



## PARÁMETROS Y TENDENCIAS GENÉTICAS PARA PESO AL NACIMIENTO Y PESO AL DESTETE EN GANADO HARTÓN DEL VALLE EN COLOMBIA

### GENETIC PARAMETERS AND TRENDS FOR BIRTH AND WEANING WEIGHT IN HARTÓN DEL VALLE CREOLE CATTLE IN COLOMBIA

David E. Quintero Bastidas<sup>1a\*</sup>, Diego H. Bejarano Garavito<sup>2</sup>, Sonia D. Ospina Hernández<sup>1b</sup> Luis F. Vargas Vivas<sup>1c</sup> y Edison J. Ramírez Toro<sup>3</sup>

<sup>1a</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36<sup>a</sup> con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia  
<https://orcid.org/0009-0003-3916-0992>

<sup>1b</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36<sup>a</sup> con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-7761-767X>

<sup>1c</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36<sup>a</sup> con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia  
<https://orcid.org/0009-0002-1338-5264>

<sup>2</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, Centro de Investigación Tibaitata. Km 14 vía Mosquera – Bogotá, Cundinamarca, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-8981-0274>

<sup>3</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, Centro de Investigación El Nus. Corregimiento San José del Nus, San Roque, Antioquia, Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-1418-6788>

\* Autor para correspondencia: [dequintero@agrosavia.co](mailto:dequintero@agrosavia.co)

### RESUMEN

El manejo adecuado de los recursos zoogenéticos es esencial para mejorar los sistemas de producción pecuaria, lo que ha sido reconocido por el sector ganadero en Colombia. Sin embargo, aún es necesario fortalecer el conocimiento sobre estos recursos para contar con información que permita tomar mejores decisiones sobre su conservación. El objetivo de este estudio fue determinar parámetros y tendencias genéticas para peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado a 240 días (PD240) en ganado Hartón del Valle (HDV) en Colombia. Se utilizó información obtenida del Banco de Germoplasma Animal - Agrosavia Centro de Investigación Palmira, correspondiente a 327 animales en el período 2013-2021. Los datos para PN y PD240 se analizaron usando un modelo bicarácter que incluyó sexo, familia, año de nacimiento y destete como efectos fijos. La edad de la madre al destete se utilizó como covariable y se incluyeron los efectos genéticos aditivos directos, aditivos maternos y el residual. Los componentes de (co)varianza y parámetros genéticos se obtuvieron mediante el método de máxima verosimilitud restringida (programa AIREMLF90). El PN y PD240 promedio fueron de  $33,26 \pm 4,46$  kg y  $186,99 \pm 28,20$  kg, respectivamente. La heredabilidad directa y materna fue 0,44 y 0,16 para PN, y de 0,29 y 0,10 para PD240, respectivamente. La correlación genética directa y fenotípica entre PN y PD240 fue 0,25 y 0,26, respectivamente. La tendencia genética directa para PN y PD240 fueron positivas, mientras que para el efecto materno fue baja para ambas características. Las

heredabilidades estimadas evidencian que estos rasgos se podrían mejorar a través de procesos de selección. Este trabajo es la primera evaluación genética realizada en la raza HDV, lo que representa un avance importante en su caracterización.

**Palabras clave:** correlación genética, heredabilidad, razas criollas, selección.

## ABSTRACT

Proper management of animal genetic resources is essential to improve livestock production systems, which has been recognized by the livestock sector in Colombia. However, there is still a need for more in-depth knowledge of these resources in order to enable stakeholders make conservation-oriented decisions. The objective of this study was to determine genetic parameters and trends for birth weight (BW) and adjusted weaning weight at 240 days (AWW240) in Hartón del Valle (HDV) cattle in Colombia. Information was obtained from the Animal Germplasm Bank - Agrosavia Palmira Research Center, corresponding to 327 animals for the period 2013-2021. The data for BW and AWW240 were analyzed using a bi-character model that included sex, family, year of birth and weaning as fixed effects. The age of the mother at weaning was used as a covariate, while direct additive genetic, additive maternal genetic, and residual effects were also included. The (co)variance components and genetic parameters were obtained using the restricted maximum likelihood method (AIREMLF90 program). The average BW and AWW240 were  $33,26 \pm 4,46$  kg and  $186,99 \pm 28,20$  kg, respectively. The direct and maternal heritability was 0,44 and 0,16 for BW and 0,29 and 0,10 for AWW240, respectively. The direct genetic and phenotypic correlation between BW and AWW240 was 0,25 and 0,26 respectively. The trends of direct breeding values for PN and PD240 were positive, while those of maternal effects were negative for both traits. Heritability estimates show that these traits could be improved by genetic selection processes. This is the first genetic evaluation carried out in this HDV breed, which represents an important advance in its characterization.

**Key words:** creole breeds, genetic correlations, heritability, selection.

## INTRODUCCIÓN

Colombia enfrenta grandes retos en el futuro cercano para responder a la demanda cárnica y láctea tanto de consumo interno, como para su inmersión y sostenimiento en mercados internacionales (Ariza et al., 2020). La ganadería bovina colombiana basada en genética de razas foráneas, de baja calidad de producto, poco adaptadas a las condiciones climáticas y nutricionales del trópico, ha subvalorado el hecho de poseer la mayor diversidad de bovinos localmente adaptados en América (López et al., 2021) que, con sus características de rusticidad, resistencia y calidad de sus productos (Hernández et al., 2015) 30 Lucerne (LUC se convierten en una alternativa sostenible, capaz de competir y contribuir ante la creciente demanda de alimentos para la población humana.

