

Estimación de parámetros genéticos de características de crecimiento predestete del bovino criollo de raza sanmartinero (SM)

Genetic parameter estimates of preweaning growth traits of the Sanmartinero creole cattle

Germán C. Martínez-Villate¹, Germán Martínez-Correal²,
Carlos Manrique-Perdomo³

¹ Biólogo, Pontificia Universidad Javeriana

² MV, PhD, Asociación Nacional de criadores de razas criollas y colombianas, ASOCRIOLLO

³ Zootecnista PhD., Universidad Nacional de Colombia, cmanriquep@unal.edu.co

Recibido: Octubre 06 de 2008. Aceptado: Julio 27 de 2009

RESUMEN

En Colombia existen ocho razas de bovinos criollos (*Bos taurus*), descendientes de los ganados introducidos por los conquistadores españoles en 1493, en el segundo viaje de Cristóbal Colon; entre ellas se encuentra el ganado Sanmartinero (SM) el cual se formó en el piedemonte llanero de la Orinoquia colombiana y, al igual que la mayoría de las razas criollas colombianas, se encuentra en peligro de extinción, ya que su población actual no es mayor a los 3000 animales. Esta raza es de gran importancia por su gran potencial adaptativo y por sus excelentes características de producción para el trópico colombiano.

Este estudio analizó la base de datos del Centro de Investigaciones (C. I.) La Libertad, Villavicencio Meta, desde 1971 a 1996; se midieron las características de crecimiento: peso al nacimiento (PN), peso al destete, ajustado a 240 días (PAD), ganancias diarias del nacimiento al destete (GDND) utilizando un modelo lineal (GLM) del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). Igualmente, se calcularon los índices de heredabilidad (h^2) y las correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas para éstas características.

Los promedios generales \pm desviación estándar fueron los siguientes: PN, 27.02 Kg. \pm 3.10; GDND, 0.580 Kg. \pm 0.097; y PAD, 166.62 Kg. \pm 23.57; Las $h^2 \pm$ error estándar de estas características fueron PN, 0.26 \pm 0.08; PAD, 0.14 \pm 0.07 y GDND, 0.52 \pm 0.12; las correlaciones genéticas (r_g) fueron 0.74 para (PN, GDND), 0.70 (PN, PAD) y 0.98 (PAD, GDND). Se concluye que la raza SM, pese a su disminuida población, posee amplia variabilidad genética y adecuado potencial genético para la producción pecuaria sostenible del trópico colombiano, razones suficientes para evitar su extinción.

Palabras clave: Razas criollas, Sanmartinero, parámetros genéticos, características de crecimiento.

ABSTRACT

Colombia has eight Creole breeds (*Bos taurus*), these being descended from the cattle introduced by the Spanish conquerors in 1493, during Christopher Columbus' second voyage. The Sanmartinero (SM) breed originated in the Colombian Orinoquia region's foothills. This breed (as well as most other Creole breeds) is at risk of extinction due to its small population size, consisting of less than 3,000 animals. This breed is very important due to its adaptability to the Colombian tropics and related excellent production characteristics. This study analysed data recorded from 1971 to 1996 at La Libertad Research Station, Villavicencio, Meta. Statistical analysis system (SAS) software was used for analysing growth traits such as birth-weight (BW), weaning-weight adjusted to 240 days (WW) and daily pre-weaning gain (WG), using a general lineal model (GLM). Furthermore, heritability (h^2) for all characteristics was measured and genetic, environmental and phenotypic correlations were also calculated.

Means and standard deviations were as follows: 27.02 Kg. \pm 3.10 BW, 0.580 Kg. \pm 0.097 WG and 166.62 Kg. \pm 23.57 WW. $h^2 \pm$ standard errors for these characteristics were 0.26 ± 0.08 BW, 0.14 ± 0.07 WW and 0.52 ± 0.12 WG. Genetic correlations (r_g) amongst pre-weaning traits were: 0.74 for BW *cf* WG; 0.70 for BW *cf* WW and 0.98 for WW *cf* WG. It was thus concluded that the SM breed (in spite of its reduced population size) still has large genetic variation and good genetic potential for sustainable livestock production in the Colombian tropics, these being reasons enough for trying to prevent its extinction.

Key words: Creole breed, Sanmartinero cattle, genetic parameters, growth traits.

INTRODUCCIÓN

Los bovinos, conocidos como ganado "criollo", fueron introducidos al continente americano en el segundo viaje de Cristóbal Colón; se constituyeron en la base de la ganadería Colombiana hasta comienzos del siglo XX, cuando empezó la importación de otras razas de origen europeo (*Bos taurus*) y asiático (*Bos indicus*) (Pinzón, 1984; Rouse, 1971).

Desde su introducción a Hispanoamérica en 1493, han experimentado un prolongado proceso de selección natural, que les ha permitido desarrollar características adaptativas de gran importancia económica, tales como: eficiencia reproductiva; tolerancia a ciertas enfermedades y parásitos; habilidad para soportar las condiciones extremas de temperatura, humedad y para aprovechar los forrajes propios del trópico.

