

# Parámetros genéticos para el control del peso al nacimiento en bovinos de carne: cruzados en el trópico bajo colombiano\*

Diana María Bolívar Vergara\*\*, Edison Julián Ramírez Toro\*\*\*, Oscar David Vergara Garay\*\*\*\*, Luis Fernando Restrepo\*\*\*\*\*, Elkin Mauricio Arboleda Zapata\*\*\*\*\*, Mario Fernando Cerón-Muñoz\*\*\*\*\*

## Resumen

**Introducción.** El peso al nacimiento está ligado al vigor y a la sobrevivencia del ganado de carne, y es uno de los factores de mayor importancia en la mortalidad hasta las 24 horas. La evaluación genética para esta característica debe ser incluida como criterio de selección en los programas de mejoramiento genético. **Objetivo.** Estimar los componentes de varianza y parámetros genéticos para peso al nacimiento en una población de bovinos de carne, cruzados en el trópico bajo colombiano. **Materiales y métodos.** Las estimativas de los componentes de varianza fueron obtenidos por el método de máxima verosimilitud restringida libre de derivadas. El modelo incluyó como efectos fijos hato, grupo genético individual y materno, grupo contemporáneo (sexo, época y año de nacimiento) y edad de la vaca al parto como covariable. Los efectos aleatorios fueron el genético aditivo directo y materno, ambiente permanente de la vaca y residual. **Resultados.** Las heredabilidades directa y materna fueron  $0.24 \pm 0.027$  y  $0.01 \pm 0.009$ , respectivamente. Se encontraron diferencias entre grupos genéticos para la característica analizada. Los grupos  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}S \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}R \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}B$  y  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$  presentaron un peso al nacimiento superior al del cebú, mientras que los grupos  $\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{2}C$  y  $9/16A \ 7/16C$  presentaron un menor peso. **Conclusiones.** La heredabilidad directa encontrada, sugiere que la selección por esta característica es factible en esta población. Las diferencias encontradas entre grupos

genéticos deben ser tenidas en cuenta para los programas de mejora genética, con el fin de lograr pesos intermedios al nacimiento.

**Palabras clave:** Componentes de varianza, cruzado, ganado de carne, heredabilidad, peso al nacimiento.

Artículo recibido 27-04 de 2009, última revisión 05-09 de 2009

## Genetic parameters for controlling the weight at the moment of birth in crossed beef from the Colombian low tropical zone

### Abstract

**Introduction.** The weight, in the moment of birth, is linked to the strength and the survival of beef and is one of the most important factors in death rates during the cattle's first 24 hours of life. The genetic evaluation for this characteristic must be included as a part of the election criteria in genetic improvement programs. **Objective.** To estimate the variance components and the genetic parameters for the weight at the moment of birth in a population of crossed beef in the low tropical Colombian zone. **Materials and methods.** The estimations of the variance components were obtained by the use of the Derivative-free restricted maximum likelihood method. The model included, as fixed effects, herd, individual and maternal genetic group, contemporary group (sex, time and year of birth) and the age of the

\* Nombre de la Investigación de la que se deriva el artículo: "Evaluación genética multirracial". Realizada en Medellín entre febrero de 2007 y abril de 2009. Financió el Grupo de Genética y Mejoramiento Animal de la Universidad de Antioquia.

\*\* Docente Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Estudiante de Doctorado en Ciencias Animales, Universidad de Antioquia-Fundación Universitaria San Martín.

\*\*\* Estudiante de Maestría en Ciencias Animales, Universidad de Antioquia - Fundación Universitaria San Martín.

\*\*\*\* Estudiante de Doctorado en Ciencias Animales, Universidad de Antioquia. Comisión de estudios Universidad de Córdoba. Apoyo Colciencias.

\*\*\*\*\* Docente Universidad de Antioquia, Estadístico, Magister en Estadística y Biomatemática.

\*\*\*\*\* Zootecnista MSc en Ciencias Animales, Grupo de Genética y Mejoramiento Animal, Universidad de Antioquia.

\*\*\*\*\* Zootecnista PhD en Mejoramiento Animal. Jefe del Centro de Investigaciones Agrarias. Grupo de Genética y Mejoramiento Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

cow at the birth moment as a covariate. The random effects were the genetic direct and maternal additives, permanent environment of the cow and residual. **Results.** Direct and maternal heritabilities were  $0.24 \pm 0.027$  and  $0.01 \pm 0.009$ , respectively. Differences were found among genetic groups for the characteristic analyzed. The  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}S \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}R \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}B$  y  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$  groups had, at the moment of birth, a weight superior to that of the Zebu, while the groups  $\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{2}C$  and  $9/16 A \frac{7}{16} C$  had a lower weight. **Conclusions.** The direct heritability found suggests that the selection by the use of this characteristic is feasible for this population. The differences found among genetic groups must be kept in mind, in order to achieve intermediate weights in the moment of the birth.