La raza bovina Hartón del Valle (HDV) es una de las razas locales de Colombia, que fue incorporada en el año 2012 a los programas de conservación genética de la nación. Al igual que las demás razas criollas, el Hartón del Valle se originó a partir de los bovinos traídos a América en la época de la conquista. Tuvo su asentamiento en el valle geográfico del río Cauca, zona comprendida entre el nacimiento del río Cauca,

en el Macizo colombiano y La Virginia, Risaralda, este valle tiene altitud promedio de 950 msnm, temperatura media de 24°C y precipitación anual entre 644 y 1636 mm repartiéndose entre abril-junio y septiembre-noviembre (Casas y Valderrama, 1998). Por su fenotipo y conformación angulosa se ha catalogado como una raza doble propósito, destacándose como la de mayor volumen de producción de leche entre las razas bovinas criollas colombianas (Onofre et al., 2015; Quintero y Ospina, 2017).

Varios trabajos se han desarrollado en el ganado HDV con el objeto de determinar genes asociados a características en la calidad de la leche, calidad de la carne y resistencia a enfermedades (Rosero, Álvarez y Muñoz, 2011; Hernández, Muñoz y Álvarez, 2015; Bolaños, Hernandez y Álvarez, 2017; Lenis et al., 2018), con resultados interesantes y valiosos aportes para su caracterización. Sin embargo, hasta el momento, dado el volumen limitado de información fenotípica y genealógica registrada y disponible, no ha sido posible la estimación de parámetros genéticos en esta población. Teniendo en cuenta la importancia que tiene monitorear las variaciones en el tiempo de los efectos genéticos en poblaciones en conservación, que pueden servir como un indicador de variabilidad (Martínez

et al., 2009) y su potencial uso a futuro para la selección de reproductores de mayor mérito genético, el presente trabajo tuvo como objetivo estimar parámetros y tendencias genéticas para las características peso al nacimiento (PN) y peso al destete ajustado a 240 días (PD240) en la raza Hartón del Valle.

## METODOLOGÍA

### Sitio de estudio y animales

La evaluación se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Agrosavia-Palmira, sobre el valle geográfico del río Cauca a 3°30'51.6" latitud Norte y 76°18'56.8" longitud Oeste: 1001 m.s.n.m., 24°C; 77% de humedad relativa y precipitación media de 1022 mm/año; clima cálido tropical subhúmedo según clasificación Holdridge. Se utilizó información registrada en el Banco de Germoplasma Animal (BGA) de la raza Hartón del Valle entre los años 2013 a 2021, para los efectos fijos fueron tenidos en cuenta aquellos que tuvieran más de tres observaciones. Se eliminaron animales que no contaban con datos para: fecha de nacimiento, fecha de destete, sexo, familia o que presentaban valores atípicos para PN y PD240. El manejo animal en el pre-destete consistió en: apartar el ternero del lado de su madre a las 13:00 horas del día, restringiendo amamantamiento y alojando el ternero en potrero donde se hace un apoyo alimenticio con ensilaje de maíz y concentrado. A las 6:00 horas del día siguiente se inicia la actividad de ordeño, momento en el cual se lleva el ternero junto a su madre para que se genere el estímulo de la bajada de la leche. Se ordeñan los cuatro cuartos de la ubre y se deja al ternero la leche residual. Posterior al ordeño, el ternero comparte con su madre en potrero para nuevamente ser apartado a las 13:00 horas del día. Las especies forrajeras predominantes en los potreros de pastoreo tanto de vacas como de terneros son

*Cynodon plectostachyus*, *Megathyrus maximus*, forrajeras nativas y suplementación mineral. El núcleo se maneja en diferentes lotes (ordeño, servicio, horas, parto y machos) con áreas definidas de pastoreo rotacional para cada lote. El apareamiento se maneja mediante inseminación artificial bajo el esquema de apareamiento circular cíclico entre seis grupos familiares (González et al., 2020), cada uno conformado con mínimo 15 hembras en edad reproductiva, con el objetivo de restringir el incremento de la endogamia, mantener la variabilidad genética y sin aplicar presión de selección.

### Consanguinidad, componentes de varianza, heredabilidades y correlaciones

La estimación del coeficiente de endogamia se realizó por pedigree, utilizando la función INBREEDING del software BLUPF90. Se realizó estimaciones de componentes de (co)-varianza y parámetros genéticos para PN (327 registros) y PD240 (324 registros). La matriz de parentesco relaciono 26 padres y 161 madres. El PN se registró el mismo día de ocurrencia del nacimiento y el PDA240 fue ajustado a 240 días de acuerdo con la metodología del BIF (Beef Improvement Federation, 2018). Se tuvo en cuenta que todos los animales con PD240 tuviesen registro de PN. Se utilizó la metodología de máxima verosimilitud restringida (Corbeil and Searle, 1976; Harville, 1977). Se utilizó un modelo bicaracterístico que incluyó los efectos fijos de sexo con 2 niveles, familia con 6 niveles, año de nacimiento y año de destete con 9 niveles cada uno respectivamente, como covariable se incluyó la edad de la madre al destete, efecto lineal y cuadrático. El efecto cuadrático no fue significativo. La significancia del modelo fue determinada mediante un análisis de varianza. Los efectos aleatorios para cada carácter fueron el efecto genético aditivo directo del animal, el efecto genético aditivo materno y el residuo. El modelo general utilizado fue:

$$\begin{bmatrix} y_{PN} \\ y_{PD240} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{PN} & 0 \\ 0 & x_{PD240} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{PN} \\ \beta_{PD240} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_{PN} & 0 \\ 0 & z_{PD240} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{PN} \\ a_{PD240} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Q_{PN} & 0 \\ 0 & Q_{PD240} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_{PN} \\ m_{PD240} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{PN} \\ e_{PD240} \end{bmatrix}$$

donde:

$y_i$ = vectores de observaciones para cada una de las características del análisis,  $i = PN, PD240$ ;

$X_i$ = matrices de incidencia relacionada a los efectos fijos de (Sexo, familia, año de nacimiento y año de destete) para cada característica,  $i = PN, PD240$ ;

$\beta_i$ = vectores de efectos fijos para cada característica,  $i = PN, PD240$ ;

$Z_i$ = matrices de incidencia,  $i = PN, PD240$  relacionadas a los efectos aleatorios genéticos aditivos de cada animal;

$a_i$ = vectores de efectos aleatorios genéticos aditivos directos de los animales,  $i = PN, PD240$ ;