Las anteriores cualidades adaptativas, según Martínez (1994), hacen que el ganado criollo en general y el Sanmartinero (SM) en particular se constituyan en

el mayor patrimonio biológico y económico, para la provisión de alimentos (carne, leche), pieles y trabajo en sistemas sostenibles de producción de leche, carne y doble propósito de la Orinoquia Colombiana.

El estudio y conocimiento de los parámetros genéticos de los caracteres de crecimiento de la raza SM, son indispensables, no solo para caracterizar la raza sino para, con base en su uso racional, preservar y desarrollar planes y programas de mejoramiento genético que contribuyan a la creación de Sistemas pecuarios competitivos y sostenibles.

A pesar de las invaluable características adaptativas y por ende económicas que posee el ganado criollo SM, su uso en los sistemas de producción de carne, leche y doble propósito es cada día más reducido debido a factores de diversa índole entre los cuales se puede señalar el uso indiscriminado del cruzamiento con razas exóticas de origen europeo y con Cebú que el ganadero ha realizado sin

lineamientos técnicos y con una pobre interpretación de los resultados de investigación y evaluación genética internacional, que trae consigo la importación masiva de estas razas de pobre adaptación y producción en nuestro medio tropical; a esto le podemos añadir la falsa creencia sobre la superioridad de las cosas extranjeras y el menosprecio por lo propio, la carencia de investigación con el énfasis necesario en las características y productos más sobresalientes para buscar su popularización y su uso sustentable y competitivo, éstas son algunas de las responsables de la disminución de la población, hasta límites cercanos a la extinción (FAO, 2001), y de la pérdida de su variabilidad genética.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuente de los datos

Se utilizaron los registros que fueron colectados en el programa de Ganado de Carne del CI La Libertad, correspondientes a los años transcurridos entre 1971 y 1996. Las características de crecimiento: peso al nacimiento (PN), Paso ajustado al destete (PAD) y las ganancias diarias del nacimiento al destete (GDND), fueron las seleccionadas para el estudio y que están contenidas en los registros o definidas a partir de la información de estos.

Localización

Los animales de este estudio pertenecen al hato de conservación (Banco de Germoplasma) SM mantenido en el CI La Libertad, con una extensión de 1335 hectáreas, ubicado en la zona de Bosque Húmedo Tropical (BHT) de la Orinoquia colombiana, en el kilómetro 21 de la vía que conduce de Villavicencio a Puerto López, departamento del Meta.

El CI la Libertad está a una altura de 336 msnm, con una temperatura media de 27 °C, humedad relativa de 79%, precipitación anual de 2787 mm y dos estaciones: una lluviosa (abril a noviembre) y otra seca (diciembre a marzo). Los suelos son representativos del piedemonte llanero y se caracterizan por ser fuertemente ácidos (pH = 4.5), con alto contenido de aluminio intercambiable, de baja fertilidad y principalmente deficientes en Ca, P, N, Zn y Cu.

El país tiene la capacidad de desarrollar, a través del uso racional de sus bovinos adaptados, entre ellos los criollos, una producción ganadera sostenible y competitiva; sin embargo, esta depende del entendimiento y aprovechamiento del potencial genético y productivo de sus recursos genéticos bovinos; por tal razón, el objetivo primordial de este trabajo es el de conocer los parámetros genéticos de características de crecimiento predestete que contribuyan al establecimiento de planes y programas de mejoramiento genético que permitan su utilización racional y a través de ella su conservación sostenible.

Animales

Se mantuvieron bajo un sistema de pastoreo continuo en praderas de Baquiaría (*Brachiaria decumbens*), con acceso libre a una mezcla mineral de aproximadamente 8% de P. El apareamiento fue estacional (90 días), desde el primero de mayo hasta el 31 de julio (los meses de mayor precipitación). Las hembras se aparearon a los dos años de edad para obtener su primera cría alrededor de los tres años y los machos, en la mayoría de los casos, iniciaron apareamiento a los dos años de edad y fueron utilizados por dos y, en algunos casos, hasta por tres y cuatro años.

Los partos ocurrieron, en su mayoría, entre enero y marzo (los meses de menor precipitación). Los terneros se mantuvieron con sus madres hasta el destete a los 8 meses de edad. Desde los 8 a los 16 meses de edad, los terneros, machos y hembras, se mantuvieron en potreros separados, con acceso libre a una mezcla de sal mineral.

Todos los animales se vacunaron contra las enfermedades infecciosas comunes en la región y recibieron el manejo usual de tratamientos antiparasitarios internos y externos. Se tomaron pesos a todos los terneros al nacimiento y al destete (8 meses). No hubo descarte de animales entre el nacimiento y los 8 meses de edad.

