución de los autores

Autores

Contribución

Carlos Octavio Larrea-Izurieta	Diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
Luis Favian Cartuche-Macas	Participó en la preparación y edición del manuscrito, revisión bibliográfica, análisis de datos y corrección de estilo.
Javier Atilio Alcívar-Cedeño	Participó en la preparación y edición del manuscrito, corrección de estilo, revisión bibliográfica.
Ramón Junior Moreira-Obando	Participó en la preparación y edición del manuscrito, corrección de estilo, revisión bibliográfica.