$Q_i$ = matrices de incidencia del efecto genético aditivo materno,  $i = PN, PD240$ ;

$m_i$ = vectores de efectos aleatorios genético aditivo materno,  $i = PN, PD240$ ;

$e_i$ = vectores de efectos residuales aleatorios de las características,  $i = PN, PD240$ ;

Se asumió que todos los efectos aleatorios en el modelo tenían media cero. La estructura de (co) varianza asumida fue la siguiente:

$$\begin{bmatrix} a_{PN} \\ a_{PD240} \\ m_{PN} \\ m_{PD240} \\ e_{PN} \\ e_{PD240} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{\bar{P}N}^2 & A\sigma_{PN-PD240} & A\sigma_{PN-mPN} & A\sigma_{PN-mPD240} & 0 & 0 \\ A\sigma_{PD240-PN} & A\sigma_{\bar{P}D240}^2 & A\sigma_{PD240-mPN} & A\sigma_{PD240-mPD240} & 0 & 0 \\ A\sigma_{mPN-PN} & A\sigma_{mPN-PD240} & A\sigma_{mPN}^2 & A\sigma_{mPN-mPD240} & 0 & 0 \\ A\sigma_{mPD240-PN} & A\sigma_{mPD240-PD240} & A\sigma_{mPD240-mPN} & A\sigma_{mPD240}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{ePN}^2 & I\sigma_{ePN-ePD240} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{ePD240-ePN} & I\sigma_{ePD240}^2 \end{bmatrix}$$

Una vez obtenidos los componentes de varianza y covarianza se estimaron las heredabilidades, correlaciones genéticas ( $r_g$ ) y la correlación fenotípica ( $r_p$ ) de acuerdo con lo propuesto por (Falconer and Mackay, 1996). Para esto se utilizó la familia de programas BLUPF90 con un criterio de convergencia de  $1 \times 10^{-12}$  (Misztal, 2002; Tsuruta, 2014; Misztal et al., 2018). Adicionalmente se estimaron los coeficientes de parentesco de acuerdo con el algoritmo implementado en el software utilizado. Las tendencias genéticas se obtuvieron a partir de una regresión lineal de valores genéticos predichos para cada variable, respecto al año de nacimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción de los datos

La matriz de parentesco incluyó en el análisis 458 individuos de 4 generaciones, de los cuales 372 individuos contaban con registro de padre y madre. El coeficiente de endogamia para la población estudio fue de 0,0011. Es importante tener presente que el valor promedio de endogamia estimado para esta población puede estar subestimado dado que este es un núcleo de reciente conformación (inició en 2013), se tiene un número reducido de generaciones con información y adicionalmente se desconoce el parentesco entre los animales con los que se inició el núcleo. Sin embargo, a partir de estos resultados se evidencia que la aplicación del sistema de apareamiento circular cíclico ha permitido restringir el incremento de la endogamia, mantener la variabilidad genética y

por ende lograr el objetivo de conservación del Banco de Germoplasma.

La Tabla 1 presenta la información de número de datos utilizados en el análisis, además de una descripción para las características evaluadas. El promedio fenotípico de PN fue de  $33,26 \pm 4,46$  kg con un coeficiente de variación de 0,13. Promedios de PN similares para el HDV fueron reportados por Casas y Valderrama (1998) y Quintero y Ospina (2017). Mientras que Parra y Magaña (2021) mencionan un PN inferior, con promedio de  $28,10 \pm 0,32$  kg en la misma raza. Resultados inferiores también fueron reportados en las razas criollas colombianas Romosinuano, Blanco orejinegro y Costeño con cuernos, con valores promedio cercanos a los 29 kg (Ossa et al., 2014; Pérez et al., 2015; Ramírez et al., 2019). Resultados similares al del presente estudio fueron reportados para ganado Brangus (33,7 kg) y Salers (34,3 kg) en México (Domínguez et al., 2009) y para ganado Nelore (32,3 kg) en Brasil (Chud et al., 2014) birth weight (BW). Por otro lado, promedios superiores han sido reportados para ganado pardo suizo puro (37,6 kg) en México (Chin et al., 2016) y para ganado pardo suizo en cruzamiento (42,4 kg) en España (Cortés et al., 2017).

El PN merece importancia pues es un indicador del tamaño de la cría y esto a su vez guarda relación directa con la facilidad de parto de la vaca, tal como lo han reportado varios estudios realizados en ganado bovino (Johanson y Berger, 2003; Lopez et al., 2020) season (summer or winter). En las razas criollas colombianas se ha resaltado como ventaja productiva el bajo peso

**Tabla 1. Estadísticos descriptivos para peso al nacimiento y peso al destete ajustado a 240 días en bovinos Hartón del Valle en Colombia.**

**Table 1. Descriptive statistics for birth weight and adjusted weaning weight at 240 days in Hartón del Valle cattle in Colombia.**

Caracteres	N	Media y SD	C.V	Mínimo	Máximo
PN (kg)	327	33,26 ± 4,46	0,13	22,00	49,00
PD240 (kg)	324	186,99 ± 28,20	0,15	115,47	273,69

PN= Peso al Nacimiento, PD240= Peso al Destete ajustado a 240 días, N= Número de muestras, SD=Desviación estándar, C.V= Coeficiente de Variación

al nacimiento y la facilidad de parto, que facilita los procesos de involución uterina, reducción en el tiempo parto – concepción y por ende reducción en el intervalo entre parto (Ossa et al., 2021). En este estudio se evidencia un amplio rango para esta característica lo que puede estar relacionado con el origen de la información, pues al ser un hato de conservación se procura el mantenimiento de la variabilidad genética lo que puede ocasionar diferencias en los valores fenotípicos.

