

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

Gustavo Alfonso Ossa<sup>1</sup>, Marco Antonio Suárez<sup>2</sup> y Juan Esteban Pérez<sup>3</sup>

## ABSTRACT

**Environmental and genetic effects on birth, weaning and yearling weights in native Romosinuano calves**

Using the general linear models (PROC GLM) of the statistical package SAS® data of weights at birth, weaning and 16<sup>th</sup> months of 1,877 native Colombian Romosinuano breed calves born at the Turipaná Research Station of CORPOICA located at Cereté (Córdoba, Colombia) during the years 1980 to 2001 were analyzed. The average weights at birth, weaning and 16 months were 30.65 ± 3.79 kg, 182.77 ± 29.35 kg and 247.18 ± 33.81 kg, respectively. The year at birth and calf gender were significant sources of variation ( $P < 0.01$ ) over the three weighing times, while calving number affected only the birth and weaning weights ( $P < 0.01$ ); birth month affected ( $P < 0.01$ ) the weaning and 16 month weight. Estimations of genetic parameters were obtained using components of variance and covariance from the program MTDFREML using an animal model. The heritability estimates ( $h^2$ ) of direct effects for the three weights were 0.17 ± 0.06, 0.14 ± 0.05 and 0.13 ± 0.05, respectively. The  $h^2$  estimated for maternal effect on birth and weaning weights was 0.087 ± 0.03 and 0.12 ± 0.03, respectively. Genetic, phenotypic and environmental correlations between birth, weaning and yearling weights were low overall; whereas those between weaning and yearling weights were high and positive.

**Key words:** Romosinuano, native cattle, genetic parameters, pre-weaning gain, growth, heritability.

Recibido: septiembre 8 de 2007  
Aceptado: diciembre 7 de 2007

1. Investigador Ph.D. principal, Grupo de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología Animal (categoría A de COLCIENCIAS), Centro de Investigación Turipaná (Cereté, Córdoba). CORPOICA. e-mail: gossa@corpoica.org.co
2. Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana (Cuba).
3. Investigador especialista asistente, Programa de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal, Centro de Investigación Turipaná (Cereté, Córdoba). CORPOICA. e-mail: jeperez@corpoica.org.co

## Efectos del medio y la herencia sobre los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad en terneros de la raza criolla Romosinuano

## RESUMEN

Mediante el procedimiento general de modelos lineales (PROC GLM) del paquete estadístico SAS®, fueron analizados 1.877 registros de pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad de terneros de la raza criolla colombiana Romosinuano nacidos en el Centro de Investigación Turipaná de CORPOICA en Cereté (Córdoba) entre los años 1980 y 2001. Los pesos promedio al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad fueron en su orden de 30,65 ± 3,79 kg; 182,77 ± 29,35 kg y 247,18 ± 33,81 kg. Los efectos del año de nacimiento y el sexo del ternero fueron significativos ( $P < 0,01$ ) para los tres momentos de pesaje. Por su parte, el efecto del número de partos de la vaca fue significativo ( $P < 0,01$ ) sólo para los pesos al nacimiento y al destete; el mes de nacimiento afectó ( $P < 0,01$ ) los pesos al destete y a los 16 meses de edad. Las estimaciones de los parámetros genéticos se obtuvieron a través de los componentes de varianza y covarianza del programa MTDFREML mediante un modelo animal. Las heredabilidades directas ( $h^2$ ) estimadas para los tres momentos de pesaje fueron de 0,17 ± 0,06 (nacimiento), 0,14 ± 0,05 (destete) y 0,13 ± 0,05 (16 meses). Las  $h^2$  estimadas para el efecto materno sobre los pesos al nacimiento y al destete fueron de 0,087 ± 0,03 y 0,12 ± 0,03, respectivamente. Las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales entre los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses fueron bajas en términos generales; no obstante, entre el peso al destete y a los 16 meses, fueron altas y positivas.

**Palabras clave:** Romosinuano, bovinos criollos, parámetros genéticos, crecimiento, ganancia predestete, heredabilidad.

## INTRODUCCIÓN

EL CRECIMIENTO DE LOS ANIMALES está representado por el incremento de su peso en las fases de desarrollo de su vida. El crecimiento predestete (desde el nacimiento hasta el destete) es uno de los caracteres importantes en la selección de bovinos de carne, pues es una medida para evaluar la habilidad materna; además, es de gran importancia económica ya que generalmente el ternero alcanza el destete alrededor de los ocho meses de edad con aproximadamente el 42% de su peso adulto.

El peso al nacimiento es una señal de la capacidad de la vaca de parir terneros de cierto tamaño sin problemas de partos distócicos, así como también del manejo alimenticio dado a la vaca en el último tercio de la gestación, período en el cual las hembras demandan mayor cantidad de nutrientes que conducen a un buen desarrollo del ternero. La mayoría de los investigadores estudiosos de las razas criollas colombianas sostienen que esta es una de las características favorables de dichas razas, las cuales producen crías de

bajo peso al nacimiento, inferiores a 30 kg (Hernández, 1981; Martínez y Hernández, 1983; Delgado (1970) citado por Martínez, Frahman y Buchanan, 1994; Pinzón (1979) citado por Vargas, 1999; Martínez, 1999; Ossa, 1999 y Martínez y González, 2000) para las razas Romosinuano, BON, Chino Santandereano, Casanareño, Costeño con Cuernos y Sanmartinero. Las razas criollas que presentan mayores pesos al nacimiento, entre 31 a 39 kg, son Hartón del Valle, (Álvarez, 1999) y Lucerna (Durán y Manrique, 1999).

En la mayoría de los países tropicales el ganado más abundante es el Cebú debido a su adaptación a esas condiciones. Las razas cebuínas por lo general presentan mayor peso al nacimiento que las razas criollas; así, con respecto a la raza Nelore en Brasil, varios trabajos reportan pesos mayores de 32 kg al nacimiento, entre ellos Martins *et al.* (2000) y Marcondes *et al.* (2000). En el mismo país Ribeiro *et al.* (2001) reportan un promedio al nacimiento para la raza sintética Santa Gertrudis de 35 kg. En Colombia Manrique (2003), en una evaluación genética de la raza Brahman, encontró un peso promedio al

nacimiento de 35 kg en los machos y 30 kg en las hembras.

El peso al destete es un indicador de la producción de leche de la vaca, de su habilidad en criar terneros y, en menor escala, de las diferencias en las capacidades de desarrollo de los terneros (Ossa, 2003).

En los estudios de las razas criollas en Colombia se registran pesos similares a los 8 meses y al destete, con rangos entre 140 y 170 kg (Hernández, 1981; Martínez, Frahman y Buchanan, 1994; Ossa, 1999; Salamanca, 1999 y Martínez y González, 2000). Las razas cebuínas presentan una amplia variación del peso al destete, entre 190,81 y 134,99 kg en las razas Nelore y Guzerá, según Martins *et al.* (2000); Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001); Ribeiro *et al.* (2001) y McManus, Saueressig y Falcao (2002), respectivamente. Con relación al peso al destete a los ocho meses de edad las razas criollas presentan pesos cercanos a los 200 kg, semejantes a las razas cebuínas; sin embargo, aquellas presentan menores pesos a los 16 meses de edad con relación a las razas cebuínas.

El peso pos-destete de los terneros es el reflejo del potencial individual del animal para crecer sin la cooperación de la madre. Los estudios de los pesos a los 16 meses de edad en las razas criollas muestran mayor variación, con rangos entre 205 y 240 kg (Hernández, 1981; Martínez, 1992; Martínez, Frahman y Buchanan, 1994; Ossa, 1999 y Salamanca, 1999).

En la raza Santa Gertrudis en Brasil, Ribeiro *et al.* (2001) encontraron pesos de 387,76 kg a los 550 días de edad, mientras que Garner *et al.* (2001) en la raza Nelore y Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001) en la raza Guzerá reportan a dicha edad, pesos de 309 y 252,32 kg, respectivamente.

Los datos citados para las razas criollas sirven como base para determinar su potencial productivo y, además, sirven de criterios para implementar planes y/o programas de mejoramiento, en el sentido de conseguir un progreso genético más rápido y efectivo. Así, el objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos del medio y genéticos que afectan los pesos al nacimiento, al destete ya los 16 meses de edad de terneros Romosinuano.

### Factores que determinan los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses

*Año de nacimiento.* Las variaciones observadas en los pesos de año a año reflejan las oscilaciones en la disponibilidad y calidad de los forrajes que dependen de las condiciones climáticas, el manejo aplicado al hato en el tiempo y las alteraciones en la medida de 'valor genético' del hato provenientes de la selección. Hernández (1970), estudiando la raza Romosinuano, observó efecto significativo del año en el período 1959 a 1963, más no lo encontró para el año entre el período de 1964 a 1967. Martínez (1987), al estudiar la raza Blanco Orejinegro (BON), observó que el año de nacimiento influyó sobre el peso al nacimiento. Así mismo, Mascioli, De Paz y El Faro (1997) constataron el efecto significativo del año sobre el peso al nacimiento en la raza Canchim. Lo mismo encontraron (Martins *et al.*, 2000 y McManus, Saueressig y Falcao, 2002) en la raza Nelore.