**Key words:** Variance components. Crossed. Beef. Heritability. Weight at the moment of the birth.

### Parâmetros genéticos para o controle do peso ao nascimento em bovinos de carne

#### Resumo

**Introdução.** O peso ao nascimento cruzados, no trópico sob colombiano está unido ao vigor e à sobrevivência do gado de carne, e é um dos fatores de maior importância na mortalidade até as 24 horas. A avaliação genética para esta característica deve ser incluída como critério de

seleção nos programas de melhoramento genético. **Objetivo.** Estimar os componentes de variância e parâmetros genéticos para peso ao nascimento numa população de bovinos de carne cruzados no trópico sob colombiano. **Materiais e métodos.** As estimativas dos componentes de variância foram obtidos pelo método de máxima verosimilitude restringida livre de derivadas. O modelo incluiu como efeitos fixos produtores, grupo genético individual e materno, grupo contemporâneo (sexo, época e ano de nascimento) e idade da vaca ao parto como covariável. Os efeitos aleatórios foram o genético aditivo direto e materno, ambiente permanente da vaca e residual. **Resultados.** As heredabilidades direta e materna foram  $0.24 \pm 0.027$  e  $0.01 \pm 0.009$ , respectivamente. Encontraram-se diferenças entre grupos genéticos para a característica analisada. Os grupos  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}S \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}R \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}B$  y  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$  apresentaram um peso ao nascimento superior ao do Zebú, enquanto os grupos  $\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{2}C$  y  $9/16 A \frac{7}{16} C$  apresentaram um menor peso. **Conclusões.** A heredabilidad directa encontrada, sugere que a seleção por esta característica é viável nesta população. As diferenças encontradas entre grupos genéticos devem ser tidas em conta para os programas de melhora genética, com o fim de conseguir pesos intermédios ao nascimento.

**Palavras chaves:** componentes de variância, cruzado, gado de carne, heredabilidad, peso ao nascimento.

## Introducción

El incremento en la productividad del ganado para carne en trópico bajo, a través del cruce de *Bos taurus* y *Bos indicus* ha sido reportado en varios trabajos<sup>1-4</sup>. El cruzamiento entre razas puede contribuir a mejorar las características de importancia económica, como la natalidad, sobrevivencia y pesos a diferentes edades. Los cruces taurus-índicus en estas regiones, son la vía más expedita para mantener en los rebaños efectos genéticos aditivos y heterocigóticos, tanto para la producción de leche, como de carne<sup>5</sup>. Lo anterior, estimula la utilización de toros de razas taurinas en el trópico bajo colombiano.

En los sistemas de producción de carne bovina, las características que más influyen en los costos de operación son: la eficiencia reproductiva de la vaca y el desempeño productivo del ternero. Varios estudios han

demostrado la importancia económica del control del peso al nacimiento en ganado de carne, especialmente por su influencia sobre la dificultad en el parto, frecuencia de mortinatos, impacto negativo sobre la proporción de terneros destetados, en relación con las hembras apareadas, mortalidad de vacas, incremento de los costos veterinarios, demora en el retorno al estro y reducción de la tasa de concepción<sup>6,7</sup>. También, se ha reportado que, en ciertas ocasiones el cruzamiento, puede conducir a un incremento en la presentación de partos distócicos, provocados por un mayor tamaño fetal<sup>8</sup>, que termina por afectar gravemente la rentabilidad del sistema productivo.

Por otra parte, el peso al nacimiento está ligado al vigor y a la sobrevivencia, siendo señalado como uno de los factores de mayor importancia sobre la mortalidad hasta las 24 horas. Su importancia radica en el hecho de que actualmente, se pueden favorecer toros

que producen hijos más livianos al nacimiento (diferencia esperada de la progenie negativa para el peso al nacimiento), con la finalidad de minimizar problemas de distocia<sup>9</sup>. Los terneros muy pesados al nacimiento presentan mayores tasas de mortalidad que terneros de pesos intermedios, principalmente debido a problemas durante el parto. Sin embargo, se debe resaltar, que en el caso de los bovinos, el peso reducido al nacer conduce a mortalidades superiores a aquellas relacionadas con un peso elevado (considerando los casos de distocia). Por lo tanto, pesos intermedios al nacer (de acuerdo con cada raza) deben provocar una mayor tasa de sobrevivencia<sup>9</sup>.

Por lo anterior, la evaluación genética para el peso al nacimiento debe ser incluida como criterio de selección en los programas de mejoramiento genético para bovinos de carne<sup>10</sup>. La estimación de los parámetros genéticos constituye una herramienta para lograr un diseño más eficiente en la evaluación genética de los hatos y una estrategia para la mejor utilización de la variabilidad genética en planes de mejoramiento genético animal. Tanto los efectos aditivos (directos y maternos), como los no aditivos, para los pesos en animales jóvenes, son importantes para precisar esa variabilidad en los caracteres de crecimiento en bovinos y utilizar esa información en la mejora del hato<sup>11</sup>. El objetivo de este trabajo fue estimar los componentes de varianza y parámetros genéticos para el peso al nacimiento (PN) en una población de bovinos de carne cruzados por las razas Blanco Orejinegro (B), Romosinuano (R), Angus (A), Senepol (S), Holstein (H) y Cebú (C) en el trópico bajo colombiano.