Para PD240 el promedio fue de  $186,99 \pm 28,20$  kg (Tabla 1), con un coeficiente de variación de 0,15. Algunos estudios han reportado promedios superiores, cercanos a los 200 kg para el ganado HDV (Casas y Valderrama, 1998; Parra y Magaña, 2021) en el Valle del Cauca, Colombia. Promedios de PD240 inferiores han sido reportados para otras razas criollas, como BON ( $169 \pm 24,4$  kg), Romosinuano ( $164,3 \pm 36,4$  kg) y Costeño con cuernos ( $163,90$  kg) en Colombia (Ossa et al., 2014; Ramírez et al., 2019; Pérez et al., 2020), al igual que Vergara et al. (2014), quienes evaluaron una población multirracial en el departamento de Córdoba, Colombia. Promedios similares al de este estudio se han reportado en ganado Brahman comercial ( $216,71 \pm 26,97$  a los 270 días) en Colombia (Bedoya et al., 2019) y en ganado Nelore ( $183,8 \pm 36,3$  kg) en Brasil (Lopes et al., 2013).

Es válido resaltar el amplio rango que existe para la variable PD240, cuyo valor mínimo fue de 115,47 kg y el máximo fue de 273,69 kg, esto evidencia el potencial de mejora genética que existe dentro de la población estudiada para las variables de crecimiento, ya que existe en la población animales con fenotipos extremos, base fundamental de un proceso de selección. Por otro lado, las altas diferencias en esta característica también pueden atribuirse a una mayor habilidad materna en aquellas vacas lactantes, las cuales proporcionan una mayor cantidad de leche a su cría, además de otros factores ambientales y de manejo.

### Parámetros genéticos

Los valores de Heredabilidad directa ( $h^2_d$ ) y materna ( $h^2_m$ ) para PN fueron de 0,44 y 0,16 respectivamente (Tabla 2). Valores similares para  $h^2_d$  fueron encontrados en la raza Pardo Suizo (0,46) por Cortés et al. (2017) y en ganado de carne (0,42) por Schiermiester et al. (2015). Valores inferiores se han reportado para las razas criollas colombianas por Ramírez et al. (2019) en la raza BON utilizando modelos poligénicos (0,36) y genómicos-poligénicos (0,38), también en Romosinuano (0,16) (Ossa et al., 2021) y Costeño con cuernos (0,16) mediante modelos multicaracter (Pérez et al., 2020), al igual que en la raza Holstein (0,33) en un análisis multicaracter con información genómica (Cole et al., 2014) which are not routinely recorded in the United States. Birth weight data from large, intensively managed dairies in eastern Germany with management systems similar to those commonly found in the United States were used to develop a selection index predictor for predicted transmitting ability (PTA, en la raza Brahman comercial (0,23) (Bedoya et al., 2019) y en una población bovina multirracial (0,08) en Colombia (Vergara et al., 2014). Respecto a la  $h^2_m$ , esta fue similar a lo encontrado en ganado BON con valores de 0,20 utilizando un modelo poligénico (Ramírez et al. 2019), pero muy superior a lo reportado por Ossa et al. (2021) en ganado Romosinuano (0,03) y por Vergara et al. (2018) en ganado Costeño con cuernos (0,006).

La heredabilidad para la característica PN en el presente estudio es considerada como alta, y está más influenciada por el efecto aditivo directo que el efecto aditivo materno. Este resultado puede deberse a factores de la población evaluada o limitaciones en la información que no permitió separar algún efecto del ambiental, por lo que es necesario continuar con la toma de información para robustecer la base de datos y evaluar el comportamiento de esta característica en años venideros. Sin embargo, esta información resulta importante en el sistema productivo ya

**Tabla 2. Componentes de (co)-varianza, parámetros genéticos y fenotípicos para peso al nacimiento y peso al destete ajustado a 240 días en ganado Hartón del Valle en Colombia.**

**Table 2. Components of (co)variance, genetic and phenotypic parameters for weight at birth and adjusted weaning weight at 240 days in Hartón del Valle cattle in Colombia.**

Caracteres	$\sigma_d^2$	$\sigma_m^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_p^2$	$h_d^2$	$h_m^2$
PN	6,84(3,93)	2,56(2,40)	6,92(2,38)	16,32(1,59)	0,44(0,24)	0,16(0,15)
PD240	167,68(120,29)	55,50(85,84)	359,80(80,68)	582,98(53,25)	0,29(0,20)	0,10(0,09)

PN= Peso al nacimiento, PD240= Peso al destete ajustado a 240 días,  $\sigma_d^2$ =Varianza directa,  $\sigma_m^2$ =Varianza materna,  $\sigma_e^2$ =Varianza ambiental,  $\sigma_p^2$ =Varianza fenotípica,  $h_d^2$ =Heredabilidad directa,  $h_m^2$ = Heredabilidad materna.

que a futuro en un programa de mejoramiento genético de la raza HDV se facilitaría realizar cambios genéticos a partir de la selección sobre esta característica, para mantener un peso bajo al nacimiento y evitar problemas al momento del parto de novillas y vacas.

Para PD240, la heredabilidad directa estimada fue de 0,29 (Tabla 2), encontrándose acorde a los valores de heredabilidad estimados para esta característica en otras razas que por lo general son de magnitud media (Ossa et al., 2021). Resultados similares fueron reportados en ganado Costeño con cuernos por Vergara et al. (2018) y Pérez et al. (2020), utilizando modelos multicausal, con valores de 0,33 y 0,27, respectivamente, al igual que los reportes de Chud et al. (2014) birth weight (BW, Martínez et al. (2018) pero en México hay ganaderos dedicados a su cría desde hace dos décadas. Su población en México es pequeña y no se encontraron estudios que documenten aspectos elementales para establecer un programa de mejoramiento genético en esta población. El objetivo de este estudio fue estimar los parámetros genéticos de pesos al nacimiento (PN y Amaya, Martínez y Cerón-Muñoz (2020) para ganado Nellore (0,28) en Brasil, Romosinuano (0,21) en México y Simmental (0,21) en Colombia, respectivamente. Valores superiores han sido reportados en ganado cebuino en Colombia (0,39) (Bedoya et al., 2019) y en Cuba (0,45) (Palacios, Espinoza y Menéndez, 2019).