Los efectos provenientes del año de nacimiento sobre el peso al destete en razas criollas latinoamericanas han sido constatados por varios autores (Hernández, 1976; Acevedo y Londoño, 1985; Tewolde, 1988; Arbeláez y García, 1995) quienes encontraron efectos altamente significativos en la raza Romosinuano, al igual que Martínez *et al.* (1989) y Simioni *et al.* (1989) en las razas BON y Caracú, respectivamente.

Con respecto a la raza Canchim, Mascioli, De Paz y El Faro (1997) encontraron efecto significativo del año sobre el peso al destete. Por su parte, para la raza Nelore, Martins *et al.* (2000), Ribeiro *et al.* (2001) y McManus, Saueressig y Falcao (2002) han observado efecto significativo del año sobre el peso al destete.

Entre los autores que observan la influencia del año con respecto al peso pos-destete en la raza Romosinuano, se encuentran Hernández (1970 y 1976) a los 18 meses de edad y Castaño y Uribe (1995) a los 16 meses de edad.

*Mes o época de nacimiento.* El mes o época de nacimiento se relacionan estrechamente con las variaciones climáticas y la disponibilidad de alimentos. Estas condiciones influyen sobre el crecimiento de los animales, en especial aquellos criados a

régimen de pasto. En general, en las zonas ecuatoriales y en Colombia en particular, existe un contraste entre la época de verano e invierno ya que en la primera hay disminución de las lluvias, disminución en la oferta de forraje y su calidad mientras que en el invierno la oferta de forraje y la calidad de los pastos aumentan.

Los efectos del mes de nacimiento o época del nacimiento sobre el peso al nacimiento han merecido la atención de muchos investigadores, que han observando influencias estadísticamente significativas. Martins *et al.* (2000) observó efecto significativo del mes sobre el peso al nacimiento en la raza Nelore, lo mismo que McManus, Saueressig y Falcao (2002) quienes corroboraron dichos efectos en la misma raza.

Entre los autores que observaron influencia significativa del efecto del mes o época de nacimiento sobre el peso al destete se destacan: Reyes (1976) que anota que machos y hembras Romosinuano nacidos en verano son 5,84 kg más pesados que los nacidos en invierno. Así mismo, Simioni *et al.* (1989), en un trabajo realizado con ganado Caracú, raza nativa del Brasil; en la raza BON Martínez *et al.* (1989) encontraron un efecto significativo de los terneros nacidos al comienzo de la época de nacimientos en comparación con los nacidos al final de la época de partos y la diferencia fue de 5,31 kg; Arbeláez y García (1995) encontraron efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) de la época de nacimiento sobre el peso al destete; los mejores pesos fueron para los terneros nacidos en la época de invierno (de abril a noviembre).

También en la raza Nelore (Mascioli *et al.*, 1997 y McManus, Saueressig y Falcao, 2002) se hallaron efecto significativo de la época sobre el peso al destete de los terneros; este mismo efecto fue encontrado por Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001) en la raza Guzerá.

El efecto de la época de nacimiento sobre el peso post destete ha sido observado por varios investigadores en razas criollas a nivel del país, entre ello Hernández (1970) y Arboleda (1977) a los 18 meses en las razas Romosinuano y BON, lo mismo que Castaño y Uribe (1995) en la raza Romosinuano a los 16 meses de edad.

*Edad de la vaca al parto.* La edad de la vaca, medida en años o en orden de cría, es una de las fuentes de variación del peso del ternero al nacimiento; se sabe que las novillas de primera cría y las vacas muy viejas normalmente producen terneros livianos. Hernández (1970) encontró efecto estadísticamente significativo de la edad de las vacas sobre el peso al nacimiento en la raza Romosinuano, analizando los datos del C.I. Turipaná. Así mismo, Martínez *et al.* (1989) encontraron efecto estadísticamente significativo del peso al nacimiento entre hijos de vacas en edades diferentes en la raza Blanco Orejinegro (BON). Mascioli *et al.* (1997) en la raza Canchim, observó que el peso al nacimiento era mayor a medida que aumenta la edad de la vaca y pasa por un máximo para las madres de 10,5 años de edad. Martins *et al.* (2000) encontraron en la raza Nelore efecto estadísticamente significativo de la edad de las vacas sobre el peso al nacimiento de los terneros. Las comparaciones son hechas entre vacas de diferente número de partos y/o edades con base intra-año, o entre edades y/o número de partos de la misma vaca en años diversos. En el primer caso, el efecto de la edad o el número de partos es afectado por la diferencia entre vacas y, en el segundo caso, por la diferencia entre años. Todas estas variaciones también están asociadas con las modificaciones morfofisiológicas sufridas por las vacas en el transcurso de la edad o el número de partos.

Varios autores han observado diferencias estadísticamente significativas de la edad o el número de partos con relación al peso al destete, entre ellos Hernández (1970), Hernández (1976), Martínez *et al.* (1989), Simioni *et al.* (1989), Mascioli *et al.* (1997) y Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001).

*Sexo de la cría.* El género del ternero se considera un factor importante como fuente de variación en los pesos a diferentes edades debido a la capacidad genética de los machos a presentar mayores índices de crecimiento pre y pos-natal, posiblemente debido a factores hormonales según Ledic *et al.* (1985) citados por Martins *et al.* (2000); en efecto, la acción precoz de la hormona testosterona en los machos determina una tasa metabólica acentuada en el efecto durante el período de gestación y de allí en adelante (Széchy, Benevides Filho y Souza *et al.*, 1995).

Con respecto al peso al nacimiento, los investigadores muestran una cierta uniformidad, siendo que los machos presentan pesos superiores que las hembras. Martínez *et al.* (1989) encontraron que los machos pesaron al nacimiento 1,5 kg más que las hembras en la raza BON. Teodoro *et al.* (1979) en la raza Caracú encontraron que los machos superaron a las hembras en 1,4 kg, resultando esta diferencia estadísticamente significativa. Con respecto al peso al destete, Hernández (1976), Acevedo y Londoño (1985), Tewolde (1988) y Arbeláez y García (1995) encontraron efectos significativos del sexo sobre el peso al destete. El efecto del sexo fue altamente significativo sobre los pesos a los 16 meses y 18 meses en terneros Romosinuano según Hernández (1970) y Hernández (1976) y Castaño y Uribe (1995).

*Heredabilidad de los pesos al nacimiento, al destete y los 16 meses de edad.* La importancia de estimar la heredabilidad de los caracteres de importancia económica radica en que su magnitud define el método de selección más apropiado y constituye uno de los factores de la respuesta a la selección; por tal motivo su cálculo debe ser lo más preciso posible.

Con relación al peso al nacimiento y al destete los estimados de heredabilidad han merecido la atención de muchos investigadores, en las más variadas razas y países; entre ellos se destacan Martínez, González y Huertas (1996); Ossa, Manrique y Acosta (1996b); Mascioli, Alencar y Barbosa (1996); Mascioli, De Paz y El Faro (1997); Mercadante y Lobo (1997); Elzo *et al.* (1998); Elzo *et al.* (1999); Cañón, Alonso y Villa (2000); Rizo *et al.* (2000); Joshi, Singh y Gandhi (2001) y Manrique (2003). Estos estimados de las heredabilidades para el peso al nacimiento muestran una amplia variación, entre 0,08 para la raza Sanmartinero en Colombia hasta 0,51 en la raza Asturiana de los Valles en España, lo cual indica que este valor no puede ser el mismo para diferentes poblaciones.

Los valores de heredabilidad reportados en la literatura para el peso pos-destete de los terneros también presentan una amplia variabilidad porque, aunque todas se refieren al peso pos-destete, los pesos fueron obtenidos a diferentes edades y bajo diferentes esquemas de manejo.

## Heredabilidad para efectos directos y maternos

En los bovinos de carne los caracteres de crecimiento se ven afectados primordialmente por el genotipo del animal (efecto directo), el medio ambiente pre y pos-natal ofrecido por la madre (efecto materno) y determinado por los genes para habilidad materna, además de los factores ambientales.

Antes del destete, el ambiente prenatal, la producción de leche y la habilidad de la madre para cuidar su cría constituyen una porción importante del ambiente del animal lactante. Por lo tanto, la expresión de la habilidad materna en el desarrollo del ternero se confunde con la expresión de los genes para el crecimiento recibidos de los padres según Mercadante y Lobo (1997); Marques *et al.* (2000) y Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001).

El conocimiento de la influencia materna sobre los pesos pre y pos-destete, y la correlación entre los efectos genéticos directo y materno, es fundamental para calcular una heredabilidad no subestimada en la labor de construcción de índices de selección, en la definición de los métodos de selección y en la obtención de progresos genéticos adecuados, ya que existen evidencias de antagonismos entre los efectos directo y materno (Reyes *et al.*, 1995).

