

Parámetros genéticos del crecimiento y la reproducción en ganado cebú

Mario Pino Pérez de Utrera* / Danilo Guerra Iglesias**
Dianelys González-Peña***

RESUMEN

Con el propósito de conocer las correlaciones genéticas entre los rasgos de crecimiento en toros y las características reproductivas en vacas cebú de Cuba, se utilizaron 9490 registros de toros que terminaron la prueba de comportamiento en pastoreo, a los cuales se les registró el peso final (PF) a los 18 meses de edad; así mismo se emplearon 13.575 registros de sus medio hermanas, a las que se les registró la edad a la primera inseminación (EPI), la edad al primer parto (EPP) y los servicios por gestación (SXG). Los datos fueron colectados en cinco centros genéticos entre 1988 y 2001. Todos los animales eran hijos de 267 toros. Los valores promedios encontrados fueron 343,3 kg, 26,5 meses, 37,7 meses y 1,76 para PF, EPI, EPP y SXG, respectivamente. Los índices de herencia (h^2)

fueron 0,245, 0,054, 0,091 y 0,021 para PF, EPI, EPP y SXG, respectivamente. Las correlaciones genéticas entre PF y los rasgos reproductivos oscilaron entre -0,216 y -0,340. Entre los caracteres reproductivos, las correlaciones genéticas fueron de 0,544 a 0,982. Se concluyó que los valores de h^2 estimados para el ganado cebú en Cuba están dentro del rango publicado en la literatura internacional y que la selección continuada para el incremento del peso corporal a los 18 meses de edad en los toros no afectaría negativamente la eficiencia reproductiva en las vacas.

Palabras clave: edad al primer parto, cebú, parámetros genéticos, heredabilidad.

* Zootecnista, docente investigador, Especialización en Genética de la Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano UNITROPICO, Yopal, Casanare. Colombia, Correo electrónico: geneticamariopino@gmail.com

** Ingeniero agrónomo. Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical, La Habana. Cuba. Correo electrónico: dg@cima-minag.cu

*** Médico veterinario, Correo electrónico: dg@cima-minag.cu

Fecha de recepción: enero 27 de 2009

Fecha de aprobación: marzo 19 de 2009

ABSTRACT

In order to know the genetic correlations between the growth characteristics in bulls and the reproductive characteristics in Zebu cows of Cuba, 9.490 registries of bulls were used. They finished the test of behavior in pasturing, and to which the final weight (PF) at 18 months of age, and 13.575 registries of their half-sisters was registered with the age to the first insemination (EPI), the age to the first childbirth (EPP) and the services by gestation (SXG). The data were collected in five Genetic Centers between 1988 and 2001. All the animals were children of 267 bulls. The values found averages were of 343,3 kg, 26,5 months, 37,7 months and 1,76 for PF, EPI, EPP and SXG, respectively. The indices of inheritance (h^2) were of 0,245, 0,054, 0,091 and 0,021 for PF, EPI,

EPP and SXG, respectively. The genetic correlations between the reproductive PF and characteristics oscillated between -0,216 and -0,340. Between the reproductive characters, the genetic correlations went from 0,544 to 0,982. One concluded that the values of h^2 considered for Zebú cattle in Cuba are within the rank published in the international literature and that the selection continued for the increase of the corporal weight to the 18 months of age in the bulls would not negatively affect the reproductive efficiency in cows.

Keywords: Genetic age to the first childbirth, Zebu, parameters, heredability.

INTRODUCCIÓN

El ganado Cebú en Cuba, predominantemente Brahman, representa la mayor proporción de bovinos productores de carne, debido a sus características de adaptabilidad y producción en condiciones tropicales extensivas. El país cuenta con 12.000 vacas, aproximadamente, las cuales son registradas en diferentes ganaderías.

