

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Gustavo Alfonso Ossa¹, Marco Antonio Suárez² y Juan Esteban Pérez³

ABSTRACT

Environmental and genetic factors influencing age at first calving and calving interval in females of Colombian Romosinuano native breed

932 records of age at first calving in females of Colombian native breed Romosinuano born during 1980 - 2001 in the conservation nucleus of CORPOICA's Turipaná Research Center in Cereté (Córdoba) were analyzed.

Mean age at first calving was $1,662.297 \pm 4.26$ days ($cv= 11.19\%$). Analysis of variance through linear models of the procedure Proc GLM of the statistics program SASTM was used to study the environmental factors. Age at first calving was significantly affected by year and month of birth variables. The heritability of this trait, calculated from the intra-class correlation between half-sibs, was 0.16 ± 0.08 . Regarding calving intervals, mean was 433.60 ± 3.69 days, with a standard deviation of 139.18 days and a $cv= 32.10\%$; said statistical analysis was performed using the least squares method of the SASTM algorithm Proc GLM.

The analysis of variance showed that the year and month of birth, as well as the number of calvings, constituted statistically significant causes of the variation in calving interval in Romosinuano cattle females. The heritability of this trait, estimated through the components of variance from the MTDFREML program, was 0.05 ± 0.04 . The average reproductive efficiency was 85.11% , with a standard deviation of 17.65% and individual variations between 117.74 and 32.19% .

Key words: native races, criollo breeds, Romosinuano, reproductive efficiency, reproductive parameters, 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

Factores ambientales y genéticos que influyen la edad al primer parto y el intervalo entre partos en hembras de la raza criolla Romosinuano

RESUMEN

Se analizaron 932 registros de la edad al primer parto en hembras de la raza criolla Romosinuano nacidas entre los años 1980 y 2001 en el núcleo de conservación del Centro de Investigación Turipaná de CORPOICA en Cereté (Córdoba). La edad promedio al primer parto fue de $1.162,297 \pm 4,26$ días ($cv= 11,19\%$). Para el estudio de los factores ambientales se utilizó el análisis de varianza mediante modelos lineales del procedimiento PROC GLM del programa estadístico SAS®. El análisis de varianza reveló que el año y el mes de nacimiento fueron causas de variación estadísticamente significativas respecto de la edad al primer parto. La heredabilidad de este rasgo, calculada por la correlación intraclase entre medias hermanas paternas, fue de $0,16 \pm 0,08$. Con relación al intervalo entre partos, la media estimada fue de $433,60 \pm 3,69$ días, con una desviación estándar de 139,18 días ($cv= 32,10\%$); el respectivo análisis estadístico fue realizado a través del método de mínimos cuadrados del algoritmo PROC GLM de SAS®. El análisis de varianza señaló que el año y el mes de nacimiento, así como el número de partos, constituyeron causas de variación estadísticamente significativas del intervalo entre partos en hembras Romosinuano. La heredabilidad de esta característica, estimada mediante los componentes de varianza del programa MTDFREML fue de $0,05 \pm 0,04$. La eficiencia reproductiva promedio fue del $85,11\%$, con una desviación estándar de $17,65\%$ y variaciones individuales que oscilaron entre $117,74\%$ y $32,19\%$.

Palabras clave: razas criollas, Romosinuano, eficiencia reproductiva, parámetros reproductivos, heredabilidad.

INTRODUCCIÓN

LA EDAD AL PRIMER PARTO y el intervalo entre partos son dos parámetros importantes en la evaluación de la eficiencia reproductiva de las poblaciones bovinas. El comportamiento reproductivo de los bovinos criollos merece atención especial si se tiene en cuenta que las razas europeas especializadas tienen serias dificultades de adaptación a ambientes ecuatoriales como el nuestro y que la base genética Cebú presenta un desempeño reproductivo deficiente en nuestro medio.

La edad al primer parto mide las condiciones de manejo, alimentación y el crecimiento de una población bovina. Una edad precoz al primer parto resulta en una vida útil más prolongada y mayor número de descendientes, lo que incrementa el beneficio económico del hato. Por otro lado, la edad al primer parto en las razas bovina criollas, como la raza Romosinuano, revela su potencial de equilibrio con las condiciones ambientales, siendo de gran importancia para estimar el desempeño reproductivo de estos animales.

Por su parte, el intervalo entre partos constituye el carácter más importante en la evaluación de la eficiencia reproductiva individual de las vacas en el hato, puesto que el intervalo ideal es de 365 días, que significa un ternero/vaca/año. Considerando que el intervalo entre partos está formado por dos componentes, esto es el período de servicio y el período de gestación, este parámetro indica que una vaca deberá ser fecundada en el rango de 75 a 85 días después del parto, toda vez que el período de gestación de las vacas criollas tiene una media de 284 días; así mismo, un intervalo entre partos inferior a 456 días hace posible realizar una selección intensa en la población y, por tanto, mayor progreso genético. Así, el intervalo entre partos es uno de los caracteres por medio del cual las razas nativas expresan su adaptación a las condiciones del trópico bajo, de allí la importancia de su estudio.

En la Tabla 1 se presentan los valores medios encontrados para la edad al primer parto de algunas razas criollas criadas en clima tropical, en países con condiciones ambientales similares a las de Colombia.