Características

Se consideraron tres características de crecimiento: Peso al nacer (PN), peso al destete, ajustado a 240 días de edad (PAD) y las ganancias diarias de peso entre el nacimiento y el destete (GDND). Los registros de peso al destete de cada ternero fueron ajustados a 240 días de edad, usando la fórmula recomendada por la Federación para el Mejoramiento del Ganado de Carne de Estados Unidos para ajuste de peso al destete a los 205 días.

$$PAD = \left(\frac{PRD - PN}{DEP} \right) * 240 + PN$$

Donde:

PAD= Peso ajustado a los 8 meses (240 días) de edad.

PRD= Peso real al momento del destete.

DEP= Días entre pesajes (edad promedio al destete).

PN= Peso al nacimiento.

Las GDND se calcularon como las diferencias entre los pesos de los terneros al destete y el peso al nacer, el cual fue tomado dentro de las primeras 24 horas.

Para estudiar el efecto de la época de parto sobre las características de crecimiento de los terneros, el año se dividió en dos épocas, así: verano e invierno, el primero corresponde a los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, con una precipitación promedio de 402.8 mm que corresponden al 14 % de la precipitación total del año (2755.4 mm); el invierno con precipitaciones de 2352.7 mm (86 %) corresponde a los meses de abril a noviembre.

Igualmente, para estudiar el efecto materno sobre las características de crecimiento, se agruparon las vacas en 4 categorías así: vacas de primer parto, vacas de 2° parto, vacas entre 3° y 5° parto y vacas de más de 5 partos.

Análisis Estadístico

Los datos seleccionados, se procesaron con el paquete Statistical Analysis System (SAS 1975), Se utilizaron los procedimientos lineales "General Lin-

ear Models (GLM) del paquete estadístico SAS (1975), eficiente en modelos desbalanceados, con el objeto de establecer el efecto de los factores fijos considerados. Finalmente, el procedimiento MIXED con la opción Restricted Maximum Likelihood (REML) para estimar los componentes de varianza de los efectos padre y ambiente. La metodología REML estima los efectos ambientales, dando mayor precisión a la estimación de la varianza genética.

Modelo de las características de crecimiento predestete: Peso al nacer y destete y ganancias diarias de peso predestete.

$$Y_{ijklm} = \mu + a_i + c_k + d_l + f_m + b_{ij} + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = variable dependiente estudiada (PN, PAD, GDND).

μ = promedio poblacional.

a_i = efecto fijo del i-ésimo año nacimiento de la cría.

c_k = efecto fijo del k-ésimo sexo de la cría.

d_l = efecto materno, expresado como el l-ésimo número de parto.

f_m = efecto fijo de la m-ésima época de nacimiento de la cría (verano invierno).

b_{ij} = efecto aleatorio del j-ésimo padre de la cría dentro del i-ésimo año.

e_{ijklm} = error experimental.

Heredabilidades y correlaciones

Las heredabilidades se estimaron a partir de los componentes de varianza entre padres, estimadores insesgados de la varianza genética aditiva, mediante la fórmula:

$$h^2 = \frac{4\sigma^2_p}{\sigma^2_p + \sigma^2_r}$$

Donde:

σ^2_p = Varianza entre padres.

σ^2_r = Varianza residual.

La desviación promedio de las heredabilidades calculadas se estimó para determinar el nivel de

confiabilidad para dichos parámetros, esta se calculó mediante la fórmula:

$$h^2 = 4 \sqrt{\frac{2(n-1)(1-t)^2 [1+(K-1)t]^2}{K^2(n-s)(s-1)}}$$

Donde:

$$K = \frac{1}{(S-1)} \sum n - \frac{\sum n^2}{n}$$

S= número total de padres.

n= es el número total de observaciones.

Para estimar el índice de correlación se utilizaron las varianzas calculadas a través del modelo descrito para las variables X, Y según el caso y sus sumatorias

correspondientes, de esta forma se obtuvieron las covarianzas mediante la siguiente fórmula:

$$Cov_{x,y} = \frac{\sigma^2 \sum x*y - \sigma^2 x - \sigma^2 y}{2}$$

Los valores de la covarianza, permiten entonces el cálculo de la correlación mediante la fórmula:

$$r^2 = \frac{Cov_{x,y}}{\sqrt{\sigma^2 x - \sigma^2 y}}$$

Esto se calculó para las características padre, que corresponde a la correlación genética (g); error, que corresponde a la correlación ambiental (a), y finalmente la sumatoria de las dos anteriores (genética más ambiental) que corresponde a la correlación fenotípica (f).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Varianza

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis de varianza de peso al nacer (PN), destete, ajustado a 240 días de edad (PAD) y ganancias diarias entre el nacimiento y el destete (GDND) de terneros criollos Sanmartineros.

El padre de la cría tuvo efecto significativo (P<0.01) sobre el peso al nacer y no afectó las ganancias

diarias predestete ni el peso ajustado al destete (P>0.10); el sexo del ternero, el año de su nacimiento y el número de parto de la vaca afectaron significativamente (P<0.01) todas las características de crecimiento predestete. La época de nacimiento de la cría no tuvo ningún efecto (P>0.10) sobre las mismas características consideradas en el estudio.