La  $h_m^2$  para PD240 fue de 0,10, es considerada como baja, y concuerda con los reportes de Ossa et al. (2021) en ganado Romosinuano (0,09), Vergara et al. (2018) en Costeño con cuernos (0,10) y Ramírez et al. (2019) en ganado BON (0,11), el mismo autor encontró un valor superior (0,26) cuando utilizó un modelo con información genómica. Las heredabilidades obtenidas para PD240, indican que existe un efecto genético importante sobre la capacidad de los animales para ganar peso (efecto aditivo directo), y que el

efecto materno en esta etapa de la vida del animal tiene una influencia menor. Sin embargo, no se puede desconocer la importancia del efecto aditivo materno, que, aunque en menor proporción, este aporta para obtener un mayor peso al destete, situación que genera mayor interés si se tiene en cuenta que el HDV se considera como la raza criolla colombiana de mayor aptitud lechera. Estos resultados permitirán en un futuro orientar de manera más objetiva los procesos selección y mejora genética en esta raza para incrementar su capacidad de crecimiento.

La correlación genética directa ( $r_g$ ) y fenotípica ( $r_p$ ) entre PN y PD240 fue de 0,25 y 0,26, respectivamente (Tabla 3). Vergara et al. (2014) en una población bovina multirracial en Colombia y Bedoya et al. (2019) en ganado Brahman, encontraron valores inferiores de  $r_g$  con 0,18 y 0,11. Por su parte, Baldi, Mello y Galvão (2010) encontraron valores de  $r_g$  superiores (0,56) en la raza Canchim en Brasil, al igual que los reportes de Martínez et al. (2018) pero en México hay ganaderos dedicados a su cría desde hace dos décadas. Su población en México es pequeña y no se encontraron estudios que documenten aspectos elementales para establecer un programa de mejoramiento genético en esta población. El objetivo de este estudio fue estimar los parámetros genéticos de pesos al nacimiento (PN, para ganado Romosinuano en México (0,68). Valores de  $r_g$  similares han sido reportados en ganado BON, utilizando modelos poligénicos (0,20) y genómico poligénicos (0,28) (Ramírez et al., 2019).

En cuanto a la  $r_p$  entre PN y PD240, resultados similares han sido reportados en ganado BON (0,30) por Ramírez et al. (2019), mientras que Bedoya et al. (2019) reportaron valores de 0,13 en ganado Brahman comercial, siendo inferiores a lo obtenido en este estudio.

La correlación genética fue positiva, indicando que al ejercer presión de selección sobre el

**Tabla 3. Correlación genética ( $r_g$  – arriba de la diagonal) y fenotípica ( $r_p$  – debajo de la diagonal) para peso al nacimiento y peso al destete ajustado a 240 días en ganado Hartón del Valle en Colombia.**

**Table 3. Genetic ( $r_g$ - above the diagonal) and phenotypic ( $r_p$ - below the diagonal) correlation for birth weight and adjusted weaning weight at 240 days in Hartón del Valle cattle in Colombia**

Carácter	PN	PD240	PN <sub>m</sub>	PD240 <sub>m</sub>
PN	-	0,25	-0,17	-0,23
PD240	0,26	-	0,05	-0,09
PN <sub>m</sub>			-	0,43
PD240 <sub>m</sub>				-

PN= Peso al nacimiento, PD240= Peso al destete ajustado a 240 días, PD240<sub>m</sub> = Peso al destete ajustado a 240 días efecto aditivo materno

carácter PD240, también se ejerce de manera indirecta una baja presión de selección en el PN. Por lo tanto, se debe tener cuidado en la selección de los reproductores, identificar aquellos que presenten valores positivos para PD240 y que mantengan o disminuyan el PN, con el fin de prevenir que a futuro se presenten problemas de partos distócicos.

La correlación genética entre el efecto genético aditivo directo y materno de ambas características fue negativo siendo un valor más alto para PN (Tabla 3), por lo tanto, se debe tener cuidado en la selección de los reproductores, para no disminuir la habilidad materna de la raza si se usa solo el efecto del valor genético aditivo directo.

### Tendencias genéticas

Las tendencias genéticas estimadas para los efectos genéticos aditivos directos fueron para PNd 0,106 kg/año ( $p < 0,05$ ) y para Pd240 0,282 kg/año ( $p > 0,05$ ) ambas positivas siendo superior la de PD240 y para los efectos genéticos maternos se estimaron para PNm y PD240m -0,021 y -0,20 ( $p > 0,05$ ) respectivamente, para los dos casos negativas. La Fig. 1 presentan la tendencia de los valores genéticos directos y maternos para las características de peso evaluadas. Para el caso de PN, el valor genético directo presenta un comportamiento variable, con un descenso durante los primeros años, luego tiene un incremento importante entre 2016 y 2018 y en adelante la tendencia es a mantenerse constante. El comportamiento de los valores genéticos directos sugiere que ha ocurrido un incremento en los valores genéticos para PN y que seguramente afectará el comportamiento fenotípico con la obtención de crías más pesadas al nacer, situación que debe considerarse con el fin de evitar problemas futuros al momento del parto. El valor genético, debido al efecto materno, muestra un comportamiento variable, similar al valor genético directo entre los años 2013 a 2018, sin embargo, hacia los últimos años ha decrecido, aunque muy cercano a cero. La estimación de tendencias genéticas es necesaria para monitorear y evaluar programas de selección, así como también para verificar que los parámetros genéticos y fenotípicos se mantienen constantes a través del tiempo, lo que indicaría el mantenimiento de la variabilidad genética en los programas de conservación (Martínez, Onofre y Polanco, 2009).

Respecto a PD240, el valor genético directo presentó un comportamiento variable, ocurriendo un descenso entre 2013 y 2015, para luego incrementar hasta 2018 donde se presenta el valor genético más alto y posteriormente un descenso hacia 2021. El valor genético materno presentó

una tendencia creciente a través del tiempo.