En la Tabla 2 se pueden observar los valores promedio para el intervalo entre partos en diferentes razas nativas y en algunos países localizados en la zona tropical.

Factores no genéticos que afectan la edad al primer parto

El conocimiento de los factores no genéticos responsables por la variación en la edad al primer parto es importante porque permite evaluar, con mayor seguridad, las diferencias entre los animales atribuibles a la herencia. Entre los factores no genéticos que afectan la edad al primer parto, reportados por la mayoría de los estudios consultados, se hace referencia principalmente al año y mes del parto. Entre los trabajos que relacionan efecto significativo o no del año y/o el mes de nacimiento sobre la edad al primer parto en los ganados criollos y cebuínos, se puede citar la Pereira, Pereira y Carneiro (1994); Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994); Padua, Munari y Watanabe (1994); Gómez *et al.* (1996) y Bergmann *et al.* (1998).

Factores no genéticos que afectan el intervalo entre partos

Entre los factores que se han relacionado como causa de variación en el intervalo entre partos se destacan el año y el mes del parto, la edad u orden de parto y el sexo de la cría.

Año y mes de parto. Las diferencias en el intervalo entre partos relacionadas con el año y/o mes del parto se atribuyen, básicamente, a las fluctuaciones de la alimentación que ocurren de año en año o entre meses en el mismo año. En la literatura se encuentran reportes contradictorios con relación a la influencia del año sobre el intervalo entre partos. Así, Hernández, Koch y Dickerson (1971) no encontraron relación del año de parto con respecto al intervalo entre partos en la raza Romosinuano. Por el contrario, Pereira, Pereira y Lemos (1980), Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994), Gómez *et al.* (1996) y Tobón *et al.* (1996) lo reportaron en las razas Caracú, Sanmartinero y BON, respectivamente. En la raza Nelore también se ha constatado dicho efecto (Padua, Munari y Watanabe, 1994; Bergmann *et al.*, 1998; Cavalcante *et al.*, 2000 y McManus, Saueressig y Falcao, 2002).

Tabla 1. Edad al primer parto (EPP) en algunas razas criollas colombianas y del mundo.

Referencia	País	Raza o cruzamiento	EPP (meses)
Bourzat, Idriss y Zeuch (1992)	Camerún	Kouri	36,00
Días <i>et al.</i> (1994)	Brasil	Caracú	36,92
Padua <i>et al.</i> (1994)	Brasil	Nelore	39,90
Pereira <i>et al.</i> (1994)	Brasil	Caracú	37,60
Gómez <i>et al.</i> (1996)	Colombia	Sanmartinero	55,00
Bergmann <i>et al.</i> (1998)	Brasil	Nelore	39,00
Durán y Manrique (1999)	Colombia	Lucerna	35,00
Martínez (1999b)	Colombia	Sanmartinero	41,70
Martínez, González y Huertas (1996)	Colombia	Sanmartinero	43,10
Ossa (1999)	Colombia	Costeño con Cuernos	39,10
Vargas (1999)	Colombia	Chino Santandereano	39,50
Velásquez (1999)	Colombia	Velásquez	36,00
Joshi <i>et al.</i> (2001)	India	Sahiwal	36,00
Pereira <i>et al.</i> (2001)	Brasil	Nelore	37,12
Gaur <i>et al.</i> (2002)	India	Ongole	53,00
Singh <i>et al.</i> (2002)	India	Deoni	46,00
Valderrama (2003)	Colombia	Hartón del Valle	32,22

Tabla 2. Intervalos entre partos (IEP) en algunas razas criollas colombianas y del mundo.

Referencia	País	Raza	IEP (días)
Bourzat, Idriss y Zeuch (1992)	Camerún	Kouri	456
Días <i>et al.</i> (1994)	Brasil	Caracú	432
Papua <i>et al.</i> (1994)	Brasil	Nelore	410
Pereira <i>et al.</i> (1994)	Brasil	Caracú	448
Martínez <i>et al.</i> (1996)	Colombia	Sanmartinero	469
Tobón <i>et al.</i> (1996)	Colombia	BON	486
Bergmann <i>et al.</i> (1998)	Brasil	Nelore	383
Balieiro <i>et al.</i> (1999)	Brasil	Gir	496
Durán y Manrique (1999)	Colombia	Lucerna	382
Martínez (1999b)	Colombia	Sanmartinero	517
Casas (1989) citado por Álvarez (1999)	Colombia	Hartón del Valle	375
Ossa (1999)	Colombia	Costeño con Cuernos	446
Velásquez (1999)	Colombia	Velásquez	420
Martínez, González y Huertas (1996)	Colombia	Sanmartinero	499
Cavalcante <i>et al.</i> (2000)	Brasil	Nelore	432
Joshi <i>et al.</i> (2001)	India	Sahiwal	420
Gaur <i>et al.</i> (2002)	India	Ongole	502
McManus <i>et al.</i> (2002)	Brasil	Nelore	471
Ossa <i>et al.</i> (2002)	Colombia	Brahman	431
Singh <i>et al.</i> (2000)	India	Deoni	447

En cuanto al efecto del mes sobre el intervalo entre partos, la literatura reporta que, en general, en los meses que constituyen la época de invierno se hallan los menores intervalos entre partos (Hernández, Koch y Dickerson, 1971; Pereira *et al.*, 1980; Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994) en las razas Romosinuano y Caracú. En la raza Nelore varios autores observaron efecto significativo del mes sobre el intervalo entre partos (Padua, Munari y Watanabe, 1994; Bergmann *et*

al., 1998; Cavalcante *et al.*, 2000 y McManus, Saueressig y Falcao, 2002).