Tabla 1. Valores de probabilidad de encontrar un valor de F mayor al de tablas (Pr>F) del análisis de varianza del peso al nacimiento (PN), ganancias predestete (GDND) y peso ajustado al destete (PAD) de terneros Sanmartinero. La Libertad 1971-1993

Fuente de Variación	G.L.	PN (P>F)	G.L.	GDND (P>F)	PAD (P>F)
Padre	55	0.001	54	0.286	0.126
Sexo	1	0.001	1	0.001	0.001
Año de Nacimiento cría	18	0.015	18	0.000	0.000
Época de nacimiento cría	1	0.361	1	0.564	0.293
Número de parto de la vaca	3	0.001	3	0.001	0.001
ERROR.	901		812		

Crecimiento predestete:

En la Tabla 2 se resumen los promedios de los pesos predestete de machos y hembras: PN, GDND y

PAD de terneros Sanmartinero en el centro de investigaciones La Libertad durante los años 1971-1993.

Tabla 2. Promedios generales de los pesos de machos y hembras durante el crecimiento predestete, (PN), (GDND) (PAD) de terneros Sanmartinero. CI La Libertad 1971-1993

	Kg. ± DE.
PN	
Promedio general	27.02 ± 3.10
Machos	27.71 ± 3.56
Hembras	26.30 ± 3.20
GDND	
Promedio general	0.58 ± 0.09
Machos	0.60 ± 0.12
Hembras	0.60 ± 0.10
PAD	
Promedio general	166.62 ± 23.57
Machos	172.30 ± 29.62
Hembras	161.04 ± 24.95

Peso al nacimiento

El promedio de PN de la raza Sanmartinera, en este estudio fue de 27.02 ± 3.10 Kg., dicho peso se encuentra dentro del rango de valores de otras razas criollas colombianas, 20.5 y 38.7 Kg. para las razas Casanare y Lucerna, respectivamente y no difiere del promedio (27.1 Kg.), de dos estudios con la misma raza en condiciones de la altillanura colombiana, C. I. Carimagua (Buriticá y Carreño, 2001 y Guío y Pérez, 2001) y del valor medio (26.8 Kg.) de tres publicaciones con la misma raza en condiciones del piedemonte llanero, C. I. La Libertad por Martínez y col. (1998); Martínez (1999) y Manrique y col (1999).

En comparación con el promedio no ponderado (29.6 Kg.) de estudios con las razas criollas colombianas es 2.58 mayor que el encontrado en este estudio (Ossa, 1999; Martínez, 1996; Archila y Bernal, 1983; Velásquez, 1999).

El promedio de la raza Brahman (29.2Kg.), en estudios realizados, en distintas regiones del país, es superior en 2.18 Kg. al reportado para el Sanmartinero en este estudio (Durán y Solarte, 1986; Grimaldo y Olaya, 1981; Roldán y Abril, 1987; Díaz, 1990; Pardo y Sánchez, 1987; Colegial y Santamaría, 1987).

De los resultados hallados en este trabajo, comparado con los de otros criollos y la raza Cebú (Brahman) podemos decir que, dada las características de tamaño medio de la raza, el PN del ganado Sanmartinero es adecuado para las condiciones restrictivas del trópico bajo colombiano; su diferencia con el valor medio de las otras razas criollas y con el del ganado Brahman (Cebú), el más abundante en el país, no es muy amplia y se encuentra dentro del rango de peso al nacer, tanto de las razas criollas como del Cebú. El relativo pequeño tamaño al nacimiento de los terneros Sanmartineros, según Martínez (1999) tiene ventajas, ya que facilita el parto y esta circunstancia favorece la rápida recuperación posparto de las vacas lo que, a su vez, contribuye a que se acorte el subsiguiente intervalo entre partos. De otra parte, lo importante no es que los terneros nazcan con gran peso sino que sobrevivan hasta el destete y esa característica se da en forma sobresaliente tanto en los terneros puros como en aquellos hijos de padres o madres de raza Sanmartinera (Martínez y Chaves, 2001).

Ganancias diarias nacimiento destete

El promedio general fue de 0.580 Kg./día, resultados que son 0.044 Kg./día mayores al promedio (0.535

Kg./día) reportado para la misma raza en estudios realizados por Hernández (1981) y Martínez (1999) en condiciones del piedemonte llanero; así mismo, el promedio de este estudio es superior en 0.073 Kg. al promedio (0.506 Kg./d.) de la misma raza en condiciones de la altillanura colombiana (Güio y Pérez, 2001 y Buriticá y Carreño, 2001). El promedio del Sanmartinero, en este estudio, está dentro del rango de valores de ganancias diarias predestete de reportes con las diferentes razas de ganado criollo que posee nuestro país, cuyo valor medio es de 0.600 Kg./d., fluctuando entre 0.480 Kg./día, para la raza Velásquez y 0.760 Kg./día, para la raza Romosinuano (Hernández, 1981; Martínez y Hernández, 1983; Martínez, 1987; Ossa, 1999; Casas, 1993; Martínez (1999); Velásquez (1999).