El 'modelo animal' constituye una metodología adecuada para estimar los efectos maternos, pues facilita obtener los componentes de varianza del propio individuo y los componentes debidos al efecto materno por medio de la utilización de informaciones de los parientes del animal (Boldman *et al.* 1995).

En algunas razas cebuínas y sus cruces los estimados de los parámetros genéticos para los efectos directos y maternos evidencian en su gran mayoría notable influencia materna en los caracteres hasta el destete, así como antagonismo genético del efecto materno y del genético aditivo directo; si no se tiene en cuenta el primero, se puede sobreestimar el valor genético de los animales, lo que resulta en una menor ganancia genética (Mercadante y Lobo, 1997; Euclides Filho *et al.* (1999); Ribeiro *et al.*, 2000 y Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001).

Algunos trabajos indican que los efectos directos y los maternos son independientes y, en tal sentido, no deben ser incluidos en los modelos de evaluación genética, tal como lo señalan Cañón, Alonso y Villa (2000); Marcondes *et al.* (2000); Marques *et al.* (2000); Guerra *et al.* (2001); Pereira, Sterman y Dias (2001) y Ribeiro *et al.* (2001).

En ganado Hereford, Dodenhoff *et al.* (1998) estimaron las heredabilidades considerando el efecto directo y materno y encontraron que dichos valores eran iguales a 0,18 para el peso al destete. Los mismos autores, al estimar las heredabilidades para el peso al destete a través del efecto directo y materno en nueve razas parentales y tres cruzadas, encontraron que, excepto para las razas Charolais y Hereford, los estimados de heredabilidad directa y materna fueron similares en las poblaciones variando de 0,22 a 0,34 (Dodenhoff, Van Vleck y Wilson, 1999b). Especialmente en las poblaciones de Charolais y Simmental los valores de las heredabilidades maternas fueron menores que las heredabilidades directas; más pequeñas aún fueron las heredabilidades maternas en las razas cruzadas.

En la comparación de seis modelos para la estimación de la heredabilidad según los efectos genéticos y maternos para el peso al destete en el ganado Angus, Dodenhoff, Van Vleck y Gregory, (1999a), encontraron que la heredabilidad para los efectos genéticos directos fueron mayores que los maternos.

En las razas criollas colombianas Romosinuano, Sanmartinero y sus cruces con Cebú, Elzo *et al.* (1998 y 1999) hallaron bajos estimativos de heredabilidad para el peso al destete debido al efecto materno en relación con los efectos directos.

En el estado del Táchira (Venezuela) Cárdenas *et al.* (2001), encontraron valores de heredabilidad, considerando el efecto directo y materno para el peso al destete, de 0,08 y 0,12 respectivamente en la raza Brahman. En la raza Pardo Suizo de carne en Brasil, Ferraz *et al.* (2001), estimaron las heredabilidades respecto al efecto directo y el materno para el peso al destete en 0,09 y 0,03, respectivamente. En la evaluación genética de las razas vacunas de carne de Cuba, Guerra *et al.* (2001) hallaron valores

de la heredabilidad para el efecto directo menores, en relación con la heredabilidad para el efecto materno, para el peso al destete. Finalmente, en la raza Guzerá (Mucari y De Oliveira, 2001) reportaron heredabilidades de 0,13 y 0,04 para los efectos directo y materno respecto del peso al destete, respectivamente.

Los reportes de heredabilidad del peso pos-destete varían en un rango amplio por cuanto éstas son obtenidas en épocas diferentes, para animales de distintas razas y con condiciones diversas de crianza. No obstante, la gran mayoría de valores se concentran en el rango entre 0,2 y 0,6 (Hernández, 1976; Acosta, Manrique y Ossa, 1996; Mascioli, De Paz y El Faro, 1997; Ossa y Manrique, 1998; Manrique *et al.*, 1999; Martins *et al.*, 2000; Marques *et al.*, 2000; Ribeiro *et al.*, 2001; Garnero *et al.*, 2001; Pimenta Filho, Martins y Sarmiento, 2001; Ferraz Filho *et al.* (2001); Paneto *et al.*, 2002 y Manrique, 2003.

#### Correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales

El coeficiente de correlación genética es de gran importancia en el proceso de selección, pues ofrece una medida de la proporción en que los genes causan variaciones simultáneamente a dos caracteres diferentes. La correlación observada en una población, denominada 'correlación fenotípica', informa sobre la magnitud de sus componentes genéticos y de ambiente.

Al estudiar las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales en el ganado Romosinuano (Hernández, 1976 y Ossa, Manrique y Acosta, 1996a) han encontrado correlaciones altas y positivas entre los pesos al nacimiento, al destete y pos-destete. Las correlaciones fenotípicas y ambientales entre el peso al nacimiento y al destete en la raza Sanmartinero, según Elzo *et al.* (1999) fueron 0,43 y 0,64, respectivamente.

Mascioli, Alencar y Barbosa (1996) estimaron las correlaciones entre el peso al nacimiento y al destete en la raza Canchim, encontrando valores de 0,27, 0,51 y 0,11 para las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales, respectivamente. Entre peso al nacimiento y el peso a los 550 días de edad reportaron correlaciones de 0,28, 0,18 y 0,26; y entre el peso al destete y peso a los 550 días reportaron 0,58,

0,77 y 0,34. En otro trabajo con la misma raza Mascioli De Paz y El Faro (1997) informaron de correlaciones entre peso al nacimiento y al destete de 0,36, 0,60 y 0,09 para las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales, respectivamente.

Al analizar los caracteres de crecimiento en la raza Simmental, Marques *et al.* (2000) encontraron que las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales entre el peso al destete y el peso a los 550 días fueron altas y positivas, pero con relación al peso al nacimiento fueron moderadas.

En la raza Nelore, Martins *et al.* (2000) encontraron correlaciones fenotípicas (0,83), genéticas (0,33) y ambientales (-0,31) entre el peso al nacimiento y al destete ajustado a los 205 días; mientras que Ossa *et al.* (2002) en dos hatos de la Orinoquia colombiana reportaron valores para estas correlaciones que fueron: 0,28 y 0,00; 0,2 y -0,05; 0,04 y -0,05, para las dos poblaciones.

En los sistemas de producción de carne bovina es de gran importancia estimar la correlación genética entre los efectos directo y materno, para los caracteres del peso en la etapa del predestete, ya que determina la manera de seleccionar los machos y las hembras. Así por ejemplo, si la correlación entre el efecto directo y materno es alta para dichos caracteres, indica que al seleccionar hembras y machos para un carácter en particular va a existir progreso genético; si la correlación es negativa para la selección de hembras y machos se debe establecer un índice de selección; en cambio, si no existe correlación, los machos se seleccionan por el desempeño de sus progenies y las hembras de acuerdo al peso de sus crías. Silva *et al.* (2000) en la raza Nelore, encontraron una correlación genética nula entre el efecto directo y materno para el peso al nacimiento y al destete de -0,18 y 0,02, respectivamente. Ferraz Filho *et al.* (2001) en la raza Tabapua, encontraron una correlación genética de -0,42 para el efecto directo y materno respecto del peso al destete.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos del presente estudio provinieron de los libros de campo y control zootécnico y se refieren a 1.877 pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de

edad de terneros del hatu Romosinuano del Centro de Investigación Turipaná de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) entre los años 1980 al 2001.

El Centro de Investigación Turipaná posee una topografía plana y se halla situado a 13 km en la vía Montería – Cereté, con una altitud media de 20 m, situándose a 8° y 49' de latitud norte y entre 76° 27' y 75 ° 35' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, en el departamento de Córdoba (Colombia). La media mensual de temperatura es de 28°C y la humedad relativa del aire está entre 79 y 84%. La precipitación media anual es 1.120 mm. Los pastos predominantes en el Centro son el Angletón (*Dichanthum aristatum*) y el Tanzania (*Panicum* sp.).

Debido al rigor del verano, entre los meses de enero y abril de cada año (época seca), hay necesidad de realizar una suplementación a base de ensilaje de maíz (*Zea mays*) en esta época del año.

#### Colección y ajuste de los datos

Los terneros fueron pesados durante las primeras 24 horas después del nacimiento y el peso al destete fue tomado alrededor de los ocho meses de edad; luego se pesaron los animales a los 16 meses de edad. Todos los datos fueron tabulados en MS-Excel®. Los datos de los pesos a los 8 y 16 meses de edad fueron ajustados a 240 y 480 días, de acuerdo con las siguientes fórmulas, las cuales asumen que a dichas edades el aumento de peso de los animales es lineal:

$$\text{Peso ajustado a los 240 días} = [(PD - PN) / ED] \times 240 + PN$$

donde,

PD : peso al destete

PN : peso al nacimiento

ED : edad en días entre el nacimiento y el destete.

$$\text{Peso ajustado a los 480 días} = [(P16M - PD) / NEP] \times 240 + PAD$$

donde,

P16M : peso a los 16 meses de edad

PD : peso al destete

NEP : días transcurridos entre los dos pesajes

PAD : peso ajustado a los 240 días.