La variabilidad encontrada en los valores genéticos para PN y PD240 probablemente este asociado a que la información proviene de un núcleo de conservación, cuyo objetivo principal es mantener la variabilidad genética de la población HDV, sin hacer presión de selección. Por otro lado, también pudo deberse a que, en los inicios del núcleo de conservación la selección de reproductores se realizó por la disponibilidad de pajillas lo que llevo a el uso de reproductores de múltiples ganaderías.

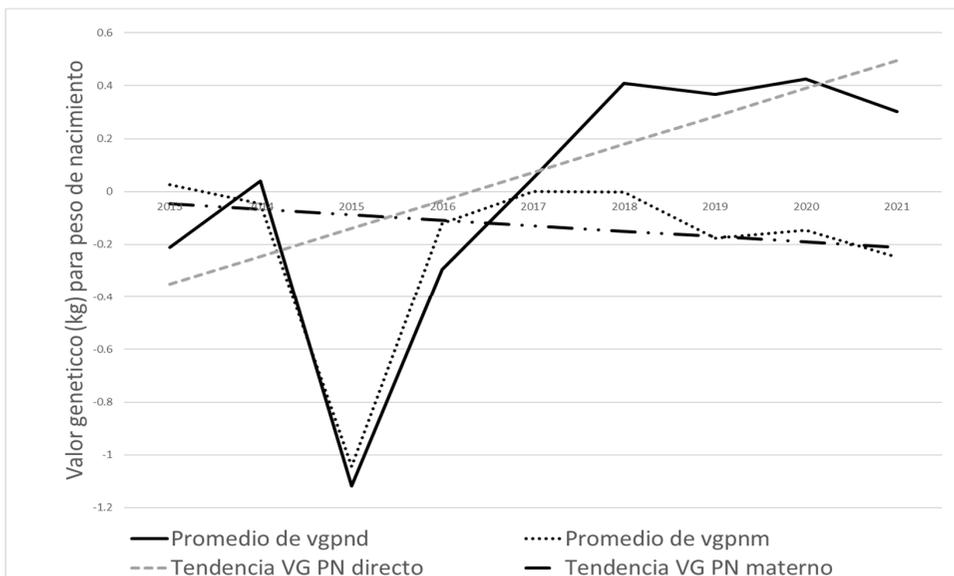
Las tendencias de los valores genéticos obtenidos resultan bastante interesantes ya que, en un programa de mejoramiento de una raza bovina, el objetivo puede ser mantener o disminuir peso al nacimiento para evitar problemas al parto, pero a la vez incrementar el peso al destete (Ramírez et al., 2019). La variabilidad obtenida en los valores genéticos representa una mayor probabilidad de encontrar individuos que cumplan con lo descrito anteriormente.

Como se describió anteriormente, el BGA se maneja por grupos familiares, donde se integraron animales de las diferentes ganadería de la raza HDV conformadas en el Valle del Cauca, cumpliendo con el objetivo de acopiar el máximo de variabilidad genética para el programa de conservación, estas ganaderías se caracterizan por ser cerradas sin ingreso de reproductores externos, donde ejercieron algún grado de selección basados en características fenotípicas de interés de cada productor (color, tamaño, producción de leche, etc.), lo que quizá, también sea un indicador de la variabilidad existente en la población estudiada.

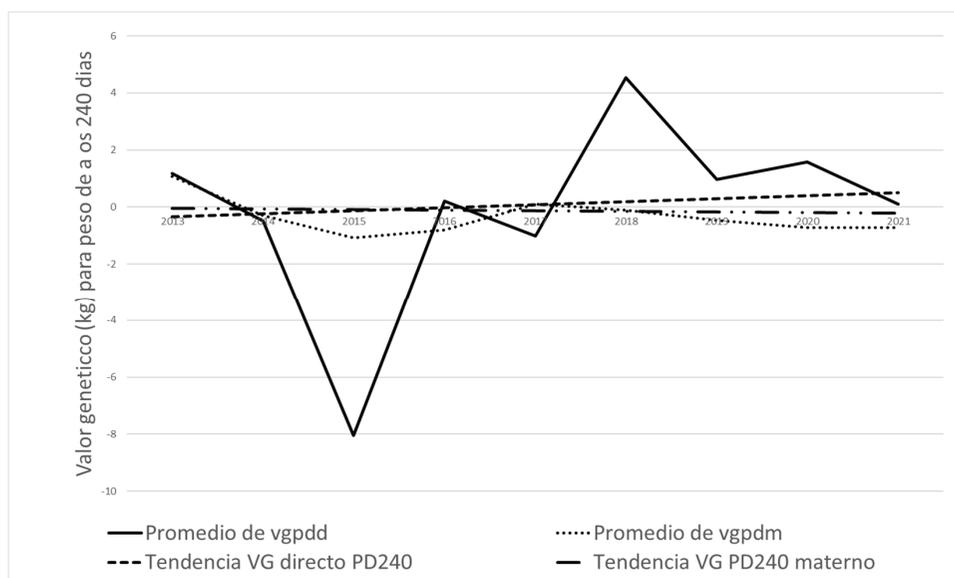
### CONCLUSIONES

Los resultados encontrados demuestran que en la raza HDV en las características PN y PD240 tienen un efecto importante de la genética aditiva directa (0,44 y 0,29), lo que sugiere que estos caracteres responderán de manera positiva a procesos de selección. Se encontró una correlación genética positiva para el efecto genético aditivo entre PN y PD240, además de una correlación genética negativa entre los efectos genéticos aditivos directos y maternos de ambas características. Las tendencias genéticas para las características evaluadas en la raza HDV mostraron incrementos en el efecto genético aditivo y un descenso en los efectos maternos para las dos características evaluadas, un comportamiento atípico para una población de conservación, donde el objetivo principal es el mantenimiento de la variabilidad genética.