En comparación con el promedio (0.570 Kg./día) de ganancias diarias predestete de estudios realizados con ganado Brahman, la diferencia con el valor medio (0.580 Kg./d.) del ganado Sanmartinero, es de tan solo 0.010 Kg./día (Durán y Solarte, 1986; Grimaldo y Olaya, 1981; Roldán y Abril, 1987; Díaz, 1990; Pardo y Sánchez, 1987; Colegial y Santamaría, 1987), lo que indicaría que los terneros Sanmartinero son competitivos, comparándolos en crecimiento predestete con el Cebú, o que la habilidad materna (producción de leche) de las vacas criollas Sanmartineras es comparable a la de las Cebú, si se tiene en cuenta que la raza Cebú (Brahman) posee mayor potencial de crecimiento que el ganado criollo en general y Sanmartinero en particular (Hernández, 1981; Martínez, 1987; Elzo y col., 1999).

Peso al destete

El peso al destete promedio fue de 166.62 ± 23.57 Kg., superior en 18.5 Kg. al promedio (148.5 Kg.) de dos estudios con la misma raza, en condiciones de la altillanura colombiana (Güio y Pérez, 2001 y Buriticá y Carreño, 2001); igualmente, no difiere del promedio (166.0 Kg.) de tres estudios con la misma raza en condiciones del piedemonte llanero (Martínez 1996; Martínez, 1999; Manrique y col., 1999).

El resultado de este estudio está dentro del rango de valores de las razas criollas colombianas, con 154.0 Kg. para la raza Casanare y 222.0 Kg. para Lucerna; mientras que el promedio de todas es de 181.0 Kg. (Hernández 1981; Martínez y Hernández 1983; Martínez, 1987; Ossa, 1999; Casas, 1993; Hernández, 1981; Martínez 1999; Velásquez; 1999. Así mismo, es inferior en 7.48 Kg. al valor medio (174.1 Kg.) reportado para la raza Cebú por varios investigadores en distintas regiones del país (Dueñas, 1990; Díaz 1990; Marino, 1991; Durán y Solarte, 1986. Los resultados encontrados indicarían que, teniendo en cuenta el menor peso al nacer de los criollos Sanmartineros, comparados con el Cebú, estos son competitivos en crecimiento predestete y peso al destete, debido, no solo a la mayor habilidad materna (producción de leche) de las vacas Sanmartineras, comparadas con las Cebú sino a un buen potencial de crecimiento de la raza, gracias a su adaptación a las difíciles condiciones tropicales por espacio cercano a 500 años (Hernández, 1981; Martínez, 1987; Elzo y col., 1999).

González y col. (1995) y Calderón (1995) demostraron que la producción de leche del Sanmartinero, en pastoreo, sin ninguna suplementación (salvo la mineral) y en ordeño con ternero, no difiere de la producción media de leche (3.5 Kg/d.) de mestizas de razas cebuinas y europeas especializadas en sistemas doble propósito del trópico colombiano. Igualmente, Hernández y Martínez (1992) reportaron que mestizas F1 de Sanmartinero y Cebú superan en más del 50% la producción media del Cebú comercial, concluyendo que además del efecto de heterosis existe un efecto aditivo del Sanmartinero para la producción de leche.

Parámetros Genéticos.

La estimación de los parámetros genéticos (heredabilidades y correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales) se resumen en la tabla No. 3.

Tabla 3. Valores de parámetros genéticos: heredabilidades y correlaciones genéticas r_g , ambientales r_a y fenotípicas r_f de características de crecimiento de terneros Sanmartinero. La Libertá 1971-1993.

Heredabilidades			
	h^2	\pm	EE
PN	0.26	\pm	0.09
PAD	0.14	\pm	0.07
GDND	0.52	\pm	0.13
Correlaciones			
	r_g	r_a	r_f
$r(\text{PN, GDND})$	0,75	0,11	0,12
$r(\text{PN, PAD})$	0,71	0,26	0,26
$r(\text{GDND, PAD})$	0,98	0,99	0,99

Heredabilidades

Peso al nacimiento

El índice de herencia para el PN fue de 0.26 es igual al valor directo (PND) reportado por Elzo (1999) y ligeramente inferior a la estimada por el efecto materno, PNM $h^2 = 0.29$) y se encuentra dentro del rango de valores resumidos en la literatura por Warwick & Legates (1992), Falconer (1982) y Pitchner (1983)); sin embargo, es superior en 0.23 unidades al reportado (0.035) por Manrique y col (1999), en otro estudio con la misma raza. Con respecto a estudios con otros criollos, el valor encontrado en este estudio es mayor y menor que los hallados en Romosinuano (0.18) y Blanco Ojinegro (0.28) por Hernández (1976) y Martínez (1987), respectivamente. En la raza Brahman, Plasse (1972) reportó un valor de heredabilidad de 0.48 y Elzo (1999) 0.30 (directa) y 0.26 (materna), los que superan al índice de la raza Sanmartinera en 0.22 y 0.04 unidades, respectivamente.