El número de partos se agrupó en cuatro clases: clase 1: vacas de primer parto, clase 2: vacas de segundo parto, clase 3: vacas de tercer parto y clase 4: vacas de 4 y más partos. Se utilizó el número del parto como fuente de variación por estar dicho valor disponible a diferencia de la edad al parto respecto de la cual no existían registros para todos los animales.

Las medias y desviaciones estándar de los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad fueron calculadas de manera que se pudieran eliminar los datos anormales; así, se descartaron aquellos registros con datos superiores a tres desviaciones estándar con relación a la media calculada.

Los datos fueron analizados por el método de los cuadrados mínimos, a través del procedimiento PROC GLM contenido en el Statistical Analysis System® (SAS, 1995). El modelo matemático para el análisis de los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad de los terneros, incluyó los efectos fijos de año y mes de nacimiento y/o del parto, el número de partos de la vaca y el sexo del ternero, con el fin de establecer su influencia sobre cada carácter en particular. Para determinar las diferencias significativas entre los diferentes niveles de los efectos fijos estudiados se realizaron comparaciones múltiples entre las medias utilizando el método de Duncan (1955).

El modelo matemático usado fue el siguiente de acuerdo al carácter estimado.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e_{ij}$$

donde,

$\mu$  : media general del carácter en consideración

$F_i$  : grupos de efectos fijos (año, mes, número de parto y sexo del ternero)

$e_{ij}$  : error experimental.

Las heredabilidades se obtuvieron directamente a partir de los componentes de varianza y covarianzas del programa MTDFREML (*Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood*) según el método REML (Máxima Verosimilitud Restringida) de Boldman *et al.* (1995) mediante el modelo animal para los caracteres ya mencionados en forma matricial:

$$Y : X_{\beta} + Z_a + W_m + e$$

donde,

Y : vector de observaciones

$\beta$  : vector de parámetros desconocidos representados por los efectos fijos

a : vector de soluciones (*breeding values*) para todos los animales

m : vector de soluciones de los efectos genéticos maternos aleatorios

e : vector de los efectos residuales aleatorios

X, Z y W : matrices de diseño o incidencia que relacionan los registros con los efectos fijos, del animal y con los efectos genéticos maternos, respectivamente.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad son presentados en la Tabla 1.

La media estimada para el peso al nacimiento fue 30,65 ± 0,08 kg correspondientes a 1.877 observaciones de los pesos al nacimiento de terneros de la raza Romosinuano nacidos entre 1980 a 2001. Resultados similares han sido reportados por Hernández (1981); Martínez y Hernández (1983); Delgado (1970) citado por Martínez, Frahman y Buchanan (1994); Pinzón (1979) citado por Vargas (1999); Ossa (1999) y Martínez y González (2000) en las razas criollas Romosinuano, BON, Chino Santandereano, Casanareño, Costeño con Cuer-

**Tabla 1.** Pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad en terneros Romosinuano (n= 1.877 para cada carácter).

Carácter	Media (kg)	Desviación estándar (kg)	SE (kg)	CV (%)
Peso al nacimiento	30,65	3,79	0,087	12,36
Peso al destete	182,77	29,35	0,67	16,05
Peso a los 16 meses	247,18	33,81	0,78	13,67

SE: error estándar; CV: coeficiente de variación.

nos y Sanmartinero. No obstante, dicho resultado es inferior al peso de las razas criollas Hartón del Valle y Lucerna, según Álvarez (1999) y Durán y Manrique (1999), respectivamente. Además, es inferior a las razas Nelore, Santa Gertrudis y Brahman, investigadas por Martins *et al.* (2000), Marcondes *et al.* (2000); Ribeiro *et al.* (2001) y Manrique (2003) en las razas cebuínas de Brasil y Colombia, respectivamente.

Un peso al nacimiento liviano implica menores dificultades de las vacas al parto y prevención de las distocias, aspecto que redundaría, además de una rápida involución uterina, en la pronta reactivación de la actividad ovárica de la vaca.

El peso promedio ajustado al destete fue de  $182,77 \pm 0,67$  kg, con un coeficiente de variación de 16,05%, promedio superior a los estimados por Hernández (1981), Martínez, Frahman y Buchanan (1994), Ossa (1999), Salamanca (1999), Martínez y González (2000); Pimenta Filho, Martins y Sarmento, 2001; Ribeiro *et al.* (2001) y McManus, Saueressig y Falcao, 2002) en las razas Romosinuano, BON, Costeño con Cuernos, Casanareño, Sanmartinero, Guzerá y Nelore, respectivamente; la media citada es inferior a la de la raza Nelore, según lo hallado por Martins *et al.* (2000).

La media general del peso a los 16 meses de edad fue de  $247,18 \pm 0,78$  kg, superior a los datos presentados para la raza Romosinuano por Hernández (1981); para la BON por Martínez (1992) y Martínez, Frahman y Buchanan (1994); para la CCC por Ossa (1999), para la raza Casanareño por Salamanca (1999), y para la raza Guzerá por Pimenta Filho, Martins y Sarmento (2001). Pesos superiores son reportados para las razas Santa Gertrudis y Nelore por Ribeiro *et al.* (2000) y Garnerio *et al.* (2001).

Los factores considerados en el modelo que mostraron un efecto altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre el peso al nacimiento fueron el año, el número de partos y el sexo del ternero, según se observa en la Tabla 2.

El análisis de varianza para el peso al destete se observa en la Tabla 3 y muestra un efecto estadístico significativo para las fuentes de variación del año, el mes de nacimiento, el sexo del ternero y el número de parto.

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza correspondiente al peso a los 16 meses de edad de terneros Romosinuano, en el cual todas las fuentes de variación fueron significativas.

#### Efecto del año de nacimiento

Las variaciones observadas en los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad, de año a año, pueden reflejar las oscilaciones en la disponibilidad y calidad de los forrajes, según las condiciones climáticas y el manejo aplicado al hato en el tiempo. Estos aspectos son responsables parcialmente de las variaciones de los pesos a diferentes edades.

En el presente trabajo se observó que el año de nacimiento fue una causa altamente significativa de variación del peso al

nacimiento de los terneros Romosinuano. Entre los autores que encontraron efecto significativo del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento se pueden citar: Hernández (1970) en la raza Romosinuano, Martínez (1987) en la raza BON; Mascioli, De Paz y El Faro (1997) en la raza Canchim y Martins *et al.* (2000) y McManus, Saueressig y Falcao (2002) en la raza Nelore.

Los terneros nacidos en el año 2000 fueron los más pesados al nacimiento (32,60 kg) aunque no difirieron significativamente de algunos otros años; si existió diferencia significativa con el año 1999 donde se registró el peso más bajo (26,0 kg).

El efecto del año sobre el peso al destete encontrado en este trabajo fue altamente

**Tabla 2.** Análisis de varianza del peso al nacimiento en terneros Romosinuano (C.I. Turipaná, 1980-2001).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significancia
Año	21	143,508	9,99	$P < 0,001$
Mes de nacimiento	3	5,842688	0,14	NS
Número de parto	3	175,670	12,22	$P < 0,001$
Sexo	1	1181,258	82,206	$P < 0,001$
Error	1.846	14,369		

$r^2 = 0,23$ ; NS: no significativo.

**Tabla 3.** Análisis de varianza del peso al destete en terneros Romosinuano (C.I. Turipaná, 1980-2001).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significancia
Año	21	47395,594	52,81	$P < 0,001$
Mes de nacimiento	3	8870,059	9,88	$P < 0,001$
Número de partos	3	3181,678	3,55	$P < 0,01$
Sexo	1	97393,779	108,52	$P < 0,001$
Error	1848	897,473		

$r^2 = 0,42$ .

**Tabla 4.** Análisis de varianza del peso a los 16 meses de edad en terneros Romosinuano (C.I. Turipaná, 1980-2001).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significancia
Año	21	101285,651	88,57	$P < 0,001$
Mes de nacimiento	3	4136,750	3,62	$P < 0,01$
Sexo	1	347374,161	303,75	$P < 0,001$
Error	1851	1143,618		

$r^2 = 0,551$ .

significativo ( $P < 0,001$ ), coincidiendo con otros investigadores en esta misma raza y otras razas criollas (Hernández, 1976; Acevedo y Londoño, 1985; Tewolde, 1988; Simioni *et al.* 1989; Martínez *et al.*, 1989 y Arbeláez y García, 1995). Así mismo, se comprobó el efecto significativo del año sobre el peso al destete por Mascioli, De Paz y El Faro (1997); Martins *et al.* (2000); Ribeiro *et al.* (2001) y McManus, Saueressig y Falcao (2002) en las razas Canchim y Nelore, respectivamente.

El año en que los animales presentaron mayor peso al destete fue 1986 (228,98 kg) mostrando diferencias significativas con los restantes años. El año en que los animales presentaron los menores pesos fue 1998 (120,04 kg) aunque no difirió estadísticamente con 1999.