Para futuras investigaciones se recomienda monitorear los valores genéticos y fenotípicos de



a



b

**Fig. 1. Tendencia genética para peso al nacimiento (a) y peso ajustado a 240 días (b) en ganado Hartón del Valle en Colombia.**

**Fig. 1. Genetic trend for birth weight (a) and adjusted weight at 240 days (b) in Hartón del Valle cattle in Colombia.**

las características PN en el núcleo de conservación para detectar incrementos no deseados. Se hace necesario mantener la toma de información fenotípica y genealógica para incrementar el volumen de información que permita realizar estimaciones con mayor precisión.

### AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia por la financiación de la presente investigación que hace parte del convenio “Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura

(SBGNAA) ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, bajo la meta “Conservación *In Situ* de la colección biológica de la raza Hartón del Valle del Banco de Germoplasma Animal en el C.I Palmira”.

### LITERATURA CIADA

- Amaya, M. A., S. R. Martínez, and M. Cerón-Muñoz. 2020. Genetic parameters for growth and reproduction in Simmental cattle from pedigree and genomic relationship. *Rev. MVZ Córdoba*. 25:51–58. doi:10.21897/RMVZ.1520. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682020000100051&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682020000100051&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Ariza, N. C., M. O. L. Mayorga, D. L. Guadrón, E. D. M. Valencia, V. L. I. Mestra, R. M. O. Santana, R. E. O. Cuadros, N. P. Almario, D. B. C. Hernández, C. T. C. Bazurto, D. M. P. Forero y A. M. S. Alarcón. 2020. Alimento: el valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia. Sistema de información. Editor. AGROSAVIA. doi:10.21930/AGROSAVIA.BROCHURE.7403824.
- Baldi, F., D. A. M. Mello y D. A. L. Galvão. 2010. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim utilizando modelos de dimensão finita I. *Rev. Bras. Zootec*. 39:2409–2417. Disponible en: [www.sbz.org.br](http://www.sbz.org.br)
- Bedoya, C., J. Alzate, J. Ángel, C. Escobar y S. Calvo. 2019. Evaluación genética para características de peso en ganado Brahman comercial. *Rev. MVZ Córdoba*. 24:7225–7230. Disponible en: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1662%0AArtículo>
- Beef Improvement Federation. 2018. Uniform guidelines for beef improvement programs. V. L. Cundiff, L. D. Van Vleck, and D. W. Hohenboken, editors. 182. Disponible en: [https://beefimprovement.org/wp-content/uploads/2018/03/BIFGuidelinesFinal\\_updated0318.pdf](https://beefimprovement.org/wp-content/uploads/2018/03/BIFGuidelinesFinal_updated0318.pdf)
- Bolaños, I., D. Hernandez y L. Álvarez. 2017. Asociación de los alelos del gen BoLA-DRB3 con la infección natural de Babesia spp en el ganado criollo Hartón del Valle. *Arch. Zootec*. 66:113–120. Disponible en: <https://www.uco.es/servicios/ucopress/az/index.php/az/article/view/2133>
- Casas, A. I. y R. M. Valderrama. 1998. El bovino criollo Hartón del Valle. 1st ed. Palmira.
- Chin, C. R., L. R. Estrada, M. J. Magaña, C. J. Segura y D. R. Núñez. 2016. Parámetros genéticos para caracteres de crecimiento y reproductivos del ganado pardo suizo europeo de México. *Ecosistemas y Recur. Agropecu*. 3:11–20. Disponible en: [www.ujat.mx/era](http://www.ujat.mx/era)
- Chud, T. C. S., S. L. Caetano, M. E. Buzanskas, D. A. Grossi, D. G. F. Guidolin, G. B. Nascimento, J. O. Rosa, R. B. Lôbo, and D. P. Munari. 2014. Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. *Livest. Sci*. 170:16–21. doi:10.1016/J.LIVSCI.2014.09.024.
- Cole, J. B., B. Waurich, M. Wensch-Dorendorf, D. M. Bickhart, and H. H. Swalve. 2014. A genome-wide association study of calf birth weight in Holstein cattle using single nucleotide polymorphisms and phenotypes predicted from auxiliary traits. *J. Dairy Sci*. 97:3156–3172. doi:10.3168/JDS.2013-7409.
- Corbeil, R. R., and S. R. Searle. 1976. Restricted Maximum Likelihood (REML) Estimation of Variance Components in the Mixed Model. 18:31–38.
- Cortés, L. X., I. Casasús, R. Revilla, A. Sanz, M. Blanco, and D. Villalba. 2017. The milk yield of dams and its relation to direct and maternal genetic components of weaning weight in beef cattle. *Livest. Sci*. 202:143–149. doi:10.1016/J.LIVSCI.2017.05.025.
- Domínguez, V. J., A. F. Rodríguez, G. J. Ortega y M. A. Flores. 2009. Selección de modelos, parámetros genéticos y tendencias genéticas en las evaluaciones genéticas nacionales de bovinos Brangus y Salers. *AGROCIENCIA*. 43:107–117.
- Falconer, D. S., and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman Group Ltd.
- González, A. C., S. H. R. Jiménez, B. L. A. Rugeles y G. D. H. Bejarano. 2020. Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura. (E. AGROSAVIA, editor). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Disponible en: <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/157>
- Harville, D. A. 1977. Maximum Likelihood approaches to variance components estimation and to related problems. *Jasa*. 72:320–337.
- Hernández, D., J. Muñoz, and L. Álvarez. 2015. Genetic diversity of BoLA-DRB3 gene in Colombian creole Hartón del Valle cattle. *Rev. CES Med. Zootec*. 10:18–30.