## Materiales y métodos

Se utilizaron registros productivos de la Empresa Custodiar S. A., la cual está conformada por varios hatos donde se cría, levanta y ceba. La fase de cría se realiza en la hacienda “La Leyenda”, en el municipio de

Caucasia, Departamento de Antioquia y “La Pintada”, ubicada en el municipio de Buenavista, Departamento de Córdoba, las cuales se encuentran a una altura entre 60 y 150 m.s.n.m. Esta zona presenta una temperatura promedio anual de 30.2 °C, precipitación promedio de 2200 m.m./año y una humedad relativa promedio de 77% , clasificándose como bosque húmedo tropical (Bh-T) <sup>12</sup>. Los suelos son de media a baja fertilidad, predominan especies del género *Brachiaria*, principalmente *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. brizhanta* y su topografía es plana. En esta ganadería se utiliza cruce rotacional de las razas Cebú (C), Angus (A), Romosinuano (R), Blanco Orejinegro (B), Holstein (H) y Senepol (S).

Se utilizaron registros entre los años 1996 y 2008 con 25,909 individuos en el pedigree y 15,256 registros de nacimientos. Las estimativas de componentes de varianzas y heredabilidades fueron obtenidas por modelo animal, a través del programa Multi Trait Derivative Free Restricted Máximum Likelihood (MTDFREML), desarrollado por Boldman et al., <sup>13</sup> (1995). Con el objetivo de realizar comparaciones entre los grupos genéticos, se realizaron contrastes utilizando este programa.

El modelo incluyó como efectos hijos: hato, grupo genético del animal y materno, grupo contemporáneo y la edad de la vaca al parto como covariable (efecto lineal y cuadrático). Los grupos contemporáneos estuvieron constituidos por sexo (macho ó hembra), época (seca ó lluviosa, considerándose seca de diciembre a marzo y el resto lluviosa) y año de nacimiento (desde 1996 hasta 2008). Los efectos aleatorios fueron: genético aditivo directo y materno, efecto de ambiente permanente de la vaca y error. Para el análisis se consideró como cero el valor de la covarianza entre el efecto genético aditivo directo y materno <sup>14-16</sup>.

En términos matriciales el modelo animal utilizado fue el siguiente:

$$Y = X\beta + Z_1 a + Z_2 m + Z_3 p \text{ con Cov } (Z_1 a Z_1 a, Z_2 m Z_2 m) = 0$$

### Donde:

Y = vector de observaciones para la característica PN

X = matriz de incidencia de los efectos fijos

$\beta$  = vector de efectos fijos

$Z_1Z_1$  = matriz de incidencia del efecto genético aditivo directo de cada animal

a = vector de efectos aleatorios genéticos aditivos directos

$Z_2Z_2$  = matriz de incidencia del efecto genético aditivo materno de cada animal

m = vector de efectos aleatorios genéticos aditivos maternos

$Z_3Z_3$  = matriz de incidencia del efecto de ambiente permanente de la vaca

p = vector de efectos aleatorios de ambiente permanente de la vaca

e = vector de efectos aleatorios residuales

## Resultados

### Parámetros genéticos

La media fenotípica para PN en esta población multirracial fue de  $30.81 \pm 3.96$  kg. Los componentes de varianza y los parámetros genéticos para esta característica se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Componentes de varianza y parámetros genéticos para peso al nacimiento en bovinos de carne cruzados el trópico bajo colombiano**

Componentes de varianza						Parámetros genéticos			
Variable	$\sigma_a^2$	$\sigma_m^2$	$\sigma_{pe}^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_f^2$	$h_a^2$	$h_m^2$	$c^2$	$e^2$
PN	2.60	0.16	0.0005	8.17	10.92	$0.24 \pm 0.027$	$0.01 \pm 0.009$	$0.000047 \pm 0.011$	$0.75 \pm 0.23$

$\sigma_a^2$  = varianza genética aditiva directa;  $\sigma_m^2$  = varianza genética aditiva materna;  $\sigma_{pe}^2$  = varianza de ambiente permanente;  $\sigma_e^2$  = varianza residual;  $\sigma_f^2$  = varianza fenotípica;  $h_a^2$  = heredabilidad directa;  $h_m^2$  = heredabilidad materna;  $c^2$ : contribución del ambiente permanente para la varianza fenotípica;  $e^2$ : fracción del error residual

### Peso al nacimiento de los diferentes grupos genéticos

La tabla 2 muestra los grupos genéticos evaluados, las razas de los padres y el mejor estimador lineal insesgado (BLUE) para cada grupo genético del animal. Se puede observar una amplia diferencia entre los diferentes grupos genéticos, el grupo  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}S \frac{1}{4}C$  presentó el mayor PN y el grupo  $\frac{9}{16}A \frac{7}{16}C$ , el más bajo PN, con una diferencia de 4.64 kg entre ellos.