Las pruebas de comportamiento en pastoreo del ganado cebú se vienen realizando en Cuba desde principios de la década de los ochenta. Los rasgos que se seleccionan fundamentalmente son el peso al destete (PD) a los siete meses de edad y el peso final (PF) a los 18 meses de edad. Resultados recientes fueron publicados por Guerra *et ál.* (2002) y Menéndez *et ál.* (2005). Aunque las características reproductivas son de gran importancia, presentan bajos índices de herencia, con excepción de la circunferencia escrotal y edad a la pubertad; por consiguiente, muestran una respuesta muy limitada a la selección.

Se han llevado a cabo muchos estudios para encontrar indicadores confiables de la fertilidad en el ganado bovino productor de carne y se ha propuesto una amplia gama de métodos, como la circunferencia escrotal de los toros emparentados con las vacas, edad al primer parto y el intervalo entre partos (Eler *et ál.*, 2002).

Para incorporar rasgos reproductivos como la edad al primer parto en los programas de selección de ganado productor de carne, se requiere la estimación de componentes genéticos que actúan sobre la expresión fenotípica de esa característica, así como su posible correlación genética con otros rasgos de importancia económica (Forni y Albuquerque, 2005).

Las relaciones genéticas entre los rasgos de crecimiento y los reproductivos han sido poco estudiados

en bovinos *Bos indicus*. De hecho, en Cuba no existen estudios en este sentido en la raza cebú. Algunos estudios han mostrado antagonismo entre ellas (Mariane y Zancaner, 1985) y otros han encontrado correlaciones positivas (Meyer *et ál.*, 1991). En general, los resultados de la literatura indican una asociación ligeramente negativa o de cero entre los rasgos de crecimiento y fertilidad.

Los objetivos del presente estudio fueron estimar los componentes de (co)varianza, índices de herencia y correlaciones genéticas entre el peso final a los 18 meses de edad (PF) medido en los toros, la edad a la primera inseminación (EPI), la edad al primer parto (EPP) y los servicios por gestación (SXG) medidos en las vacas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 9.490 registros de crecimiento de toros que terminaron las pruebas de comportamiento en pastoreo, nacidos entre 1988 y 2001, hijos de 267 padres. Se utilizaron además 13.575 registros de vacas primíparas, hijas también de los mismos toros, nacidas el mismo periodo y en los mismos centros de crianza que los toros (medio hermanos). Finalmente, el archivo genealógico quedó conformado por 34.847 individuos. Los terneros fueron destetados a los 7 meses de edad y criados separadamente en condiciones de pastoreo y suplemento de sales minerales. Los toros concluyeron la prueba de comportamiento a los 18 meses de edad y las novillas fueron inseminadas en promedio a los 26,5 meses de edad. El método de reproducción utilizado fue la inseminación artificial durante todo el año.

Los caracteres estudiados fueron el peso final (PF) a los 18 meses de edad, registrado en los toros, y la edad a la primera inseminación (EPI), la edad al primer parto (EPP) y los servicios por gestación (SXG) en las vacas.

Los datos fueron analizados mediante un modelo animal multicarácter (cuatro caracteres). Se utilizó el programa REMLF90 de Misztal (1999), que emplea el procedimiento REML. Los análisis preliminares fueron realizados (SAS, 1996) para determinar los efectos fijos que iban a incluirse en el modelo matemático de efectos mixtos. El modelo para los toros consideró el efecto del grupo de contemporáneos (año-trimestre-centro) y la edad final como covariable lineal y cuadrática, así como el efecto aleatorio del animal propiamente. En el caso de las vacas, el modelo contenía el efecto fijo de grupo de contemporáneos con las mismas características que el de los toros y el efecto aleatorio del animal. No se tuvo en cuenta el efecto del ambiente permanente, ya que en un análisis matemático previo no resultó significativamente importante.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \end{bmatrix}$$

De forma abreviada, $y_i = X_i b_i + Z_i a_i + e_i$

Donde

y_i es el vector de las observaciones para el rasgo i

B_i es el vector de los efectos fijos para el rasgo i

A_i es el vector de los efectos genéticos aditivos aleatorios de los animales para el rasgo i

X_i y Z_i son las matrices de incidencia que relacionan las observaciones a los efectos fijos y aleatorios, respectivamente, para el rasgo i

e_i es un vector de los efectos residuales aleatorios para el rasgo i .