Orden de parto y sexo del ternero. La edad de la vaca u orden de parto ha sido una de las causas de variación en el intervalo entre partos intensamente estudiada y altamente controvertida. Hay consenso respecto a que el primer intervalo entre partos es mayor que los subsiguientes, como lo indican Pereira, Pereira y Lemos (1980) y Pereira, Pereira y Carneiro (1994)

en la raza brasilera Caracú, y Martínez, González y Huertas (1996) en la raza colombiana Sanmartinero.

El efecto atribuido al sexo del ternero como causa de variación del intervalo entre partos ha sido explicado de diferentes maneras: por el nivel nutricional durante y después de la gestación, por la duración de la gestación como reflejo de la duración del período de servicio y por el aumento del número de servicios por concepción. En la raza brasilera Caracú, Pereira, Pereira y Lemos (1980) encontraron que el efecto del sexo del ternero fue altamente significativo: las vacas que parieron machos presentaron un intervalo mayor que las que parieron hembras. En el mismo país, pero en la raza Nelore, Bergmann *et al.* (1998) observaron el mismo efecto.

Heredabilidad de los parámetros reproductivos bovinos

Con relación a la heredabilidad (h^2) del carácter 'edad al primer parto' se reportan resultados de magnitud baja y media, con estimativos entre 0,1 y 0,27 (Dias, De Queiroz y De Albuquerque, 1994; Pereira, Pereira y Carneiro, 1994; Balieiro *et al.*, 1999; Cañón, Alonso y Villa, 2000; Borjas *et al.*, 2001 y Pereira, Eler y Feraz, 2001).

En general, las estimativas de h^2 para el intervalo entre partos son bajas y próximas a cero. En la escasa literatura que existe con respecto a las razas criollas en diferentes países siempre se reportan valores discretos como en la raza Tharparkar de la India (Reddy y Bhatnagar, 1971; Prasad y Prasad, 1972); en la raza Caracú (Pereira, Pereira y Lemos, 1980; Dias, De Queiroz y De Albuquerque, 1994; Pereira, Pereira y Carneiro, 1994), y en la raza Sanmartinero (Manrique *et al.*, 1999); no obstante, Borjas *et al.* (2001) reporta una heredabilidad de 0,27 en la raza Nelore.

Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva en hembras bovinas puede ser evaluada a través del número de servicios por concepción, la edad al primer parto, la duración de los intervalos parto-monta y entre partos. Los días abiertos afectan directamente el intervalo entre partos y, consecuentemente, la eficiencia reproductiva del hato.

Existen algunas fórmulas para medir la eficiencia reproductiva de las hembras individualmente dentro de un hato, entre las que se destacan la de Wilcox (1957). Si la eficiencia reproductiva es de 100%, ello indica que la vaca ha dado un ternero en promedio cada 365 días y si la eficiencia es de 70%, la vaca ha dado un ternero en promedio cada 521 días. En una empresa ganadera de la Orinoquía colombiana dedicada a la explotación de ganado Cebú Brahman se encontró una eficiencia reproductiva del 86% (Ossa *et al.*, 2002).

Entre los aspectos que han determinado la extinción progresiva de las razas criollas latinoamericanas se cuenta la falta de información por parte de los criadores de sus ventajas frente a las razas exóticas europeas y cebuínas. Por tal motivo, es fundamental disponer de información actualizada sobre el valor genético de las razas criollas. Por lo general se encuentra la descripción de los caracteres morfológicos, así como la media de los caracteres productivos y reproductivos; no obstante, hay relativamente pocos reportes que se refieran a los parámetros genéticos, lo cual es esencial para la implementación de planes de mejoramiento genético.

Esta revisión acerca de los factores genéticos y ambientales que influyen sobre algunos caracteres productivos y reproductivos, permite resaltar las ventajas y señalar las desventajas de la raza criolla colombiana Romosinuano, con lo cual se pretende llamar la atención sobre una utilización más amplia de este recurso genético en los hatos del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron estudiados 932 registros de hembras de la raza Romosinuano nacidas en el período entre 1980 y 2001, además de 1.911 datos de intervalo entre partos de la misma raza relativos al período de 1981 a 2003; los bovinos registrados hacen parte del núcleo de conservación de ganado criollo Romosinuano del Centro de Investigación Turipaná de CORPOICA (Cereté, Córdoba). El Centro es de topografía plana y tiene una altitud de 20 m.s.n.m, con temperatura promedio anual de 28°C, humedad relativa entre 79 y 84% y precipitación pluviométrica de 1.120 mm/año. Los pastos predominantes en las praderas son Angleton (*Dichanthium aristatum*) y Tanzania (*Panicum* sp.).