Al hacer los contrastes de cada uno de los grupos genéticos con el Cebú, se encontró que los grupos  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}S \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}A \frac{1}{4}R \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}B$  y los dos grupos  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$  presentaron un PN superior al del Cebú ( $P < 0.05$ ), mientras que los grupos  $\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{3}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{1}{2}R \frac{1}{2}C$  y  $\frac{9}{16}A \frac{7}{16}C$  mostraron un menor peso ( $P < 0.05$ ) (Tabla 2).

Al cruzar vacas F1 BxC y AxC con toros Cebú y vacas F1 RxC con toro Angus, el PN se incrementó de manera significativa con respecto al Cebú ( $P < 0.05$ ); resultados similares se obtuvieron, al cruzar vacas cebuínas con toros F1 AxC (Tabla 2).

Al realizar el contraste contra el Cebú de los grupos genéticos que presentaban un porcentaje de Angus en su composición genética, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). Igualmente, ocurrió al comparar los grupos genéticos que presentaban Senepol y Romosinuano contra el Cebú.

En los grupos F1 los resultados fueron variables en F1 AxC, HxC y SxC no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), mientras que los grupos BxC y RxC presentaron un menor peso con respecto al Cebú ( $P < 0.05$ ). Al realizar el contraste de todos los grupos F1 contra Cebú, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) a favor del Cebú.

**Tabla 2. Mejor estimador lineal insesgado para cada grupo genético y contrastes con respecto al Cebú**

Grupo Genético	Raza del padre	Raza de la madre	N	BLUE
$\frac{1}{2}A \frac{1}{4}S \frac{1}{4}C$	$\frac{1}{2} S \frac{1}{2} A$	$\frac{1}{2} A \frac{1}{2} C$	38	2,743*
$\frac{1}{2}A \frac{1}{4}R \frac{1}{4}C$	A	$\frac{1}{2}R \frac{1}{2}C$	68	1,401*
$\frac{3}{4}C \frac{1}{4}B$	C	$\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$	90	1,281*
$\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	C	69	1,274*
$\frac{3}{4} C \frac{1}{4} R$	C	$\frac{1}{2} R \frac{1}{2} C$	47	0,795
$\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$	C	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	1995	0,672*
$\frac{7}{8} C \frac{1}{8} A$	C	$\frac{3}{4}C \frac{1}{4} A$	78	0,495
$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	360	0,312
$\frac{5}{8} A \frac{3}{8} C$	A	$\frac{3}{4}C \frac{1}{4}A$	179	0,246
$\frac{5}{8} A \frac{3}{8} C$	$\frac{3}{4}A \frac{1}{4}C$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	454	0,162
$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	A	C	3071	0,154
C	C	C	2961	0,133
$\frac{1}{2}H \frac{1}{2}C$	H	C	819	0,104
$\frac{1}{2}S \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$	S	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	486	0,033
$\frac{1}{2}A \frac{1}{4}B \frac{1}{4}C$	A	$\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$	347	0,008
$\frac{1}{2}S \frac{1}{2}C$	S	C	436	0,000
$\frac{1}{2}R \frac{3}{8}C \frac{1}{8} A$	R	$\frac{3}{4} C \frac{1}{4}A$	61	-0,298
$\frac{3}{4} B \frac{1}{4} C$	B	$\frac{1}{2} B \frac{1}{2} C$	46	-0,376
$\frac{1}{2}S \frac{1}{4}B \frac{1}{4}C$	S	$\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$	84	-0,419
B	B	B	52	-0,428
$\frac{1}{2}A \frac{1}{4}B \frac{1}{4}C$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}B$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	168	-0,488
$\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$	B	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	995	-0,497*
$\frac{1}{2} B \frac{3}{8} C \frac{1}{8} A$	B	$\frac{3}{4} C \frac{1}{4} A$	38	-0,511
$\frac{3}{4}A \frac{1}{4}C$	A	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	329	-0,560*
$\frac{1}{2}B \frac{1}{2}C$	B	C	414	-0,768*
$\frac{1}{2}R \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$	R	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	798	-0,875*
$\frac{1}{2}R \frac{1}{2}C$	R	C	734	-1,008*
$\frac{9}{16} A \frac{7}{16} C$	$\frac{5}{8} A \frac{3}{8} C$	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	39	-1,901*

B= Blanco Orejinegro, R= Romosinuano, A= Angus, S=Senepol, H=Holstein y C=Cebú  
\*Existe diferencia significativa (P<0.05), con respecto al cebú

## Discusión

### Parámetros genéticos

Los PN obtenidos en este trabajo, están dentro del rango (28.8 y 37.7 kg) reportado por diferentes autores para razas puras y

cruzadas<sup>10,17,21</sup> las diferencias se deben a las razas utilizadas y diferencias de manejo de los diferentes sistemas de producción.