El año de nacimiento constituye una importante fuente de variación para el peso pos-destete y en ello concuerdan todos los autores consultados con respecto a las razas criollas colombianas (Hernández, 1970; Hernández, 1976 y Castaño y Uribe, 1995); este aspecto coincide con lo hallado en este estudio en el que se constató un efecto altamente significativo ( $P < 0,001$ ). El año que presentó mejor comportamiento fue 1986 (303,25 kg), pero estadísticamente no difirió de los años 1984, 1987 y 1988; por su parte, el año 1999 registró el menor peso a los 16 meses (158,52 kg), aunque no difirió de los años 1998 y 1997. En el año 1999 hubo problemas en la alimentación de los animales ocasionados por la renovación de praderas, sin existir otros lugares para el traslado de los animales.

#### Efecto del mes de nacimiento

Las diferencias encontradas entre los cuatro primeros meses del año, período que corresponde a la estación de nacimientos en el C.I Turipaná, no fueron significativas. Las variaciones oscilaron entre 30,53 kg en enero hasta 30,98 kg en abril. Tampoco se encontró efecto del mes de nacimiento sobre el peso al nacimiento Hernández (1970) y Martínez *et al.* (1989), en las razas Romosinuano y BON, respectivamente; al igual que Mascioli *et al.* (1997) en la raza Canchim. Por el contrario, Martins *et al.* (2000) y McManus, Saueressig y Falcao (2002) en la raza Nelore, han hallado efecto del mes.

El mes de nacimiento fue una causa importante de variación del peso al destete en este estudio ( $P < 0,001$ ). Otros autores han encontrado igualmente efecto del mes del nacimiento sobre el peso al destete (Reyes, 1976; Martínez *et al.* 1989; Simioni *et al.* 1989; Arbeláez y García, 1995; Mascioli, De Paz y El Faro, 1997; Pimenta Filho, Martins y Sarmiento, 2001 y McManus, Saueressig y Falcao, 2002).

Los terneros nacidos en el mes de enero fueron los que presentaron los mayores pesos al destete en el mes de septiembre, alcanzando 193,24 kg promedio. Como las necesidades nutricionales se incrementan a partir del cuarto mes, coincidiendo con una mayor disponibilidad de forrajes determinada por las lluvias de abril, ello tuvo influencia sobre la habilidad materna de las vacas y sobre el desempeño de los terneros nacidos en dicho mes. Para los terneros nacidos en febrero, marzo y abril, las medias del peso al destete fueron de 180,17, 178,10 y 180,70 kg, respectivamente sin diferencias estadísticas entre ellos.

Los terneros que nacieron en febrero y marzo ven comprometido su desarrollo debido a la reducción en la producción de leche de sus madres, por la pobre oferta y calidad de los forrajes ocasionados por el verano. Además, su destete ocurre entre los meses de octubre y noviembre, inicio de la época de verano que se prolonga hasta abril del siguiente año, lo cual, aunado al estrés del destete, provoca un bajo peso a los 16 meses. A dicha edad, los terneros nacidos en enero y abril tuvieron pesos de 255,7 y 251,8 kg, respectivamente y entre ellos no hubo diferencia significativa. Los que nacieron entre febrero y marzo alcanzaron pesos de 243,6 y 245,1 kg y entre ellos tampoco hubo diferencia significativa; no obstante, si fueron estadísticamente diferentes los nacidos en enero y los de abril con respecto a los de febrero y marzo.

El efecto del mes de nacimiento fue altamente significativo con respecto al peso a los 16 meses ( $P < 0,01$ ), lo que coincide con los resultados encontrados por otros autores en esta misma raza (Hernández, 1970; Arboleda, 1977 y Castaño y Uribe, 1995).

#### Efecto del número de parto

En cuanto la influencia de la edad de la vaca y/o el número de partos sobre el peso al nacimiento se sabe que las novillas en crecimiento producen crías más livianas debido al menor desarrollo de los órganos reproductores y menor irrigación del útero, y por la posible competencia entre el feto y la madre en cuanto a los nutrientes. De la misma manera, se conoce que debido a una irrigación placentaria deficiente las vacas viejas tienden a producir terneros más livianos (Martins *et al.* 1985, citado por Martins *et al.* 2000). Entre los autores que observaron una influencia significativa de la edad y/o el número de partos de la vaca sobre el peso al nacimiento se destacan Hernández (1970); Martínez *et al.* (1989), Mascioli, De Paz y El Faro (1997) y Martins *et al.* (2000).

Las diferencias de los pesos al destete según el número del parto fueron estadísticamente significativas en este estudio. Similares resultados fueron reportados por Hernández (1970 y 1976); Martínez *et al.* (1989); Simioni *et al.* (1989); Mascioli, De Paz y El Faro (1997) y Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001).

Las vacas de primer parto, así como las de cuatro o más partos, fueron las que destetaron los terneros más livianos (184,70 y 179,56 kg, respectivamente). En cambio, los pesos de los terneros destetos por las vacas de segundo y tercer parto fueron similares (185,26 y 185,65 kg, respectivamente). Entre las vacas primerizas y las de segundo y tercer número de parto, no existieron diferencias estadísticamente significativas, pero si entre éstas y las vacas del cuarto orden de parto.

Estas diferencias se atribuyen a cambios morfofisiológicos que sufren las vacas a lo largo de sus vidas y que se reflejan en los pesos de sus progenies, derivadas de la alteración del medio materno en los períodos pre y posnatal. La habilidad materna de la vaca también se refleja en el peso al destete, principalmente la producción de leche la cual asume una gran importancia en la fase predestete de la cría.

#### Efecto del sexo del ternero

El peso al nacimiento de los machos fue superior en 1,66 kg al de las hembras,

efecto que fue altamente significativo ( $P < 0,0001$ ). Hernández (1970) no encontró efecto del sexo sobre el peso al nacimiento en esta raza; sin embargo, Rodríguez *et al.* (1971), Arboleda (1977), Martínez y Hernández (1983) y Martínez *et al.* (1989) han encontrado efecto significativo del sexo sobre el peso al nacimiento en la raza BON. También fue hallado este efecto por Teodoro *et al.* (1979) en la raza Caracú, por Mascioli, De Paz y El Faro (1997) en la raza Canchim y por Martins *et al.* (2000) y McManus, Saueressig y Falcao, (2002) en la raza Nelore.

Una de las posibles causas por la cual los machos presentan al nacimiento mayores pesos que las hembras se debe a la alta tasa metabólica provocada por la acción precoz de la hormona testosterona a nivel fetal, según afirma Széchy, Benavides Filho y Souza (1995).

En los trabajos consultados con respecto al efecto del sexo sobre el peso al destete en diferentes razas criollas se reportan efectos altamente significativos (Hernández, 1976; Acevedo y Londoño, 1985; Tewolde, 1988; Martínez *et al.* 1989; Simioni *et al.* 1989 y Arbeláez y García, 1995). También este mismo efecto fue hallado por Mascioli, De Paz y El Faro (1997), Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001) y McManus, Saueressig y Falcao (2002) en las razas Nelore y Guzerá. Esto coincide con lo hallado en este estudio en donde los machos fueron 16,04 kg más pesados que las hembras, lo que representa el 8,7% de superioridad, lo cual indica que las comparaciones entre los animales deben hacerse dentro del mismo género.

El efecto del sexo fue altamente significativo ( $P < 0,001$ ) sobre el peso a los 16 meses de edad, aspecto que coincide con los autores consultados respecto de la raza Romosinuano (Hernández, 1976; Tewolde, 1988 y Castaño y Uribe, 1995). Los machos fueron superiores a las hembras en 31,3 kg lo que representa una superioridad relativa de 12,66%.

### Heredabilidad

En la Tabla 5 se presenta la estructura de los datos para los caracteres estudiados que se utilizaron para el cálculo de los componentes de varianza en la estima-

**Tabla 5.** Estructura de los datos para la estimación de los componentes de varianza.

	PN	PD	P16m
No. animales	2.742	2.742	2.742
No. pedigree	1.877	1.877	1.877
Población base	865	865	865
No. padres	114	114	114

PN: peso al nacimiento; PD: pesos al destete; P16: peso a 16 meses.

**Tabla 6.** Estimativos y errores estándar de las heredabilidades directa y materna de los pesos al nacimiento, al destete ya los 16 meses de edad en terneros de la raza Romosinuano (C.I. Turipaná, 1980-2001).

Carácter	No.	h <sup>2</sup> directa	SE	h <sup>2</sup> materna	SE
Peso al nacimiento	2742	0,17	0,06	0,087	0,03
Peso al destete	2742	0,14	0,05	0,122	0,034
Peso a los 16 meses	2742	0,13	0,05		

SE: error estándar.

ción de los parámetros genéticos. En la Tabla 6 se indican los estimados de las heredabilidades para los efectos directos genéticos y para los efectos maternos respecto de los caracteres estudiados en la raza Romosinuano.