El sistema de monta es natural y restringido a cuatro meses del año, entre abril y julio, con el fin que la estación de nacimientos coincida con el período seco del año en el cual la mortalidad de los terneros es menor. Las novillas son colocadas con los toros cuando alcanzan una edad de dos años; el sistema de apareamiento es circular cíclico y no se permite el apareamiento de toros con grados de parentesco estrecho o de la misma familia de las hembras. Durante la estación de monta el sistema de pastoreo es alterno pero en los demás meses del año se transforma en rotacional; cada potrero tiene una extensión de cinco hectáreas aproximadamente y las vacas y novillas son suplementadas en la época de verano con ensilaje de maíz (*Zea mays*). Se observan escrupulosamente los cuidados sanitarios y profilácticos de rutina.

Los datos fueron analizados por el método de los cuadrados mínimos, a través del procedimiento PROC GLM contenido en el Statiscal Análisis System (SAS®, 1995). El modelo matemático para la edad al primer parto fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + F_j + \varepsilon_{ij}$$

donde,

Y_{ij} : media general

F_j : grupo de efectos fijos (año, mes y sexo del ternero)

ε_{ij} : error experimental.

El modelo matemático para el análisis del intervalo entre partos incluyó los efectos fijos de año y mes del parto, orden del parto y sexo ternero, así:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + M_j + S_k + N_l + \varepsilon_{ijklm}$$

donde,

Y_{ijklm} : intervalo entre partos

μ : media general

A_i : efecto del año del parto (1981, 1982, ..., 2003)

M_j : efecto del mes del parto (enero, febrero, marzo y abril)

S_k : efecto del sexo de la cría (macho y hembra)

N_l : efecto del número de parto (2 , 3 , 4 y ≥ 5)

ε_{ijklm} : efecto del error aleatorio.

El número de partos se agrupó en cuatro clases, así: clase 1 (vacas de segundo

parto), clase 2 (vacas de tercer parto), clase 3 (vacas de cuarto parto) y clase 4 (vacas de 5 y más partos).

Las heredabilidades se obtuvieron directamente a partir de los componentes de varianza, provenientes el programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995).

Para el cálculo de la eficiencia reproductiva se utilizó la fórmula de Wilcox (1957):

$$ER = \frac{365 (N-1)}{D} \times 100$$

donde,

ER : eficiencia reproductiva

N : número de partos de la vaca

D : diferencia en días entre el último y el primer parto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad al primer parto

La media estimada de la edad al primer parto fue de $1.162,297 \pm 4,26$ días (38,21 meses) que corresponden a 932 observaciones de hembras de la raza Romosinuano nacidas en el período de 1980 al 2001. Resultados próximos a estos valores, con edades al primer parto que varían entre 36,95 y 39,50 meses, fueron reportados por Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994) y Pereira, Pereira y Carneiro (1994) en la raza Caracú; Bergmann *et al.* (1998) en la raza Nelore; Ossa (1999) en la raza Costeño con Cuernos; Vargas (1999) en la raza Chino Santandereano y Pereira, Eler y Feraz (2001) en la raza Nelore.

Por otro lado, este resultado es superior a las edades al primer parto encontradas por Bourzat, Idriss y Zeuch (1992) en la raza Kouri; Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994) en la raza Caracú; Durán y Manrique (1999) en la raza Lucerna; Velásquez (1999) en la raza Velásquez; Joshi, Singh y Gandhi (2001) en la raza Sahiwal y Valderrama (2003) en Hartón del Valle, quienes reportan un rango entre 36,0 y 32,22 meses. El resultado hallado para las hembras Romosinuano es inferior a aquellos citados por Padua, Munari y Watanabe (1994) en la raza Nelore; Gómez *et al.* (1996) en Sanmartinero; Gaur, Kaushit y Garg (2002) en la Ongole y Singh *et al.* (2002) en la

raza Deoni; estos estudios revelan una edad al primer parto que oscila entre 39,90 y 55 meses.

La edad al primer parto en este trabajo es adecuada si se considera el sistema de producción basado en pastoreo y el fenotipo criollo, lo que indica además que hay equilibrio de la raza con respecto a su medio ambiente; no obstante, es factible su disminución a través de mejoras en la alimentación y el manejo de las novillas.

Así mismo, la edad al primer parto de las novillas de la raza Romosinuano presenta dependencia de las condiciones climáticas favorables que actúan sobre la disponibilidad de forraje y determinan la producción de leche de las vacas y el crecimiento de sus crías. Además los aspectos ambientales, también pueden influyen las diferencias genéticas del hato ocasionadas por la elección de ciertos animales que se introducen cada año, principalmente cuando se involucra un período largo de estudio. Estos aspectos son, por lo menos en parte, responsables por las variaciones en la edad al primer parto.

En la Tabla 3 se presenta el resumen del análisis de varianza de la edad al primer parto en la vacada Romosinuano del C.I. Turipaná. Se observa que los efectos incluidos en el modelo (año y mes de parto) fueron estadísticamente significativos.

Efecto del año de nacimiento. En el presente trabajo se encontró que el año de nacimiento de la ternera fue una causa estadísticamente significativa ($P < 0,0001$) de la variación de la edad al primer parto, lo cual se observa en la Tabla 3.