Para el PN la heredabilidad directa ( $h^2_a$ ) puede considerarse media (0.24), siendo similar a la reportada en Brasil<sup>17,22</sup> para ganado Nelore

(0.22; 0.23), en Venezuela<sup>10,19</sup> para ganado Brahmán y en cruzado Holstein x Brahmán (0.23; 0.24), y en Colombia para ganado Cebú<sup>23,24</sup> (0.24; 0.30). Valores superiores de heredabilidad directa para PN han sido reportados en ganado Nelore en México<sup>25</sup> (0.59), en Angus en USA<sup>26</sup> (0.62), en Nelore en Brasil<sup>27</sup> (0.59) y en una población multirracial *Bos taurus* en Chile<sup>20</sup> (0.49). Valores inferiores fueron reportados en Colombia por Elzo et al.<sup>23</sup> en ganado Romosinuano (0.16) y por Montes et al.<sup>21</sup>, en ganado Cebú (0.16).

En una revisión sobre los valores reportados en la literatura para cinco parámetros genéticos y tres características de crecimiento de bovinos se encontró, que la media de la heredabilidad directa para peso al nacimiento fue de 0.37 (n=372), lo indica que los efectos directos para peso al nacimiento son moderadamente heredables y que es posible lograr avance genético por medio de selección<sup>28</sup>.

El estimado de la heredabilidad materna (0.01;  $h^2_m$ ), indica un efecto materno mínimo sobre el peso al nacimiento. Un valor similar fue obtenido en ganado Nelore<sup>17</sup> (0.08), en ganado Brahmán<sup>19</sup> (0.07) y en ganado cruzado Holstein x Brahmán<sup>10</sup> (0.04). El valor encontrado es inferior al reportado por García et al.<sup>25</sup> en ganado Nelore (0.17) en México. En Colombia, se han reportado valores superiores de heredabilidad para efectos maternos. Elzo et al.<sup>23</sup> encontraron valores de 0.18 y 0.13 para ganado Romosinuano y Cebú, respectivamente. Así mismo, Elzo, et al.<sup>24</sup> reportaron una  $h^2_m$  de 0.36 en ganado Cebú.

Los valores encontrados de heredabilidad directa y materna, indican que el genotipo del ternero es más importante que el genotipo de la vaca para determinar el crecimiento fetal. Esto coincide con lo reportado por Utrera<sup>28</sup>, donde los efectos genéticos maternos fueron menos heredables (0.14) que los efectos genéticos directos (0.37).

El efecto de ambiente permanente contribuyó solo con el 0.0047% de la varianza fenotípica, muy inferior al 4% reportado por Plasse et al.<sup>19</sup> y al 3% por Plasse et al.<sup>29</sup> para hatos Brahma. La varianza residual representó el 74% de la varianza fenotípica, superior al 64%

reportada por Plasse et al.<sup>19</sup> y Plasse et al.<sup>29</sup> Utrera<sup>28</sup>, encontró una media de 0.06 (de 77 estimadores), para la fracción de la varianza fenotípica debida al ambiente materno permanente; la que indica que el ambiente materno permanente tiene poca influencia sobre el peso al nacimiento, comparado con los efectos genéticos directos y maternos.

## Peso al nacimiento de los diferentes grupos genéticos

Se puede afirmar que cuando la raza del toro es Cebú, Angus, o un cruce entre estas dos, se obtienen mayores pesos al nacimiento, excepto, cuando se cruzan toros 5/8A 3/8C con vacas F1 1/2A 1/2C, cruce que presentó el más bajo PN. El bajo PN de este cruce, se debe posiblemente, a la alta proporción de Angus, raza *Bos taurus* especializada de carne, la cual puede presentar prob Tabla 2. Mejor estimador lineal insesgado para cada grupo genético y contrastes con respecto al Cebú lemas de adaptación a las condiciones de humedad y temperatura, que presenta la región donde se realizó el estudio. Cuando el toro es de las razas BON, Romosinuano ó Senepol, se obtienen bajos pesos al nacimiento. Al analizar la raza de las madres, no se observa una tendencia clara.

Superioridad de mejores animales o mayores pesos encontrada para PN al cruzar vacas BxC y AxC con toros Cebú y vacas F1 RxC con toro Angus, con respecto al Cebú, coincide con la que mencionan diferentes autores. Plasse et al.<sup>18</sup> encontraron una superioridad del 13% del grupo de animales hijos de vacas F1 (1/4 Chianina 3/4 Brahma), respecto al Brahmán. En animales 3/4 Brahma hijos de vacas F1 Charolais, F1 Pardo Suizo, F1 Criollo Limonero y F1 Criollo Llanero, se observó una superioridad promedio con respecto al Brahma del 18%<sup>30,31</sup>.

El mayor PN obtenido al cruzar vacas cebuínas con toros F1 AxC con respecto al Cebú, no coincide con el reportado por Plasse et al.<sup>18</sup>, quienes encontraron que los animales 3/4 Brahma 1/4 Chianina de padres F1 no difieren significativamente de los Brahma.