Debido a que los resultados de heredabilidad para PN muestran que la raza Sanmartinera se encuentra entre los rangos normales reportados por los autores citados y en adición a esto que estos mismos valores son similares a los reportados para el resto de las razas criollas, se puede inferir que la raza Sanmartinera posee una variabilidad genética adecuada y por tanto, bajo las condiciones ambientales (suelo, clima, manejo, alimentación) de

La Libertad, la selección de animales por PN daría resultados más rápidos que por peso al destete el cual, como ya vimos, presentó una h^2 de tan solo 0.14 unidades.

Ganancias diarias del nacimiento al destete

El índice de herencia para las GDND se encuentra igualmente dentro del rango de valores resumidos en la literatura por Warwick & Legates (1992), Falconer (1982) y Pitchner (1983). Para este estudio, el índice de heredabilidad fue de 0.52, valor que es 0.35 unidades mayor a la heredabilidad reportada para la raza Romosinuano (0.17) por Hernández (1976), y 0.40 unidades mayor a la heredabilidad reportada para la raza Blanco Orejinegro (0.12) por Martínez (1987). En comparación con la raza Brahman, el valor de este estudio fue 0.45 unidades mayor al reportado por Plasse (1972).

Es muy importante anotar que el valor de heredabilidad para este estudio es notablemente superior a lo reportado en los diferentes estudios realizados en otras razas criollas y la raza Brahman y por tanto si se efectuara selección por dicha característica esta tendría una respuesta favorable; indirectamente, estaríamos seleccionando por habilidad materna, una vez que el peso al destete depende en gran medida de la producción de leche de las vacas.

Peso al destete

El valor de la heredabilidad para el PD fue de 0.14, valor que se clasificaría dentro del rango bajo de valores de los índices de herencia y que, a diferencia de los valores anteriormente mencionados para las otras características de crecimiento, es inferior al valor promedio resumido por autores como Warwick & Legates (1992), Falconer (1982) y Pitchner (1983); a pesar de esto, es importante anotar que los diferentes estudios realizados con las demás razas criollas muestran resultados similares, siendo solo 0.04 unidades menor a la heredabilidad reportada para la raza Romo (0.18, Hernández, 1976) y 0.05 unidades mayor para la reportada en el estudio realizado por Martínez en la raza BON (0.09); Manrique y col. (1999) en estudios con la misma raza reportaron un valor de 0.12 y Elzo y col. (1999) de 0.10 y 0.11, para valores directos y maternos, respectivamente; adicionalmente, Elzo y col. en el mismo estudio con Sanmartinero reportó una h^2 de 0.08 y 0.10, para efectos directos y maternos, respectivamente, para la raza Brahman; los anteriores valores varían ligeramente con el valor de este estudio.

La baja heredabilidad de PD en este estudio estaría indicando que las condiciones ambientales durante el predestete son restrictivas y limitan la expresión de los genes que gobiernan esta característica en el crecimiento propio de los terneros y en la expresión de la habilidad materna de las vacas y por tanto la selección del ganado Sanmartinero, basada en dicha característica sería menos efectiva.

Correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales

Peso al nacimiento y Ganancias diarias del nacimiento al destete

Las estimaciones de correlaciones genéticas (r_g) entre los caracteres de crecimiento fueron positivas y de alta magnitud; se encuentran dentro del rango de valores de estudios en varias razas, resumidos por Bodisco (1985); Warwick & Lagates (1992); Falconer (1982) y Pitchner (1983); igualmente, se encuentran dentro del rango de valores reportados

por Martínez (1987) con ganado Blanco Orejinegro y Hernández (1976) con ganado Romosinuano. Los valores de las r_g , en este estudio, variaron entre 0.71 y 0.98 indicando que, en el hato Sanmartinero de La Libertad, los valores genéticos de un carácter (Ej. GDND) dan suficiente o casi toda la información ($r_g = 0.98$) sobre el valor genético de otro rasgo (Ej. PAD); es decir, que los genes que controlan las GDND son los mismos (pleiotropismo) que controlan el PD. Martínez (1987), en el estudio con ganado Blanco Orejinegro encontró un valor similar (0.97) para la r_g entre estas mismas características; sin embargo, en el estudio con Sanmartinero de Elzo y col. (1999), contrario a lo reportado en este estudio y al de ganado Blanco Orejinegro, encontraron, valores cercanos a cero (0.08) entre la r_g PN y PAD.

Basados en los hallazgos de este estudio, podría decirse que las altas r_g entre las características de crecimiento predestete favorecerían la selección temprana por aquellas de elevado índice de herencia y que ocurren primero, como en el caso de GDND ($h^2 = 0.52$) o aún mejor del PN (0.26). El PN es el rasgo que se mide más temprano en la vida del animal; seleccionando por él acortaríamos el intervalo entre generaciones y, en consecuencia, obtendríamos mayor y más temprano progreso por selección en las características predestete positivamente relacionadas con él.