El año en que presentó la menor edad al primer parto promedio fue 1997 (1.058,26 días), mientras que en 1982 ocurrió la edad más prolongada (1.363,50 días), lo cual no difirió significativamente de los años 1998, 2000 y 2001. Este efecto se

atribuye a una severa disminución en la cantidad y calidad de los forrajes que son la principal fuente de alimentación de los animales del núcleo de conservación; en efecto, en el Centro de Investigación se presentó crisis en la disponibilidad de las praderas en el período comprendido entre 1997 y 1999.

Los efectos del año sobre la edad al primer parto han sido demostrados por la mayoría de los autores consultados (Pereira, Pereira y Carneiro, 1994; Gómez *et al.*, 1996 y Bergmann *et al.*, 1998). No han podido demostrar esta influencia Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994) ni Padua, Munari y Watanabe (1994).

Efecto del mes de nacimiento. Los efectos provenientes del mes de nacimiento sobre la edad al primer parto pueden derivarse, por lo menos en parte, de las diferencias de alimentación en las épocas de verano e invierno las cuales, a su vez, se reflejan en el crecimiento y reproducción de las novillas. Así, las terneras nacidas en el mes de abril fueron las que presentaron menor edad al primer parto con 1.125 días, con diferencias altamente significativas con relación a las nacidas en los meses de enero, febrero y marzo (1.166, 1.171 y 1.173 días, respectivamente); ello se debe a que las madres paridas en abril encuentran condiciones mejores de alimentación por la abundancia y calidad de los forrajes derivadas de una mayor precipitación. Así mismo, las condiciones favorables del ambiente durante el destete y a los 16 meses de edad ocasionan menos estrés, lo cual se corrobora por la correlación ambiental alta positiva entre el peso al destete y a los 16 meses edad, que tiene como consecuencia que las novillas preñen a menor edad y, por consiguiente, presenten una menor edad al primer parto.

En este estudio se constató un efecto significativo ($P < 0,001$) del mes de naci-

Tabla 3. Análisis de varianza de la edad al primer parto en hembras de la raza Romosinuano.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia
Año	21	209.417,985	5,57	$P < 0,0001$
Mes	3	79.854,410	2,12	$P < 0,001$
Sexo	1	2.454,790	0,07	NS
Error	906	35.068,428		

$r^2 = 0,365$; NS: no significativo.

miento sobre la edad al primer parto. En la literatura consultada pocos trabajos encontraron relación del mes de nacimiento de la novilla sobre la edad al primer parto, a excepción de la raza Caracú (Pereira, Pereira y Lemos, 1980).

Efecto del sexo del ternero. En esta investigación no fue posible demostrar un efecto significativo del sexo de la cría sobre la edad al primer parto, si bien las vacas que parieron hembras superaron a las que parieron machos en 3,35 días; este aspecto puede ser explicado por el peso de los machos al nacer, ya que el peso de la cría es uno de los factores que influyen en la expulsión del feto por parte de la vaca gestante.

Intervalo entre partos

La media de la variable 'intervalo entre partos' entre 1981 y 2003 fue de 433,60 ± 3,18 días, con una desviación estándar de 139,18 días y un coeficiente de variación de 32,10%. En la Tabla 4 se observa el resultado del análisis de varianza aplicado al intervalo entre partos hallado en el núcleo de la raza Romosinuano estudiado y de acuerdo con el modelo planteado.

Este resultado se aproxima a los de Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994), en la raza Caracú y Cavalcante *et al.* (2000) en la raza Nelore. Intervalos entre partos más cortos han sido reportados por los siguientes investigadores: Padua, Munari y Watanabe (1994) y Bergmann *et al.* (1998) en la raza Nelore; Durán y Manrique (1999) en la raza Lucerna; Casas (1989), citado por Álvarez (1999), en la raza Hartón del Valle; Joshi, Singh y Gandhi (2001) en Sahiwal y Velásquez (1999) en la raza Velásquez. En estos estudios el rango reportado va de 374 a 420 días.

Intervalos entre partos superiores al observado en este estudio son citados por

Bourzat, Idriss y Zeuch (1992) en la raza Kouri; Pereira, Pereira y Carneiro (1994) en la raza Caracú; Martínez, González y Huertas (1996) y Martínez (1999) en la raza Sanmartinero; Tobón *et al.* (1996) en la raza Blanco Orejinegro; Balieiro *et al.* (1999) en Cebú Gir; Ossa (1999) en Costeño con Cuernos; Gaur, Kaushit y Garg (2002) en Ongole; McManus, Sauresigg y Falcao (2002) en Cebú Nelore y por Singh *et al.* (2002) en la raza Deoni. El rango de variación en estos estudios fue de 446 a 517 días. Este bajo intervalo entre partos (433,60 ± 3,18 días) corrobora la adaptación de la raza Romosinuano al medio del Valle del Sinú y demuestra su alta eficiencia reproductiva.