La heredabilidad del peso al nacimiento ( $h^2 = 0,17$ ) resultó relativamente baja aunque se encuentra en el rango de 0,17 a 0,22 reportado por Hernández (1976), Teodoro *et al.* (1979), Ossa *et al.* (1996b), Marques *et al.* (2000) y Ribeiro *et al.* (2001). Así mismo, diferentes trabajos reportan valores superiores a los obtenidos en esta investigación (Martínez *et al.*, 1989; Mascioli, De Paz y El Faro, 1997; Mercadante y Lobo, 1997; Elzo *et al.*, 1998; Elzo *et al.*, 1999; Cañón, Alonso y Villa, 2000; Marcondes *et al.* (2000); Martins *et al.* (2000); Ceró *et al.* (2001); Joshi, Singh y Gandhi (2001); Silva *et al.* (2001) y Manrique (2003). También se han encontrado valores inferiores que se encuentran en el rango de 0,035 a 0,10. Este resultado corrobora que la heredabilidad es un parámetro propio de cada población en un momento determinado y, por tanto, no es válido extrapolar una estimativa de una población a otra.

Para el peso al destete, el estimado de heredabilidad hallado fue de  $h^2 = 0,14$  (Tabla 6), resultando semejante a los valores reportados por Hernández

(1976), Manrique *et al.* (1999), Ribeiro *et al.* (2000), Rizo *et al.* (2000), Garnero *et al.* (2001), Ribeiro *et al.* (2001) y Ferraz Filho *et al.* (2002), quienes reportan valores con una variación entre 0,11 y 0,17. Heredabilidades para el peso al destete muy bajas e inferiores a la reportada en este trabajo son las de Martínez *et al.* (1989), Manrique *et al.* (1996), Elzo *et al.* (1998) y Elzo *et al.* (1999), con una variación entre 0,08 a 0,1.

La heredabilidad del peso al destete fue inferior a la del peso al nacimiento, posiblemente debido a una mayor influencia de efectos genéticos aditivos y a factores ambientales no presentes al momento del nacimiento.

Para el peso a los 16 meses, la heredabilidad directa encontrada fue de  $h^2 = 0,13$  (Tabla 6), valor similar a lo obtenido por Ossa y Manrique (1998); Ribeiro *et al.* (2000); Ferraz Filho *et al.* (2002) y Paneto *et al.* (2002), que variaron entre 0,12 a 0,18. Valores muy bajos e inferiores a los encontrados en este trabajo han sido reportados por Acosta, Manrique y Ossa (1996), Manrique *et al.* (1999) y Garnero *et al.* (2001), con un rango entre 0,07 a 0,09. También se han reportado valores de heredabilidades para el peso a los 16 meses, superiores al hallado en este trabajo en un rango entre 0,27 y 0,76, hallados por otros investigadores.

En general, para los tres caracteres de crecimiento considerados, y teniendo en cuenta como componente genético sólo el efecto directo, los estimados obtenidos fueron relativamente bajos, lo que denota marcada influencia de efectos no genéticos; por tanto, el mejoramiento de estos caracteres depende en gran parte de factores ambientales que fueron significativos en los análisis de varianza.

Los estimados de las heredabilidades de los pesos al nacimiento y al destete para el efecto genético directo fueron superiores a las heredabilidades que consideraban el efecto materno; ello significa que la magnitud de la contribución del efecto materno en la variación fenotípica total para dichos pesos es menor. Algunos autores plantean que cuando la heredabilidad considerando el efecto materno es menor que la heredabilidad directa, no es necesaria su inclusión en el modelo para obtener estimativas de los parámetros genéticos con mayor exactitud. Esto concuerda con lo encontrado por Dodenhoff *et al.* (1998), Elzo *et al.* (1998); Elzo *et al.* (1999); Dodenhoff *et al.* (1999b); Cañón, Alonso y Villa (2000); Marcondes *et al.* (2000); Marques *et al.* (2000); Guerra *et al.* (2001); Pereira, Sterman y Dias (2001) y Ribeiro *et al.* (2001). Otros autores como Mercadante y Lobo (1997); Dodenhoff *et al.* (1999a); Euclides Filho *et al.* (1999) y Pimenta Filho, Martins y Sarmiento (2001) han encontrado una heredabilidad materna superior a la directa en pesos pre y post destete.

En términos generales, las heredabilidades de los caracteres de los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad fueron bajas, lo que señala que es relativamente pequeña la variabilidad causada por los efectos medios de los genes que actúan sobre estos caracteres, con poca varianza genética aditiva y mayor influencia de los efectos genéticos no aditivos y del ambiente; así, para lograr mayores pesos, sobretudo al destete y a los 16 meses, habrá que tomar medidas sobre aquellas fuentes de variación que fueron significativas.

Los errores estándares (sE) de los estimados de heredabilidad son relativamente bajos, lo que permite la utilización de los parámetros evaluados con buen nivel de confiabilidad.

**Tabla 7.** Correlaciones fenotípicas (F), genéticas (G) y ambientales (A) entre los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses, determinadas mediante análisis de covarianza entre medios hermanos paternos.

	Correlación	Peso al destete	Peso a los 16 meses
Peso al nacimiento	F	0,161	0,221
	G	0,132	0,032
	A	0,167	0,257
Peso al destete	F		0,712
	G		0,891
	A		0,683

#### Correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales entre el peso al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad

Las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales entre los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses de edad se presentan en la Tabla 7. La correlación genética entre el peso al nacimiento y el peso al destete fue baja aunque positiva, lo que indica que los genes que actúan para el peso al nacimiento son diferentes de los que actúan al destete; por tanto, una selección para mejorar el peso al nacimiento no implica un incremento notable en el peso al destete. Estos resultados coinciden con los encontrados por Ossa *et al.* (2002) en la raza Brahman pero difieren a los reportados por Hernández (1976); Mascioli, De Paz y El Faro (1997); Ossa, Manrique y Acosta (1996a); Mascioli, Alencar y Barbosa (1996); Marques *et al.* (2000) y Rodríguez *et al.* (2000), quienes hallaron correlaciones genéticas moderadas y altas entre estos dos caracteres.

La correlación genética entre el peso al nacimiento y el peso a los 16 meses fue nula coincidiendo con lo hallado por Mascioli, Alencar y Barbosa (1996) en la raza Canchim pero diferente a lo reportado por Hernández (1976) y Ossa *et al.* (1996a) quienes encontraron correlaciones genéticas altas en la raza Romosinuano entre estos dos caracteres.

Por su lado, la correlación genética entre el peso al destete y el peso a los 16 meses fue alta y positiva indicando que estos dos caracteres son influidos por la mayoría de los mismos genes y que la selección practicada con el objetivo de aumentar el peso al destete propiciaría así mismo, progresos en el peso a los 16 meses; ello concuerda con lo

reportado por varios investigadores en la raza Romosinuano como Hernández (1976) y Ossa *et al.* (1996a); al igual que Mascioli, Alencar y Barbosa (1996) en la raza Canchim y Marques *et al.* (2000) en la raza Simmental.

La correlación genética estimada a través de la correlación entre los valores genéticos aditivos para el efecto directo, respecto del peso al nacimiento vs. el peso al destete, y entre el peso al destete vs. el peso a los 16 meses, fueron de 0,1 y 0,64, cercanos a la metodología convencional de las covarianzas (Van Vleck, Pollack y Oltenace, 1987).

La correlación genética entre el efecto directo y el efecto materno para el peso al nacimiento fue de 0,05 y para el peso al destete fue de 0,01. Esto indica que no existe correlación entre estos parámetros y la selección de las hembras se puede realizar considerando el peso del ternero al destete y seleccionar a los toros teniendo en cuenta el desempeño de sus progenes al destete.

La correlación fenotípica entre el peso al nacimiento y al destete fue baja aunque positiva, con un valor hasta cierto punto similar a las encontradas por Mascioli, De Paz y El Faro (1997) en la raza Canchim, Elzo *et al.* (1999) en la raza Sanmartinero, Martins *et al.* (2000) en el Nelore y Ossa *et al.* (2002) en la raza Brahman, cuyas correlaciones fueron medias y bajas.

La correlación fenotípica entre el peso al nacimiento y el peso a los 16 meses fue baja en este trabajo y ello se asemeja a lo encontrado por Mascioli, Alencar y Barbosa (1996) en la raza Canchim; sin embargo difiere a lo reportado por Hernández (1976) y Ossa, Manrique y Acos-

ta (1996a) que encontraron correlaciones altas y positivas.

La correlación fenotípica entre el peso al destete y el peso a los 16 meses fue alta y positiva. Esto sugiere que un ternero con un peso por encima de la media al destete deberá mantener parte de esta ventaja a los 16 meses de edad. Dicho resultado coincide con lo encontrado por Hernández (1976); Mascioli, Alencar y Barbosa (1996); Ossa, Manrique y Acosta (1996a) y Mascioli, De Paz y El Faro (1997).

La correlación ambiental entre el peso al nacimiento y el peso al destete fue baja y semejante a la reportada por Mascioli, Alencar y Barbosa (1996), Mascioli, De Paz y El Faro (1997), Marques *et al.* (2000), Martins *et al.* (2000) y Ossa *et al.* (2002). Otros investigadores reportan correlaciones altas y positivas (Hernández, 1976; Ossa, Manrique y Acosta, 1996a; y Elzo *et al.* 1999).