Correlaciones Ambientales y Fenotípicas

Las correlaciones ambientales y fenotípicas fueron todas positivas y, en general, con menores valores que las genéticas; se exceptuaron las r_a y r_f , entre GDND y PAD con valores cercanos a 1 y de la misma magnitud de la r_g entre los mismos rasgos de crecimiento predestete. Los valores de las correspondientes r_a y r_f entre PN, GDND y PN y PAD variaron desde 0.11 (r_a , PN, GDND) hasta 0.26 para ambas, r_a y r_f . La elevada correlación ambiental entre GDND, PAD (0.99) indica que el ambiente postnatal (entre el nacimiento y destete) y el inmediato a este ejercieron influencia positiva sobre el crecimiento en estos dos períodos. La correspondiente r_f entre estas mismas características (0.99), la cual incluye componentes

genéticos y ambientales, nos corrobora la elevada relación y dependencia entre estos dos rasgos.

Los valores de las correlaciones ambientales y fenotípicas entre PN y los rasgos de crecimiento predestete (GDND y PAD) fueron positivos y de menor magnitud (0.11 hasta 0.26); no obstante su menor valor, sugieren efectos ambientales prenatales y postnatales (hasta el predestete) favorables para el crecimiento en estos períodos, indicando que las

épocas seleccionadas para el apareamiento y destete de los animales son favorables. Resultados similares, pero de una mayor magnitud encontraron Elzo y col. (1999). Los valores de r_a y r_p , reportados por Martínez (1987), en el estudio con ganado Blanco Orejinegro, fueron también positivos, pero de una relativa mayor magnitud (desde 0.23 hasta 0.38), corroborando que las épocas seleccionadas para apareamiento estacional de los núcleos criollos, en los distintos centros de investigación, fueron las más apropiadas.

CONCLUSIONES

Los valores medios de características de crecimiento: peso al nacer, ganancias de peso predestete y peso al destete son competitivos en la industria de la cría de bovinos del trópico bajo colombiano. Los valores de heredabilidad de las diferentes características estudiadas, todos dentro del rango de valores reportados en la revisión de literatura y especialmente en los escasos estudios con nuestras razas criollas, sugieren una adecuada variabilidad genética de la raza en el núcleo de conservación de La Libertad, indicando que habría posibilidades de, aumentando

el pie de cría (el tamaño efectivo de la población), iniciar programas de mejoramiento, basados en características de crecimiento predestete.

Los valores de heredabilidad de las características de crecimiento predestete sugieren que la selección más efectiva sería ejerciéndola por ganancias diarias predestete; sin embargo, una selección temprana sería factible por peso al nacer una vez su alta correlación genética con peso al destete.

RECOMENDACIONES

Este tipo de estudio necesita continuación no solo a otras características de la raza sino a otros rebaños oficiales y privados de esta y otras razas criollas colombianas.

Una amplia divulgación de los resultados obtenidos, contribuirían, no solo a despertar la conciencia sobre nuestros valores genéticos, sino a conservar la población y aumentar el tamaño de la misma.

REFERENCIAS

Archila M, Bernal S. Contribución al estudio del ganado criollo, Harton del Valle. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1983]. Se localiza en la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.

Bodisco V, Carnevall A, Ceballos E, Gómez R J. Cuatro lactancias consecutivas en vacas criollas y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 1968; 3:61-75.

Buriticá C.M, Carreño V.R. 2001. Comportamiento reproductivo y crecimiento predestete del ganado criollo Sanmartinero en la altillanura Colombiana. Trabajo

de Grado en Medicina Veterinaria [2001] Se localiza en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de los Llanos.

Calderón TS. Reproducción y producción de leche de ganado criollo Sanmartinero. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1995]. Se localiza en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de los Llanos.

Casas L. 1993. Apoyo a la conservación, mejoramiento genético y difusión de la raza bovina criolla Hartón del Valle, periodo 1981-1993. Encuentro Nacional sobre extensión universitaria, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