Efecto del año de nacimiento. El análisis de varianza demostró que dicha variable ejerció un efecto estadístico significativo ($P < 0,0001$) como causa de variación del intervalo entre partos (Tabla 4). El efecto del año de parto es, básicamente, un reflejo de las condiciones favorables del clima, con implicaciones en la disponibilidad de forrajes. Desde el punto de vista del mejoramiento genético, el efecto del año de nacimiento determina que las comparaciones entre las vacas deben ser hechas dentro de un mismo año, eliminando así el efecto de esta variable en el intervalo entre partos. Entre los autores que observaron efecto del año del parto sobre el intervalo entre partos se pueden mencionar: Pereira, Pereira y Lemos, 1980; Dias, De Queiroz y De Albuquerque, 1994; Padua, Munari y Watanabe, 1994; Gómez *et al.*, 1996; Tobón *et al.*, 1996; Bergmann *et al.*, 1998; Cavalcante *et al.*, 2000 y McManus, Sauresigg y Falcao, 2002. Más aún, en la raza Romosinuano, pero en años diferentes, Hernández, Koch y Dickerson (1971) no hallaron efecto significativo del año de parto sobre el intervalo entre partos.

El año en que se presentó el mayor intervalo entre partos correspondió al 2000 (590,27 días), mientras que los meno-

res intervalos entre partos ocurrieron en 1981 (360,56 días) y 1988 (365,56 días), años entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas que si se presentaron con respecto al año 2000.

Efecto del mes de nacimiento. En cuanto al efecto del mes del parto sobre el intervalo entre partos, el análisis de varianza mostró que esta variable ejerció un efecto estadístico significativo ($P < 0,04$) como causa de variación (Tabla 4). Los efectos atribuidos al mes del parto son consecuencia especialmente de las condiciones de alimentación y manejo dispensados a los animales. En el presente estudio los intervalos entre partos más cortos corresponden a los partos ocurridos en los tres primeros meses de cada año (enero: 428,05; febrero: 424,53 y marzo: 423,82 días) entre los cuales no existió diferencia significativa, como si ocurrió con las vacas que parieron en abril (467,62 días). Parece razonable admitir que las vacas que parieron durante los tres primeros meses de cada año fueron beneficiadas por las condiciones favorables de alimentación a lo largo de sus gestaciones, que les permitieron desarrollar una buena condición física con ocasión del parto. Además de este aspecto, las vacas pierden peso en los tres primeros meses de la lactancia, recuperándose al inicio de la estación lluviosa cuando las condiciones de alimentación son más favorables, lo cual reduce el período de servicio y, consecuentemente, el intervalo entre partos.

Por otro lado, fue evidente que los mayores intervalos entre partos correspondieron a las pariciones del mes de abril. Las vacas paridas al final del verano e inicio del invierno tuvieron intervalos entre partos más largos, posiblemente como consecuencia de las condiciones de alimentación deficientes por las cuales pasaron durante el período del verano, además de la pérdida de peso que acompaña el inicio del amamantamiento; ello prolonga el período de recuperación de las hembras y determina el período de servicio y el intervalo entre partos.

El efecto significativo del mes con relación al intervalo entre partos fue observado por otros investigadores: Hernández, Koch y Dickerson, 1971; Pereira, Pereira y Lemos, 1980; Dias, De Queiroz y De Albuquerque, 1994; Padua, Munari y Watanabe, 1994; Bergmann *et al.* 1998;

Tabla 4. Análisis de varianza del intervalo entre partos en hembras de la raza Romosinuano.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Pr > F
Año	22	178.673,625	9,22	< 0,0001
Mes	3	53.765,97	2,78	< 0,04
Sexo	1	4.7508,89	2,45	0,1175
Número del parto	3	375.400,33	19,38	< 0,0001

$r^2 = 0,468$.

Cavalcante *et al.*, 2000 y McManus, Saure-sigg y Falcao, 2002.

Efecto del orden de parto. El número de parto fue una causa importante de variación en la duración de los intervalos entre partos en la raza Romosinuano ($P < 0,0001$), lo cual se observa en la Tabla 4. Los mayores intervalos entre partos fueron para las vacas entre el 1º y 2º parto (470,38 días). A partir del tercer parto hubo una tendencia de disminución de los intervalos entre partos, los cuales alcanzaron los valores más bajos en las vacas de 5 o más partos (400,59 días). Estos resultados coinciden en las razas Caracú y Sanmartinero según Pereira, Pereira y Lemos (1980), Pereira, Pereira y Carneiro (1994) y Martínez, González y Huertas (1996), quienes estudiaron el efecto del orden del parto sobre el intervalo entre partos de las razas criollas citadas.

Por tanto, se recomienda mayores cuidados, especialmente de manejo y alimentación, para las vacas primíparas a fin de reducir los intervalos entre partos, toda vez que éstos presentan una duración superior a 36,78 días en relación a media estimada en el hato. Dicho valor es el resultado de la diferencia entre el intervalo entre partos de las primíparas (470,38) días menos 433,60 (la media estimada para el hato).

Efecto del sexo del ternero. Aunque las vacas que parieron machos tuvieron una duración del intervalo entre partos superior en 11,31 días frente a las vacas que dieron a luz hembras, dicha diferencia no fue estadísticamente significativa (Tabla 4). Este resultado contradice lo hallado en la raza Caracú en Brasil por Pereira, Pereira y Lemos (1980) y por Bergmann *et al.* (1998) en la raza Cebú Nelore, en la que el efecto fue altamente significativo, aspecto que fue atribuido a las influencias del manejo, el nivel nutricional antes y después de la gestación, y a la duración del período de gestación.