La no diferencia encontrada entre los grupos genéticos que presentaron un porcentaje de

Angus, Senepol y Romosinuano en su composición genética y el Cebú se debe probablemente, a que existen diferencias según el porcentaje de participación de cada raza. En el caso de Angus, se presentan altos PN cuando ésta representa el 50% en cruces con Cebú, Senepol o Romosinuano, lo mismo, ocurre cuando está en un 25% en cruce con Cebú. Mientras que, cuando representa el 25% en cruces con Cebú y BON o Romosinuano o cuando se cruzan vacas F1 AxC con toros Angus se obtienen bajos PN. En el caso del Romosinuano, cuando está en un 25% en el cruce con Angus y Cebú, presenta alto PN, pero al aumentar su porcentaje a un 50% su PN disminuye de manera significativa. En cuanto al Senepol, se encontró una superioridad con respecto al Cebú al cruzar vacas F1 AxC con toros F1 SxC. Los demás cruces con Senepol, estuvieron por debajo del Cebú, aunque las diferencias no alcanzaron a ser significativas. Situación diferente se observó al comparar los grupos genéticos que presentaban BON en su composición, con respecto al Cebú, que mostró una marcada superioridad. Sólo, cuando el grupo genético presentó 25% BON y 75% Cebú, presentó un alto PN.

Los resultados observados para los grupos F1, no coinciden con los reportados por Plasse et al.<sup>32</sup> y Plasse et al.<sup>33</sup>, quienes encontraron una superioridad del 10% en F1 ChianinaxBrahman y del 4% en F1 AngusxBrahman, con respecto al grupo Brahman. La diferencia entre los grupos F1 y el Cebú, a favor del Cebú, puede ser explicada por los bajos pesos que presentaron los F1 BxC y RxC.

Los animales cruzados presentan un mejor desempeño productivo que la media de ambas razas puras, fenómeno que recibe el nombre de heterosis, ya que cuando los padres son de razas diferentes es más probable que los alelos de un determinado par sean distintos, lo que aumenta las oportunidades del individuo para enfrentar las diferentes circunstancias ambientales<sup>2,34,35</sup>. La heterosis es máxima en la primera generación del cruzamiento (F1), ya que en este caso, todos los individuos reciben para cada locus un gen proveniente de cada raza parental<sup>2</sup>. Para la característica analizada no se encontró superioridad de los animales F1, contrario a lo reportado para otros pesos<sup>2,36,37</sup>. Esto puede deberse a que las madres de estos animales tuvieron una alimentación restrictiva

durante la gestación, lo que impidió que las crías expresaran su potencial genético.

Por otra parte, cuando las hembras F1 SxC se cruzaron con toros Angus, las crías presentaron altos pesos al nacimiento, lo cual puede significar problemas en el momento del parto. Por el contrario, cuando las hembras Cebú se cruzaron con toros de las razas criollas BON y Romosinuano, se obtuvieron pesos bajos, lo que podría implicar mayores tasas de mortalidad predestete.

Según los resultados obtenidos, se considera importante continuar evaluando el PN para cada uno de los cruces. Así mismo, las diferencias entre los distintos grupos genéticos se deben tener en cuenta en los programas de mejora genética. Los terneros muy pesados al nacimiento presentan mayores tasas de mortalidad que los de pesos intermedios, principalmente, por problemas durante el parto. Por otro lado, bajos pesos al nacimiento están asociados a mortalidades superiores a las relacionadas con pesos elevados (considerando los casos de distocia). Por lo tanto, pesos intermedios al nacer (de acuerdo con cada raza) se traducen en una tasa mayor de sobrevivencia<sup>9</sup>.

## Conclusiones

La heredabilidad directa para PN, sugiere que la selección por esta característica es factible en esta población. Con base en los valores encontrados de heredabilidad directa y materna, se puede afirmar que el genotipo del ternero es más importante para determinar el crecimiento fetal.