- Colegial G, Santamaría MA. Estimación de parámetros genéticos en algunas características reproductivas y en pesos de ganado Cebú puro en Colombia. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1987]. Se localiza en la facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz PA. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de la raza Shaver y sus cruces con Cebú. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1990]. Se localiza en la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Dueñas MM. Evaluación productiva de un hato de ganado Cebú y sus cruces con *Bos taurus* bajo un sistema "doble propósito" en el Piedemonte Amazónico. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1990]. Se localiza en la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Durán PR, Solarte SA. 1986. Crecimiento predestete y desempeño reproductivo de tres razas cebuínas en La Dorada - Caldas. Trabajo de Grado en Zootecnia [1986]. Se localiza en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Elzo MA, Martínez G, González F, Huertas H. 1999. Variabilidad Y Predicciones Genéticas Para Características De Carne En El Rebaño Multirracial Sanmartinero- Cebú De La Libertad, Memorias. Seminario Internacional. Caracterización genética y potencial productivo del ganado Sanmartinero. Villavicencio. pp1-10.
- Falconer DS 1982. Introduction to quantitative genetics. segunda edición . Longman Inc., New York.
- Fao. 2001. Recursos genéticos animales en América Latina. Estudio FAO No. 22 RAMA.
- González HF J, Ortiz P, Martínez CG, Huertas RH. Producción de leche con Sanmartinero. Rev. Achagua 1995; 1 (3) : 40-47.
- Grimaldo RE, Olaya RL. Eficiencia reproductiva del ganado Cebú registrado en Colombia. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1981]. Se localiza en la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Guio RP, Pérez AY. Efecto del tamaño corporal (altura al sacro) sobre la eficiencia reproductiva en ganado criollo Sanmartinero en la altillanura colombiana. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [2001]. Se localiza en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Los Llanos.
- Hernández BG. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. Recursos Genéticos animales en América Latina. Ganado criollo y especies de altura. Roma. FAO. 1981; 22:52.
- Hernández SY, Martínez C G. 1992. Resultados de investigación del sistema doble propósito en el piedemonte llanero. Seminario nacional producción bovina tropical. ICA 30 años. Villavicencio, Colombia. pp.134-138.
- Manrique PC, Martínez CG, González HF. 1998. Parámetros genéticos del ganado Sanmartinero. Memorias : IV Congreso Iberoamericano de razas autóctonas y criollas : Análisis del Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Noviembre 22-28 1998. Tampico México.
- Marino EO. Evaluación de los cruces de ganado Simmental Alemán (Fleckvieh), Simmental Americano y Rubio Alemán (Gelbvieh) por Cebú comercial y prueba de toros en dos hatos del departamento de Córdoba -Colombia. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1991]. Se localiza en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Martínez CG, Chávez MG. 2001. Ganado criollo Sanmartinero. Alternativa genética sustentable para la producción bovina en la Orinoquia. Ica Pronatta - Corpoica y Unillanos. Villavicencio. 47p.
- Martínez CG. 1987. Estimates of genetic parameters of several productive traits in a Colombian cattle breed,

- Blanco Orejinegro (BON) and its crosses with zebu, Charolais and Santa Gertrudis. Tesis PhD. Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State Univeristy, Oklahoma, U.S.A 170p.
- Martínez CG. 2005. Reproducción y producción de carne de Cebú y diferentes grupos cruzados con ganado criollo y europeo en el piedemonte llanero. III Seminario Regional Agrociencia y Tecnología Orinoquia Siglo XXI. Villavicencio.
- Martínez CG, Hernández BG Factores ambientales que afectan el peso de los terneros Blanco Orejinegro. Revista ICA 1983; 18:465-472.
- Martínez CG. 1999. El ganado criollo Sanmartinero y su potencial productivo En: Memorias. Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo colombiano. Santa Fe de Bogotá DC. p. 128-138.
- Martínez CG, Arenas E, Rincón G. 1998. Relación del Tamaño y la eficiencia reproductiva de vacas criollas Sanmartinero. IV Congreso Iberoamericano de razas autóctonas y criollas : Análisis del Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Noviembre 22-28 1998. Tampico México.
- Ossa G 1999. Evaluación genética del ganado Costeño Con Cuernos. Santafé de Bogotá. Datos sin publicar.
- Pardo O, Sánchez J. Evaluación de leche y/o carne de diferentes grupos raciales en el trópico bajo colombiano. Ecosistema valle medio del Sinú. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria [1987]. Se localiza en la facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Pinzón ME. Historia de la ganadería bovina en Colombia. Carta Ganadera. Suplemento Ganadero. Banco Ganadero. 1984; 4(1):208.
- Pirchner F. 1983. Population Genetics in Animal Breeding, Second Edition. Plenum press-New York and London.
- Plasse D. 1972. Estimación de parámetros fenotípicos, genéticos y ambientales de tres caracteres de crecimiento predestete en dos rebaños de Brahman registrado. Trabajo de ascenso. Univ. Central de Venezuela. Facultad. de Ciencias Veterinarias, Maracay-Venezuela.
- Roldán V, Abril J. Indicadores genéticos de algunos parámetros productivos y reproductivos en ganado Cebú tipo Brahman. Trabajo de Grado en medicina Veterinaria [1987]. Se localiza en la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Rouse J E. 1971. World cattle. University of Oklahoma, norman. Vol. 1 MALS.A.S. 1985.
- SAS. User's Guide: Statistics, Stastiscal Analysis System. Inc., Cary, NC. 380P.
- Velázquez PG. 1999. Características Fisiológicas de la Raza Sanmartinera. En: Memorias Seminario Internacional Caracterización Genética y Potencial Productivo del Ganado Criollo Sanmartinero. p. 8-19.
- Warwick EJ, Lagates JE. 1992. Cría y mejora del ganado. Interamericana, McGraw Hill.