Heredabilidad de la edad al primer parto y del intervalo entre partos

El valor estimado de heredabilidad (h^2) para la edad al primer parto en el núcleo de Romosinuano analizado fue de $0,16 \pm 0,086$, el cual fue semejante a lo encontrado por Dias, De Queiroz y De Albuquerque (1994); Pereira, Pereira y Carneiro (1994); Balieiro *et al.* (1999); Cañón, Alonso y Villa (2000); Bor-

jas *et al.* (2001) y Pereira, Eler y Feraz (2001), con estimativos entre 0,1 y 0,27, como se mencionó en la introducción. Esto significa que la variación de este carácter en el hato Romosinuano del C.I. Turipaná depende en apenas un 16% de las diferencias entre los genotipos de los animales y en el 84% de otras influencias. El mejoramiento de este carácter en dicha población depende básicamente de la implementación de mejoras en las condiciones de alimentación y manejo en general, para que no se genere retardo en la madurez sexual de las novillas.

El estimado de heredabilidad (h^2) para el intervalo entre partos en el hato de conservación de la raza Romosinuano del C.I. Turipaná fue de 0,051, resultado que coincide con los valores cercanos a cero descritos en la literatura consultada (Reddy y Bhatnagar, 1971; Prasad y Prasad, 1972; Pereira, Pereira y Lemos, 1980; Dias, De Queiroz y De Albuquerque, 1994; y Pereira, Pereira y Carneiro (1994). Esto significa que el intervalo entre partos depende en apenas un 5% de las variaciones entre los genotipos de los animales y en un 95% de otras variables. Por tanto, el mejoramiento de este carácter depende, básicamente, de mejores condiciones de alimentación y manejo en general, con el objetivo que las vacas recuperen rápidamente el peso perdido durante el parto y los tres primeros meses de lactancia. No obstante, el único carácter que no debe ser mejorado por selección en esta población, dada su baja heredabilidad, es el intervalo entre partos.

Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva promedio fue del 85,11%, con una desviación estándar de 17,65%, con variaciones individuales que oscilan entre 117,74% y 32,19%. Estos resul-

tados fueron semejantes a los hallados por Ossa *et al.* (2002) en el ganado Brahman.

En la Tabla 5 se muestran los rangos de variación de la eficiencia reproductiva. Se observa que el 65,62% de las vacas presentaron una eficiencia reproductiva superior al 80%, indicando un intervalo entre partos de 456,25 días, inferior al promedio nacional. Apenas el 10,47% de las hembras presentaron una eficiencia reproductiva por debajo del 60%; de aquí su buena calificación.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se pueden formular las siguientes conclusiones, como aporte al conocimiento de la genética de la raza criolla colombiana Romosinuano, y con el fin de establecer algunas pautas de manejo:

- El intervalo entre partos y la edad al primer parto constituyen dos indicadores del comportamiento reproductivo bovino que se encuentran influidos significativamente por fuentes de variación no genéticas.
- Los efectos del año, el mes y el número del parto sobre el intervalo entre partos, así como el efecto del año sobre la edad al primer parto, deben ser considerados en el caso de utilizar esos caracteres como criterios de selección.
- Los estimativos de heredabilidad de los caracteres 'edad al primer parto' e 'intervalo entre partos', presentan valores bajos, lo cual indica que los efectos del medio ambiente influyen en gran medida en la expresión del fenotipo.
- La alta eficiencia reproductiva de las hembras Romosinuano está determinada primordialmente por un bajo intervalo entre partos.

Tabla 5. Eficiencia reproductiva de las hembras Romosinuano en el hato de conservación del C.I. Turipaná (1980-2001).

Intervalos	Número de observaciones	Porcentaje
118 - 101	86	14,77
100 - 90	208	35,73
89 - 80	88	15,12
79 - 70	77	13,23
69 - 60	62	10,65
59 - 50	28	4,81
49 - 40	25	4,29
39 - 30	8	1,37