Se asume que

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{var} \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_o \otimes A & 0 \\ 0 & R_o \otimes I \end{bmatrix}$$

Donde

A es la matriz de relaciones genéticas aditivas entre los individuos

\otimes es el producto directo o de Kronecker

G_o es la matriz varianzas-covarianzas genéticas aditivas de orden 4 entre los rasgos involucrados

R_o es una matriz de varianzas-covarianzas de los residuos entre los cuatro rasgos.

Las covarianzas entre los residuos para rasgos medidos en sexos diferentes son iguales a cero. Los valores iniciales para estimar los componentes de (co)varianza para los cuatro rasgos fueron obtenidos realizando análisis para uno y dos rasgos. Como criterio de convergencia se utilizó la diferencia al cuadrado de las medias relativas (10^{-10}) entre soluciones consecutivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan las características generales de la muestra estudiada. Los toros terminaron la prueba con 343,3 kg. Resultados similares observados por Menéndez *et ál.* (2005) en Cuba fueron superiores a la media (297,4 kg) encontrada por Plasse *et ál.* (2002) en ganado Brahman seleccionado durante 30 años en condiciones de pastoreo en Venezuela, y por Nobre *et ál.* (2003) quienes publicaron una media de 279,9 kg a los 517 días en ganado Nelore en pastoreo en Brasil. De igual forma, en ganado Nelore en Brasil, Garnero *et ál.* (2001) registraron un promedio de peso final de 309 kg a los 18 meses de edad.

En relación con las características reproductivas (tabla 1), la EPP fue superior a los 29,7 meses publicados por Pelicioni *et ál.* (1999) y a los 35 meses reportados por Forni y Albuquerque (2005) en vacas Nelore criadas en un sistema extensivo a base de

pastos tropicales y suplemento de minerales, pero inferior a la de 38,3 meses, reportada por Mercadante *et ál.* (2000) en vacas Nelore en Brasil, también en pastoreo.

Tabla 1. Características generales de la muestra estudiada.

Rasgos	N.º Observ.	Media	Desv. est.	CV %
PF (kg)	9490	343,3	62,7	18,3
EPI (meses)	13575	26,5	9,8	36,8
EPP (meses)	13575	37,7	10,1	26,7
SXG	13575	1.76	1.1	61.5

La tabla 2 presenta los componentes de varianza y los índices de herencia (h^2) para los cuatro rasgos en estudio. El valor encontrado de h^2 para PF (0,245) se encuentra dentro del rango en la literatura para *Bos indicus*. Valores superiores fueron publicados por Meyer *et ál.* (1991) en cruces de cebú (0,28) en Australia, Stelzleni *et ál.* (2002) en ganado Brangus (0,53) en Estados Unidos, Marcondes *et ál.* (2000) y Forni y Albuquerque (2005) en vacas Nelore en Brasil (0,30). Plasse *et ál.* (2002) estimaron un valor inferior (0,13) en vacas Brahman en Venezuela.

Con relación a los caracteres reproductivos, en la literatura se reportan bajos índices de herencia para estos rasgos. Sin embargo, Mercadante *et ál.* (2000) encontraron un valor de h^2 para EPP de 0,16; más recientemente Forni y Albuquerque (2005) hallaron entre 0,06 y 0,08, también para la edad al primer par-

to, lo cual es muy similar a los valores encontrados en el presente estudio (0,09).

Algunas investigaciones han evaluado la tasa de gestaciones en vaquillas productoras de carne con el fin de encontrar una característica indicativa de precocidad sexual que pudiera ser incluida en los programas de selección. Se observaron valores de h^2 de 0,05 (Koots *et ál.*, 1994), 0,21 (Doyle *et ál.*, 1996) y 0,30 (Snelling *et ál.*, 1996) para razas europeas o valores superiores (0,53) en vaquillas Nelore (Eler *et ál.*, 2002).