Además, existen amplias diferencias entre grupos genéticos para la característica analizada, diferencias que deben ser tenidas en cuenta para los programas de mejora genética, con el fin de lograr pesos intermedios al nacimiento, según las razas utilizadas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Empresa Custodiar S. A. por facilitar la base de datos para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. PLASSE, Dieter. Cruzamiento en bovinos de carne en América Latina tropical: que sabemos y que nos falta saber. En: Simposio Nacional de Mejoramiento Animal. (3: junio: Belo Horizonte, Brasil). Brasil: I J Nunes, F E Madalena y M de A e Silva (Eds). Escola de Veterinaria (UFMG), p.165-179.
2. MADALENA, F. Consideraciones sobre modelos para la predicción del desempeño de cruzamientos en bovinos. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. [en línea]. 2001. vol. 9, no. 2, p: 108-117. [citado 23 septiembre 2008]. Disponible en: <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2009-2/Arch%200102108.pdf>
3. ARBOLEDA, ZEM; CERÓN, MMF y COTES, TJM. Heterocigosis individual y materna en poblaciones bovinas multirraciales de diferentes sistemas para producción de carne en el trópico bajo colombiano. Livestock Research for Rural Development. [en línea]. 2008. vol. 20, no. 12. [citado 10 enero 2009]. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/public-lrrd/proofs/lrrd2012/arbl20190.htm>
4. VERGARA, OD, *et al.* Weaning weight and post-weaning gain genetic parameters and genetic trends in a Blanco Orejinegro–Rimosinuano–Angus–Zebu multibreed cattle population in Colombia. En: Livestock Science. September, 2009. vol. 124, no. 1-3, p. 156-162.
5. ARANGUREN-MENDEZ, José Atilio. y YAÑEZ Cuéllar, LUIS FABIÁN. Planifique los cruzamientos. En: GONZÁLEZ SATGNARO, Carlos y SOTO BELLOSO, Eleazar. Manual de ganadería doble pro-pósito. Maracaibo-Venezuela: Funda-ción GORARZ, 2005. p. 119-124.
6. BELLOWS, RAP, *et al.* Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. Journal Animal Science. [en línea]. 1971. vol. 33, no 2, p. 407-415. [citado 20 septiembre 2008]. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/re-print/33/2/407>
7. BELLOWS, *et al.* Factors affecting dystocia in brahman-cross heifers in subtropical southeastern United States. Journal Animal Science. [en línea]. 1996. vol. 74, no.7, p. 1451-1456. [citado 10 enero 2009]. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/54340000/Publications/jul1451.pdf>
8. MAGOFKE, JC. Caracterización de algunas razas bovinas de carne. I. sobrevivencia y pesos vivos nacimientos-destete. En: Avances en Produccion Animal. 1991. vol. 16, no 1-2, p. 3-20.
9. SCHMIDEK, A. Habilidade materna e aspectos relacionados à sobrevivência de bezerros: valores ótimos nem sempre são valores extremos. En: ABCZ Uberaba. Julio-Agosto, 2004. no. 21, p. 72-75.
10. ARANGUREN MENDEZ, José M., *et al.* Componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en animales mestizos de doble propósito. En: Revista Científica, 2006. vol.16, no 1, p.55-61.
11. RODRÍGUEZ, AFA, VAN VLECK, LD, GREGORY, KE. Estimation of direct and maternal breed effects for prediction of expected progeny differences for birth and weaning weights in three multibreed populations. Journal of Animal Science. [en línea]. 1997. vol. 75, no. 5, p.1203-1212. [citado 30 marzo 2009]. Disponible en: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1275&context=animalscifacpub>
12. HOLDRIDGE, Leslie Renselaer. Ecología basada en zonas de vida. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1996. 261 p.
13. BOLDMAN, KG., *et al.* Manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances Nebraska- Lincoln: Department of Agriculture, Agriculture Research Service, 1995; 120 p.
14. MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. En: Livestock Production Science. June, 1992. vol. 31, no. 3-4, p. 179-204.
15. MEYER; CARRICK, MJ. And DONNELLY, BJP. Genetic parameters for growth traits of Australian beef cattle from a multibreed selection experiment. En: Journal Animal Science. 1993. vol. 71, no 10, p.2614-2622.
16. CABRERA, ME, *et al.* Efecto de la incorporación de la covarianza genética directa-materna en el análisis de características de crecimiento en la raza Nelore. Livestock Research for Rural Development. [en línea]. 2001. vol. 13, no. 3. [citado 30 marzo 2009]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd13/3/cabr133.htm>
17. ELER, JP, *et al.* Estimation of variants due to direct and maternal effects for growth traits in nelore cattle. Journal of animal Science. [en línea]. 1995. vol. 73, no. 11, p. 3253-3258. [citado 30 marzo 2009]. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/73/11/3253>