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Álvarez, F.L.A. 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. Bogotá. pp. 94-103.
- Balieiro, E.S., C.C.J. Pereira, S.R. Verneque, S.C. Pereira, y G.J.A. Bergmann. 1999. Estimativas de parámetros genéticos e de tendencias fenotípica, genéticas e de ambiente de algumas características reprodutivas na raça Gir. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 51(4): 371-376.
- Bergmann, G.J.A., L.S. Gressler, S.C. Pereira, C.C.J. Pereira. 1998. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estacao de monta restrita. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 50(5): 633-645.
- Boldman, K.G., L.A. Kriese, L.D. van Vleck, C.P. van Tassell, 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. Agricultural Department, Agricultural Research Service. 120 p.
- Borjas, A., C. Magnabosco, B.R. Lobo, F.L.A. Becerra y D.R. Sainz. 2001. Variabilidad genética de días al parto y sus relaciones con otros rasgos reproductivos y de crecimiento en hembras Nelore. Memorias XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba. 268 p.
- Bourzat, D., A. Idriss y V. Zeuch. 1992. La race Kouri. Une population bovine en danger d'absorption. FAO - Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales (9): 15-26.
- Cañón, J., L. Alonso y A. Villa. 2000. Las razas bovinas asturianas (Asturiana de los Valles). Memorias V Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas, La Habana, Cuba. Pp. 115-119.
- Cavalcante, A.F., F.R. Martins, C.C. Campello, A.M. Esteves, y M.C. Duraes. 2000. Intervalo de partos em rebanho Nelore na Amazonia Oriental. Rev. Bras. Zootec. 29(5): 1327-1331.
- Dias, C.S.A., A.S. de Queiroz, y G.L. de Alburquerque. 1994. Efeito endogamia em características reprodutivas de bovinos da raça Caracú. Rev. Soc. Bras. Zoot. 23(2): 157-164.
- 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. Bogotá. pp. 104-107.
- Gaur, G.K., S.N. Kaushit y R.C. Garg. 2002. Ongole cattle in India. FAO - Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales 32: 27-34.
- Gómez, S.J., H.F. González, Y.C. Tobón y C.G. Martínez. 1996. Influencias ambientales que afectan el comportamiento productivo del ganado Sanmartinero en la altillanura colombiana: edad al primer parto e intervalo entre partos. En: Memorias 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Bogotá. pp. 511-512.
- Hernández, B.G., R.M. Koch y G.E. Dickerson. 1971. Influencia de algunos factores en el intervalo entre partos en ganado Romosinuano. Mem. Asoc. Latinoam. Prod. Im. 6: 167. (Compendio).
- Joshi, B.K., H. Singh y R.S. Gandhi. 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., C.G. Martínez, H.F. González, y R.H. Huertas. 1999. Seminario Internacional: Caracterización genética y potencial productivo del ganado criollo Sanmartinero. Parámetros genéticos del ganado Sanmartinero. Villavicencio, Meta, mayo 28. pp.26-30.
- 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. Bogotá. 128-138.
- Martínez, C.G., F. González y R.H. Huertas. 1996. Parámetros genéticos y productivos del ganado criollo Sanmartinero en el Piedemonte llanero. Características reproductivas. 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Bogotá. pp. 490-500.
- McManus, C., M.G. Saueressig y A.R. Falcao. 2002. Componentes reproductivos e produtivos no rebanho de corte da EMBRAPA Cerzados. Rev. Bras. Zootec. 31 (2): 648-657.
- 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. Sante fe de Bogotá, septiembre 23 de 1999. Bogotá. pp. 90-93.
- Ossa, G.A., F.L. Moreno, P.C. Manrique, Y.C. Tobón, G.J. Pérez, L.G. Tarazona, R.G. Onofre, H.M. Cipaygauta y V.C. Maldonado. 2002. El mejoramiento genético como instrumento de eficiencia en una empresa de producción bovina. Manual Técnico. CORPOICA, Bogotá. 42 p.
- Padua, T.J., P.D. Munari y F.Y. Watanabe. 1994. Avaliação de efeitos de ambiente e da repetibilidade de características reprodutivas em bovinos da raça Nelore. Rev. Soc. Bras. Zootec. 23(1): 126-132.
- Pereira, E., J.P. Eler, y J.B.S. Feraz. 2001. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 53(1): 1116-1121.
- Pereira, C.C.J., S.C. Pereira, y N.M. Carneiro. 1994. Relação genética entre características reprodutivas e produtivas de um rebanho bovino da raça Caracú. Estimativas de parámetros genéticos. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 46(2): 149-160.
- Pereira, C.C.J., S.C. Pereira, y A.M. Lemos. 1980. Estudo dos fatores ambientes e genéticos relacionados com o intervalo entre partos na raça Caracú. Arq. Esc. Vet. UFMG. 32(1): 81-91.
- Prasad, R.J. y R.P. Prasad. 1972. A study on genetic and phenotypic parameters of some economic characters of Tharparkar cattle. Indian Vet. J. 49(12): 1199-206.
- Reddy, C.E. y D.S. Bhatnagar. 1971. Inheritance of breed efficiency and relationship of age at first calving and first lactation field to breeding efficiency in Tharparkar cattle. Indian J. Dairy. Sci. 24(4): 197-201.
- SAS. 1995. SAS user's guide for Windows environment. 6.08 ed., Cary, SAS Institute Inc.
- Singh, G., A.E. Nivsarkar, G.R. Patil, y K.R. Mitkari. 2002. Deoni cattle breed of India. A study on population dynamic and morphometric characteristic. FAO - Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales 32: 36-43.
- Tobón, Y., C. Franco, M. Mejía, y G. Martínez. 1996. Evaluación de algunos caracteres reproductivos en el ganado Blanco Orejinegro (BON), Cebú y sus cruces en zona de ladera. En: Memorias 3er Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Bogotá. 497 pp.
- Valderrama, R.M. 2003. Ganado Hartón del Valle. En: Memorias Razas criollas y colombianas puras. Bogotá. Ed. Produmedios. pp.109-118.
- Vargas, C.F. 1999. Chino Santandereano. En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. Santafé de Bogotá, septiembre 23 de 1999. pp. 84-89.
- Velásquez, S.J.A. 1999. Potencial genético y productivo del ganado Velásquez. En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. Santafé de Bogotá, septiembre 23 de 1999. pp. 139-144.
- Wilcox, C.J. 1957. An investigation of the inheritance of female reproductive performance and longevity and their interrelationship with a Holstein Friesian herd. J. Dairy Sci. 40(8): 924-947.