Algunos autores justifican estos bajos índices de herencia debido a que las vacas jóvenes son más vulnerables al estrés nutricional. De todos los caracteres reproductivos estudiados en el presente trabajo, la EPP fue el de mayor h^2 .

Tabla 2. Componentes de varianza e índices de herencia (h^2) de los rasgos estudiados.

Rasgos	σ_A^2 *	σ_e^2 **	h^2
PF	236,9	732	0,245
EPI	3981	68440	0,054
EPP	7000	69950	0,091
SXG	0,022	1.023	0,021

* Varianza genética aditiva

** Varianza residual

En la tabla 3 se presentan las correlaciones genéticas (r_g) entre los rasgos estudiados. Las tres características reproductivas (EPI, EPP y SXG) medidas en las vacas presentan una r_g positiva y alta entre ellas. El mayor valor se obtuvo entre EPI y EPP (0,98). Entre PF medido en los toros y el resto de los caracteres reproductivos medidos en las vacas, la r_g resultó negativa y moderada (entre -0,216 y -0,340).

Estudios de selección en ganado Angus han demostrado que la concentración sérica de IGF-I durante el periodo posdestete es altamente heredable ($h^2 = 0.48$), lo cual sugiere un control genético aditivo importante de este factor de crecimiento (Davis y Simmen, 1997). Si la concentración sérica de IGF-I se asocia al estado de crecimiento y nutricional de los animales, éste podría ser el enlace con el comportamiento reproductivo del ganado (Zulu *et ál.*, 2002), ya que existen evidencias de una correlación genética negativa moderada entre los niveles séricos de IGF-I y la edad al primer parto en vacas Angus, y de su implicación en el desarrollo folicular y la ovulación (Yilmaz *et ál.*, 2004).

Hasta mediados de la década de los ochenta, algunos trabajos publicados indicaron respuestas negativamente correlacionadas para la reproducción cuando se seleccionaba para crecimiento (Barlow, 1978;

Scholtz y Roux, 1986). Sin embargo, Baker y Morris (1984) demostraron que no existen evidencias sólidas sobre los efectos negativos del crecimiento sobre la reproducción.

También MacNeil (1988) encontró que la progenie macho con altas tasas de crecimiento fue producida por las vacas que tendían a ser mas fértiles. Wolfe *et ál.* (1990) concluyeron que la selección para peso al destete y peso final no tiene efectos negativos sobre la edad a la pubertad en novillas productoras de carne; mientras que Swanepoel *et ál.* (1992) sugirieron que no hay antagonismo entre vacas con alta fertilidad y el crecimiento posdestete en sus terneros.

Recientemente Forni y Albuquerque (2005) estudiaron la r_g entre el peso a los 550 días, la edad al primer parto y los días al parto, este último medido como los días transcurridos desde el inicio de la temporada de apareamiento hasta el parto, y hallaron una correlación genética de -0.02 entre el peso y los caracteres reproductivos; concluyeron que la selección para peso no debe afectar el comportamiento reproductivo de las vacas. También recientemente, en ganado Nelore en Brasil, Mercadante *et ál.* (2003) concluyeron que la selección para peso corporal no comprometía el comportamiento reproductivo de las vacas.

Tabla 3. Correlaciones genéticas entre los rasgos estudiados.

Rasgos	EPI	EPP	SXG
PF	-0,325	-0,340	-0,216
EPI		0,982	0,544
EPP			0,625

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que no existen asociaciones desfavorables entre los rasgos de crecimiento y reproducción en el ganado cebú en las condiciones tropicales de Cuba; por tanto, la selección para crecimiento