La correlación ambiental entre el peso al destete y el peso a los 16 meses fue alta y positiva, lo que sugiere que gran parte de los factores ambientales que afectan el peso al destete también afectan el peso a los 16 meses de edad. Estos resultados coinciden con los de Hernández (1976) y Ossa, Manrique y Acosta (1996a). Correlaciones moderadas fueron reportadas por Mascioli, Alencar y Barbosa (1996) y Marques *et al.* (2000), mientras que Mascioli, De Paz y El Faro (1997) y Martins *et al.* (2000) refieren correlación nula entre el peso al destete y a los 550 días.

Según lo encontrado en el presente trabajo es importante tener en cuenta que el peso al nacimiento es un carácter que debe ser mantenido entre 25 a 30 kg en promedio, ya que pesos inferiores a 20 kg y superiores a 35 kg disminuyen la viabilidad de los terneros. Así mismo, el peso al destete y el peso a los 16 meses de edad deben ser considerados dentro del programa de mejoramiento genético del hato en función de su heredabilidad y principalmente según la correlación genética existente entre ellos.

#### CONCLUSIONES

Los efectos del año de nacimiento, el número de parto de la vaca y el sexo del ternero constituyeron fuentes de variación significativas sobre el peso al naci-

miento de los terneros de la raza Romosinuano; para el peso al destete fueron significativos los efectos del año, el mes, el número del parto y el sexo del ternero; en cambio, para el peso a los 16 meses de edad fueron significativos el año, el mes y el sexo ternero.

Los estimados de las heredabilidades de los pesos al nacimiento, al destete y a los 16 meses estudiados, presentaron valores bajos a medios, demostrando que los efectos del medio ambiente influyen en gran medida en la expresión del fenotipo durante el desarrollo.

Las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales entre el peso al nacimiento y al destete fueron bajas, lo que indica que el logro de incrementos en el peso al destete, necesariamente no hacen correlación con el peso al nacimiento.

Finalmente, las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales entre el peso al destete y el peso a los 16 meses de edad fueron altas y positivas, por lo que la selección del carácter peso al destete mejoraría el peso a los 16 meses de edad en el hato.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acevedo, B.; Londoño, M.; C. 1985. Efectos Acevedo, B. y M.C. Londoño. 1985. Efectos maternos en ganado de carne. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín. pp. 3-5.
- Acosta, O., C. Manrique y G.A. Ossa. 1996. Factores genéticos y ambientales que afectan el peso a los 16 meses de edad de animales Romosinuano. En: Memorias 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Santafé de Bogotá. 422 p.
- Álvarez, F.L. 1999. Potencial genético y productivo del ganado criollo Hartón del Valle. En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. Santafé de Bogotá, septiembre 23 de 1999. pp 94-103.
- Arbeláez, R.G. y G.J. García. 1995. Factores genéticos y ambientales que afectan el peso al destete del ganado Romosinuano y sus cruces. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín. 50 p.
- Arboleda, O. 1977. Efecto de algunos factores sobre el comportamiento del ganado Blanco Orejinegro, Cebú y sus cruces. Tesis. M.Sc. UNO-ICA, Bogotá (Colombia). 62 p.

Boldman, K.G., L.A. Kriese, L.D. van Vleck, C.P. van Tassel, y S.D. Kachaman. 1995. A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variance and covariance. (Draft). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 120 p.

Cañón, J., L. Alonso y A. Villa. 2000. Las razas bovinas asturianas (Asturiana de los Valles). Memorias V Congreso Iberoamericano de las razas Autóctonas y Criollas, La Habana, Cuba. pp. 115-119.

Cárdenas, I., D. Montoni, R. Vitto y J. Parra. 2001. Estimación de parámetros genéticos directos y maternos para el peso al nacimiento, peso al destete y peso a los 18 meses en un rebaño Brahman registrado. I. Índice de herencia. Memorias. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba. pp. 1972-1974.

Castaño, A.I. y Uribe, S. 1995. Factores genéticos y ambientales que afectan el peso a los 16 meses en el ganado Romosinuano y sus cruces. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín. 67 pp.

Ceró, A., R. Corvisón, R. Vázquez, G. Guevara, M. del Pino, C. Vega, O. Núñez y A. Viamontes. 2001. Parámetros genéticos del crecimiento predestete y la prueba de comportamiento del macho Cebú cubano blanco de la Empresa Genética Rescate de Sangüily de Camaguey. Memorias. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba. pp. 1809-1812.

Dodenhoff, J., L.D. van Vleck, S.D. Kachman, y R.M. Koch. 1998. Parameter estimates for direct, maternal, and grandmaternal genetic effects for birth weight and weaning weight in Hereford cattle. J. Anim. Sci. 76:2521-2527.

Dodenhoff, J.; Van Vleck, L.D. and Gregory, K.E. 1999a. Estimation of direct, maternal and grandmaternal genetic effects for weaning weight in several breeds of beef cattle. J. Anim. Sci. 77:840-845.

Dodenhoff, L.D.; Van Vleck, L. D. and Wilson, D.E. 1999b. Comparison of models to estimate genetic effects for weaning weight of Angus cattle. J. Anim. Sci. 77: 3176-3184.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11: 1-10.

Durán, C.V. y L.P. Manrique. 1999. Potencial genético y productivo de la raza bovina de doble propósito Lucerna. En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. Santafé de Bogotá, septiembre 23 de 1999. pp. 104 -107.

Elzo, M.A., C. Manrique, G. Ossa y O. Acosta. 1998. Additive and nonadditive genetic variability for growth traits in the Turipaná Romosinuano-Zebu multibreed herd. J. Anim. Sci. 76: 1539-1549.