- Johanson, J. M., and P. J. Berger. 2003. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 86. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73981-2.
- Lenis, C., L. Ramos, M. Londoño, D. Hernández y L. Álvarez. 2018. Polimorfismo de los genes calpaína y calpastatina en el ganado criollo colombiano Hartón del Valle. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 29:818–827. doi:10.15381/rivep.v29i3.14003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14003>
- Lopes, F., C. Magnabosco, F. Paulini, M. da Silva, E. Miyagi, and R. Lôbo. 2013. Genetic analysis of growth traits in Polled Nellore cattle raised on pasture in tropical region using Bayesian approaches. *PLoS One.* 8. doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0075423. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24040412/>
- Lopez, B. I., K. G. Santiago, K. Seo, T. Jeong, J. E. Park, H. H. Chai, W. Park, and D. Lim. 2020. Genetic parameters of birth weight and weaning weight and their relationship with gestation length and age at first calving in Hanwoo (*Bos taurus coreanae*). *Animals.* 10:1–10. doi:10.3390/ani10061083.
- López, M. J. L., S. G. A. Ossa y R. M. O. Santana. 2021. Estimación de parámetros genéticos para caracteres de crecimiento en bovinos criollos Romosinuano. *Rev. Colomb. Cienc. Anim. - RECIA.* 13:e845. doi:10.24188/recia.v13.n2.2021.845.
- Martínez, R., G. Onofre y N. Polanco. 2009. Parámetros genéticos y tendencias para características de crecimiento en el ganado criollo sanmartinero en los Llanos Orientales de Colombia. *Cienc. Tecnol. Agropecu.* 10:196–204. doi:10.21930/rcta.vol10\_num2\_art:142.
- Martínez, R. R. E., V. R. Ramírez, D. R. Núñez y M. J. G. García. 2018. Parámetros y tendencias genéticas de variables de crecimiento para bovinos Romosinuano en México. *Nov. Sci.* 10:310–325. doi:10.21640/NS.V10I21.1595. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052018000200310&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052018000200310&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Misztal, I. 2002. BLUPF90 - A flexible mixed model program in Fortran 90. Georgia, USA.
- Misztal, I., S. Tsuruta, D. Lourenco, I. Aguilar, A. Legarra, and Z. Vitezica. 2018. Manual for BLUPF90 family of programs. University of Georgia, Georgia, USA.
- Onofre, G., R. Martínez, E. Cassalett y H. Velásquez. 2015. Potencial productivo y calidad de la leche de razas criollas Blanco orejinegro, Hartón del Valle y Sanmartinero en piedemonte colombiano. *Actas Iberoam. Conserv. Anim.* 5:15–17.
- Ossa, S. G., M. J. Lopez, R. M. Santana y B. J. Garces. 2021. Heredabilidad y tendencias genéticas para caracteres del crecimiento en bovinos criollos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 29. doi:www.doi.org/10.53588/alpa.293407.
- Ossa, S. G., P. H. Narváez, M. J. Noriega, G. J. Pérez y G. O. Vergara. 2014. Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento en una población de ganado criollo Romosinuano. *Livest. Res. Rural Dev.* 10.
- Palacios, E. A., V. J. L. Espinoza y B. A. Menéndez. 2019. Parámetros genéticos para peso al destete y rasgos reproductivos en ganado cebú de Cuba. *Nov. Sci.* 11:1–25. doi:10.21640/NS.V11I22.1672. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052019000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052019000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Parra, C. R. y M. M. Magaña. 2021. Características técnico-económicas de sistemas de producción bovina de las razas criollas colombianas Romosinuano y Hartón del Valle. *Rev. MVZ Córdoba.* doi:<https://doi.org/10.21897/rmvz.2079>. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/e2079/2956>
- Pérez, G. J. E., A. Mitat, S. G. A. Ossa, J. C. Simanca y G. O. D. Vergara. 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. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/281908389>
- Pérez, G. J., N. J. Fernández, A. Mitat, R. M. Doria, M. J. Rocha y A. Menendez-Buxadera. 2020. Comparación de modelos unicarácter y multicarácter para estimar componentes de (Co) varianza y parámetros genéticos del crecimiento en la raza bovina Costeño con Cuernos. *Rev. Investig. Vet. del Perú.* 31. doi:10.15381/RIVEP.V34I1.17380. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172020000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- Quintero, D. y S. Ospina. 2017. Avances en la caracterización de la producción láctea y el crecimiento antes del destete en el banco de germoplasma de la raza criolla Hartón del Valle en el C.I Palmira (CORPOICA). *Rev. Colomb. Zootec.* 3:5–5. Disponible en: <http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/35>
- Ramírez, T. E., G. R. Ocampo, P. W. Burgos, M. Elzo, S. R. Martínez y M. F. Cerón-Muñoz. 2019. Estimación poligénica y genómico-poligénica para características de crecimiento en ganado Blanco Orejinegro (BON). *Livest. Res. Rural Dev.* 31. Disponible en: [www.lrrd.org/lrrd31/3/ceron31030.html](http://www.lrrd.org/lrrd31/3/ceron31030.html)
- Rosero, A. J. A., F. L. A. Álvarez y F. J. E. Muñoz. 2011. Polimorfismo genético de beta-lactoglobulina y alpha-lactoalbúmina en el ganado criollo colombiano, mediante PCR-SSCP. *Acta Agronómica.* 339–346.
- Schiermiester, L., R. Thallman, L. Kuehn, S. Kachman, and M. Spangler. 2015. Estimation of breed-specific heterosis effects for birth, weaning, and yearling weight in cattle. *J. Anim. Sci.* 93:46–52. doi:10.2527/JAS.2014-8493. Disponible en: <https://academic.oup.com/jas/article/93/1/46/4701487>
- Tsuruta, S. 2014. Average Information REML with several options including EM-REML and heterogeneous residual variances.
- Vergara, G. O., G. J. Pérez, M. J. Noriega, C. L. Martínez y H. N. Martínez. 2018. Análisis multivariable para estimar componentes de (co)varianza en características de crecimiento en bovinos costeño con cuernos. *Livest. Res. Rural Dev.* 30. Disponible en: [www.lrrd.org/lrrd30/9/overg30161.html](http://www.lrrd.org/lrrd30/9/overg30161.html)
- Vergara, O., N. Martínez, R. Almanza, R. Patiño y A. Calderon. 2014. Parámetros y Tendencias Genéticas para Característica de Crecimiento Predestete en una Población Bovina Multirracial en Colombia. *Rev. la Fac. Ciencias Vet.* 55:68–77. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-65762014000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762014000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)