18. PLASSE, Dieter, et al. Producción de vacas F<sub>1</sub> Bos taurus x Brahman apareadas con toros Brahman y de vacas Brahman con toros F<sub>1</sub> Bos taurus x Brahman versus Brahman. 1. pesos al nacer, destete, 18 meses y peso final. *Livestock Research for Rural Development*. [en línea]. 2000. vol. 12, no. 4. [citado 20 febrero 2009]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd12/4/plas124a.htm>
19. PLASSE, et al. (Co) variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a Brahman herd kept on floodable savanna. *Genetics and Molecular Research*. [en línea]. 2002. vol. 1, no. 4, p. 282-297. [citado 30 marzo 2009]. Disponible en: <http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2002/vol4-1/pdf/gmr0044.pdf>
20. CIENFUEGOS, REG; DE ORUE, RMAR and BRIONES, LM. Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (Bos taurus) y sus cruzas, VIII Región, Chile. En: *Archivos. Médicos Veterinarios*. 2006. vol. 38, no. 1, p.69-75.
21. MONTES V, Donicer., et al. Estimación de los parámetros genéticos para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza brahmán. *Revista MVZ Córdoba*. [en línea]. 2008. vol. 13, no. 1, p.1184-1191. [citado 20 febrero 2009]. Disponible en: <http://apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-131/V13N1A8.pdf>
22. HOLANDA, MCR., et al Tendências genéticas para crescimento em bovinos nelore em pernambuco, Brasil. *Archivos de Zootecnia*. [en línea]. 2004. vol. 53, no. 202, p. 185-194. [citado 20 febrero 2009]. Disponible en: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/articulos/2004/202/pdf/07Holanda.pdf>
23. ELZO, MA, et al. Additive and nonadditive genetic variability for growth traits in the Turipaná Romosinuano-Zebu multibreed herd. *Journal of Animal Science*. [en línea]. 1998. vol.76, no. 6, p.1539-1549. [citado 16 marzo 2009]. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/76/6/1539>
24. ELZO, et al. Variabilidad y predicciones genéticas aditivas, no aditivas y totales para la producción de ganado de carne en el rebaño multirraciales sanmartinero-cebú de la libertad. *Revista Corpoica*. [en línea]. Julio, 2001. vol. 3, no. 2, p.51-64. [citado 16 marzo 2009]. Disponible en: [http://www.corpoica.gov.co/SitioWeb/Archivos/Revista/7\\_Variabilidadyprediccionesge.PDF](http://www.corpoica.gov.co/SitioWeb/Archivos/Revista/7_Variabilidadyprediccionesge.PDF)
25. GARCÍA ESQUIVEL, FJ, et al. Estimación de parámetros genéticos de variables de crecimiento predestete en ganado nelore de registro en México. *Revista BIOTAM*. [en línea]. 2005. [citado 20 febrero 2009] disponible en: <http://agronomiayciencias.uat.edu.mx>
26. NÚÑEZ DOMINGUEZ, DR, et al. Correlations for genetic expression for growth of calves of hereford and angus dams using a multivariate animal model. *Journal of Animal Science*. [en línea]. Septiembre, 1993. vol. 71, no. 9, p. 2330-2340. [citado 10 enero 2009]. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/71/9/2330>
27. ARAUJO MARTINS, Gabrimar, et al. Influência de fatores genéticos e de meio sobre o crescimento de bovinos de raça nelore no estado do Maranhão. *Revista Brasileira de Zootecnia*. [en línea]. January-Frebruary, 2000. vol. 29, no. 1, p. 103-107. [citado 16 marzo 2009]. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n1/5737.pdf>
28. RIOS UTRERA, Angel. Estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento predestete de bovinos. *Revisión. Revista Técnica Pecuaria en México*. [en línea]. 2008. vol. 46, no. 1, p.37-67. [citado 16 marzo 2009]. Disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200801145077.pdf>
29. PLASSE, Dieter, et al. (Co)variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a pedigree brahman herd under selection for three decades. En: *Journal of Animal Breeding and Genetics*. June, 2002. vol. 119, no. 3, p. 141-153.
30. OCANTO, D, et al. Peso al destete y ganancia diaria de doce grupos raciales de bovinos de carne en el Llano Venezolano. En: *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias*. 1981. vol. 16, p. 142-143.
31. PLASSE, Dieter, et al. Peso a 18 meses de doce grupos raciales de bovinos de carne en el Llano Venezolano. En: *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias*. 1981. vol. 16, 143 p.
32. PLASSE, et al. Growth of F<sub>1</sub> Bos taurus x Bos indicus versus Bos indicus beef cattle in Venezuela. I. Weights at birth, weaning and 18 months. En: *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1995. vol. 112, p. 117-132.
33. PLASSE, et al. Growth of F<sub>1</sub> Bos taurus x Bos indicus versus Bos indicus beef cattle in Venezuela. II. Initial, final, and carcass weight of bulls, and breeding weight of heifers. En: *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1995. vol. 112, p. 133-145.
34. CUNNINGHAM, EP. and CONOLLY, J. Efficient design of crossbreeding experiments. En:

- Theoretical and Applied Genetics. September, 1989. vol. 78, no. 3, p 381-386.
35. PIEPHO, H. Permutation tests for the correlation among genetic distances and measures of heterosis. En: Theoretical and Applied Genetics. June, 2005. vol. 111, no. 1, p. 95-99.
  36. LÓPEZ, Jenny. y VACCARO, Lucía. Comportamiento productivo de cruces Holstein Friesian-cebú comparados con Pardo Suizo-cebú en sistemas de doble propósito en tres zonas de Venezuela. Zootecnia Tropical. [en línea]. Agosto, 2002. vol. 20, no 3, p. 397-414. [citado 10 enero 2009]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692002000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692002000300009&script=sci_arttext)
  37. PLASSE, Dieter. El uso del ganado criollo en programas de cruzamiento para la producción de carne en América Latina. Documentos FAO. [en línea]. 2003. 16p. [citado 10 enero 2009]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/ah223s/AH223S08.htm#ch4.7>