- Elzo, A.M., G. Martínez, F. González y H. Huertas. 1999. Variabilidad y predicciones genéticas para características de carne en el rebaño multiracial Sanmartinero x Cebú del C.I. La Libertad. En: Seminario Internacional Caracterización Genética y Potencial Productivo del Ganado Criollo Sanmartinero. Villavicencio, Meta, mayo 28 de 1999. pp. 54-82.
- Euclides Filho, K., R.G. de Figueiredo, R.G. Alves, y C.L.O. Da Silva. 1999. Efeitos genéticos aditivos direto e materno sobre o peso a desmama em animais mestiços Europeu Zebu. *Rev. Bras. Zootec.* 28(2): 275 - 278.
- Ferraz Filho, B.P., A.A. Ramos, C.L.O Da Silva, J.C. De Souza y M.M. De Alencar. 2001. Alternative animal models to estimate heritabilities of and genetic correlation between direct and maternal effects for weaning weight of Tabapua cattle. *Memorias XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. La Habana, Cuba. pp. 1955-1958.
- Ferraz Filho, B.P., A.A. Ramos, C.L.O Da Silva, J.C. De Souza y M.M. De Alencar. 2002. Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos a desmama e pos-desmama de bovinos de raça Tabapua no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.* 31(2): 635-640.
- Garnero, D.V., B.R. Lobo, F.L. Becerra, y N.H. De Oliveira. 2001. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 30(3): 714-718.
- Guerra, D., M. Rodríguez, T. Planas, F. Ramos, J. Ortiz, J. Torres y R. Falcón. 2001. Evaluación genética de las razas vacunas de carne en Cuba. En: *Memorias XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. La Habana, Cuba. pp. 1756-1759.
- Hernández, B.G. 1970. Effect of year, season, age of dam and sex of calf on calving interval and growth rate of Romosinuano cattle. M.Sc. Thesis. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, EUA. 140 p.
- Hernández, B.G. 1976. Genetic factors in beef cattle crosses in Colombia. Ph.D. dissertation. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, EUA. 85 p.
- Hernández, B.G. 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. Recursos genéticos animales en América Latina. Ganado criollo y especies de altura. Roma, Italia. Publicación FAO, No. 22, 52 p.
- Joshi, B.K.; Singh.; Gandhi, R.S. 2001. Performance evaluation, conservation and improvement of Sahiwal cattle in India. *FAO - Boletín de información sobre Recursos Genéticos Animales* 31: 43-54.
- Manrique, P.C. 2003. Conociendo la genética de la raza. *El Cebú* 305: 48-50.
- Manrique, P.C., C.G. Martínez, H.F. González y R.H. Huertas. 1999. Parámetros genéticos del ganado Sanmartinero. En: *Seminario Internacional Caracterización Genética y Potencial Productivo del Ganado Criollo Sanmartinero*. Villavicencio, Meta, mayo 28 de 1999. pp. 26-30.
- Manrique, C., G. Ossa, y O. Acosta. 1996. Factores genéticos y ambientales afectan el peso al destete de terneros Romosinuano. En: *Memorias 3er Congreso Iberoamericano de razas Autóctonas y Criollas*. Santafé de Bogotá. 421 pp.
- Marques, L.F.A., C.C.J. Pereira, N.H. Oliveira, A.M. Silva y G.J.A. Bergmann. 2000. Análise de características de crescimento da raça Simental. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 52(5): 527-533.
- Marcondes, C.R., G.J.A. Bergmann, P.J. Eler, S.B.J. Ferraz, C.C.J. Pereira y M.V. Penna. 2000. Análisis de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 52(5): 83-89.
- Martínez, C.G. 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. Ph.D. Dissertation. Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma. USA. 124 p.
- Martínez, C.G. 1992. El ganado criollo colombiano Blanco Orejinegro (BON). *FAO - Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales* 9: 33-44.
- Martínez, C.G. 1999. El ganado criollo Sanmartinero y su potencial productivo. En: *Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano*. Santafé de Bogotá, septiembre 23 de 1999. pp. 128-138.
- Martínez, C.G., R.R. Frahman y D.S. Buchanan. 1994. Caracterización de la raza criolla Blanco Orejinegro (BON). IV. Heterosis del crecimiento predestete de BON, Cebú y sus cruces con Charolais y Santa Gertrudis. V. Heterosis de características de crecimiento postdestete de BON, Cebú y sus cruces con Charolais y Santa Gertrudis. *Revista ICA* 29(2): 135-164.
- Martínez, C.G., R.R. Frahman, D.S. Buchanan y R.D. Geisert. 1989. Caracterización de la raza criolla Blanco Orejinegro (BON). I. Comportamiento reproductivo y parámetros genéticos del crecimiento predestete. *Revista ICA* 24(4): 270-282.
- Martínez, C.G. y H.F. González. 2000. El ganado Sanmartinero (SM) y su potencial productivo. *FAO - Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales* 28: 7-17.
- Martínez, C.G., F. González y R.H. Huertas. 1996. Parámetros genéticos y productivos del ganado criollo Sanmartinero en el Piedemonte Llanero. Características reproductivas. En: *3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas*. Santafé de Bogotá. pp. 490-500.
- Martínez, C.G. y G. Hernández. 1983. Factores ambientales que afectan el peso de terneros Blanco Orejinegro. *Revista ICA* 18: 465.
- Martins, A.G.; R. Martins Filho, M.F. Lima y B.N. Lobo. 2000. Influencia de fatores genéticos e de meio sobre o crescimento de bovinos da raça Nelore Estado do Maranhão. *Rev. Bras. Zootec.* 29(1): 103 - 107.
- Mascioli, D.S.A., M.N. Alencar y F.P. Barbosa. 1996. Estimativas de parámetros genéticos e proposição de critérios de seleção para pesos na raça Canchim. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 25(1): 72-82.
- Mascioli, D.S.A., P.C.C. De Paz, y L. El Faro. 1997. Estimativas de parámetros genéticos e fenotípicos para características de crecimiento até a desmama em bovinos da raça Canchim. *Rev. Bras. Zootec.* 26(4): 709-713.
- Mercadante, Z.M.E. y B.R. Lobo. 1997. Estimativas de (co)variancias e parâmetros genéticos dos efeitos direto e materno de características de crescimento de fêmeas de um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 26(6): 1124-1133.
- McManus, C., M.G. Saueressig y A.R. Falcao. 2002. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da EMBRAPA Cerados. *Rev. Bras. Zootec.* 31(2): 648-657.
- Mucari, B.T. y A.S.J. De Oliveira. 2001. Estimativas de heredabilidad y correlaciones genéticas para pesos en un rebaño de la raza Guzera. *Memorias. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. La Habana, Cuba. pp. 1951-1954.
- Ossa, G. 1999. Comportamiento productivo del ganado Costeño con Cuernos y sus cruces. En: *Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano*. Santafé de Bogotá, septiembre 23 de 1999. Santafé de Bogotá. pp. 90-93.
- Ossa, G. 2003. Mejoramiento genético aplicado a los sistemas de producción de carne. Ed. *Produmedios*. Bogotá. 148 p.
- Ossa, G y C. Manrique. 1998. Estimativas de parámetros genéticos en características ponderales de animales Romosinuanos. En: *IV Congreso iberoamericano de razas autóctonas y criollas*. Nov. Tampico, Tamaulipas, México. 317 pp.
- Ossa, G., C. Manrique y O. Acosta. 1996a. Correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales entre los pesos al nacimiento, destete y 16 meses de edad en animales Romosinuanos. En: *Memorias 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas*. Santafé de Bogotá. 420 p.
- Ossa, G., C. Manrique y O. Acosta. 1996b. Factores genéticos y ambientales que afectan el peso al nacimiento de terneros Romosinuanos. En: *Memorias 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas*. Santafé de Bogotá. 420 p.

- Ossa G., C. Manrique y L. Torregroza. 1998. Factores genéticos y ambientales que afectan el peso al nacimiento de terneros Cebú-Brahman. *Revista de Medicina Veterinaria*. Universidad de Córdoba 3(1): 3-8.
- Ossa, G., O.F.L. Moreno, P.C. Manrique, Y.C. Tobón, G.J. Pérez, L.G. Tarazona, R.G. Onofre, H.M. Cipagauta y V.C. Maldonado. 2002. El mejoramiento genético como instrumento de eficiencia en una empresa de producción bovina. *Manual Técnico*. Corpoica, Bogotá. 42 p.
- Paneto, J.C., D.C. Lemos, F.L.A. Bezerra, R. Martins Filho y B.R. Lobo. 2002. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 31 (2): 668 - 674.
- Pereira, J., J.B. Sterman y F. Dias. 2001. Estimación de parámetros genéticos para características productivas en la raza Nelore. En: *Memorias XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. La Habana, Cuba. pp. 268-269.
- Pimenta Filho, C.E., A.G. Martins y R.J.L. Sarmiento. 2001. Estimativas de heredabilidade de efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Guzerá, no Estado da Paraíba. *Rev. Bras. Zotec.* 30(4): 1220-1223.
- Reyes, A.B., R.B. Lobo, y H.N. Oliveira. 1995. Estimativas de (co)varianzas y DEPs por el modelo animal bicaracter para los pesos y perímetro escrotal de ganado Nelore en Brasil. XIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Buenos Aires, Argentina. *Memorias*: 926-930.
- Reyes, A.L.H. 1976. Factores ambientales que afectan el comportamiento de la raza Romosinuano y cebú. Bogotá, Tesis (M.Sc.). Programa de Estudios para Graduados, Universidad Nacional de Colombia, facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 52 p.
- Ribeiro, N.M., C.E. Pimenta Filho, A.G. Martins, R.J. Sarmiento, y R. Martins Filho. 2001. Heredabilidade para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no Estado da Paraíba. *Rev. Bras. Zootec.* 30(4): 1224-1227.
- Rizo, S., D. Guerra, L. Rodríguez, T. Planas y F. Ramos. 2000. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento de los rasgos de crecimiento en machos de la raza Santa Gertrudis. I Congreso Internacional sobre Mejoramiento Animal, La Habana, Cuba. pp. 412-416.
- Rodríguez, L., D. Guerra, S. Rizo, T. Planas y F. Ramos. 2000. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento de los rasgos de crecimiento en machos de la raza Charolais. I Congreso Internacional sobre Mejoramiento Animal, La Habana, Cuba. pp. 348-353.
- Salamanca, C.A. 1999. El ganado criollo Casanareño y su entorno productivo. En: *Memorias Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano*, Septiembre 23 de 1999. Santafé de Bogotá. pp. 75-83.
- SAS. 1995. *SAS user's guide for Windows environment*. 6.08 ed., Cary, SAS Institute Inc.
- Silva, J., M. van Mellis, J. Eler, J. Ferraz y H. De Oliveira. 2001. Análise multivariada de características produtivas em bovinos da raza Nelore- Parâmetros genéticos. *Memorias XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. La Habana, Cuba. pp. 1852-1855.
- Simioni, V.M., C.J. Pereira, S.C. Pereira y F.J.J. De Miranda. 1989. Intervalo entre geracoes e comparacoes entre métodos alternativos de ajustamento de pesos a desmama na raza Caracú. En: *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 41(3): 233 -245.
- Széchy, M.L.M., I.M. Benevides Filho y L.M. Souza. 1995. Idade ao primeiro parto, intervalo de partos e peso ao nascimento de um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Cien. Vete.* 2(2): 47-49.
- Teodoro, L.R., C.J.C. Pereira, A. Lemos, B.I. Sampaio, y G.C. Da Fonseca. 1979. Efeitos de meio e heranca sobre o peso ao nascimento de bezerros de raza Caracú. *Arq. Esc. Vet. UFMG* 31(3): 463-470.
- Tewolde, A. 1988. Genetic analysis of Romosinuano cattle. Selection possibilities for beef in the Latin American Tropics. Turrialba: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. CATIE. Costa Rica. pp. 275-291.
- Van Vleck, L.D., E.J. Pollack y E.A.B. Oltenace. 1987. *Genetics for the animal sciences*. 3er ed. W.H. Freeman and Company. New York. 391 p.
- Vargas, C.F. 1999. Chino Santandereano. En: *Memorias Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano*, Septiembre 23 de 1999. Santafé de Bogotá. pp 84-89.