en los toros no compromete el comportamiento reproductivo en las vacas y la selección conjunta para PF y EPP mejoraría ambos rasgos. Estos caracteres parecen indicadores deseables para ser incorporados en un esquema de selección que utilice el BLUP, modelo animal multirácter, para la evaluación genética del ganado cebú.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker, R. L. and Morris, C. A. "A review of correlated response to weight selection in beef cattle under different management and climatic conditions". Proc. 2nd World Congr. Sheep and Beef Cattle Breeding. Pretoria, South Africa, 1984, 236.
- Barlow, R. "Biological ramifications of selection for preweaning growth in cattle". A review. Anim Breed. Abst. 46 (1978): 469-494.
- Davis, M. E. and Simmen, R.C.M. "Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor I concentration and performance traits in Angus beef cattle". J. Anim. Sci. 75 (1997):317-324.
- Doyle, S. P., Green, R.D., B. L. Golden, G. L. Mathiews, C. R. Comstock, and D. G. LeFever. "Genetic parameter estimates for heifer pregnancy rate and subsequent rebreeding rate in Angus cattle. J. Anim. Sci. 74. Suppl. 1 (1996):117.
- Eler, J. P., J. A. V. Silva, J. B. S. Ferraz, F. Dias, H. N. Oliveira, J. L. Evans, and B. L. Golden. "Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers". J. Anim. Sci. 80 (2002): 951-954.
- Forni, S. and Albuquerque, L. G. "Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle". J. Anim. Sci. 83 (2005):1511-1515.
- Garnero, A. V., Gunski, R.J., Schwengber, E.B. y Lobo, R.B. "Comparación entre criterios de selección para características de crecimiento correlacionados con edad al primer parto en la raza Nelore". Liv. Res. Rural Dev. 13 (2001):1-10.
- Guerra, D., Rodríguez, M., Ramos, F., Planas, T., Ortiz, J., Torres, J. A. y Falcón, R. "Evaluación genética de las razas de carne en Cuba". II Cong. Intern. de Mejora Animal, 18-22 nov., no. 561, 4 pag. 2002.
- Holm, B., Bakken, M., Klemetsdal, G. and Vangen, O. "Genetic correlations between reproduction and production traits in swine". J. Anim. Sci. 82 (2004):3458-3464.
- Koots, K. R., J. P. Gibson, C. Smith, and J. W. Wilton. "Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability". Anim. Breed. Abstr. 62 (1994):309-338.
- MacNeil, M. D. "Consequences of selection for growth and tissue development on maternal qualities". Proc. 3rd World Congr. Sheep Beef Cattle Breed. 1 (1988): 415.
- Mariante, A.S., Zancaner, A. Crescimento e reprodução em gado Nelore. Visão do criador e do pesquisador. São Paulo: Ed. Dos Criadores, 1985.
- Menéndez Buxadera, A., Guerra, D., Planas, T. y Ramos, F. "Factores que afectan el crecimiento de machos jóvenes de la raza Cebú en prueba de comportamiento en condiciones de pastoreo". Rev. Cubana de Cienc. Agri. (en prensa). 2004.
- Mercadante, M.E.Z, Lobo, R.B., Oliveira, H.N. "Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore". Rev. Brás. Zootec. 29 (2002): 997-1004.
- Mercadante, M. E. Z., Packer, I. U., Razook, A. G., Cyrillo, J. N. S. G. and Figueiredo, L. A. "Direct and correlated response to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows". J. Anim. Sci. 81 (2003): 376-384.
- Meyer, K., Hammond, K. Mackinnon, M.J. "Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle". J. Anim. Sci. 69 (1991):3533-3543.
- Misztal, I. REMLF90 manual. 1999. 20 de nov. De 2003. URL:<ftp://nce.ads.uga.edu/pub/ignacy/blupf90/accesed>

- Nobre, P.R.C., Misztal, I., Tsuruta, S., Bertrand, J.K., da Silva, L.O.C. and Lopes, P.S. "Analysis of growth curves of Nelore cattle by multiple-trait and random regression models". *J. Anim. Sci.* 81 (2003):918-926.
- Pelicioni, L.C., de Souza, C.A., Querroz, S.A. "Avaliação do desempenho ao primeiro parto de femeas Nelore e F1". *Rev. bras. Zootec.* 28 (1999):729-734.
- Plasse, D., Verde, O., Fossi, H., Romero, R., Hoogesteijn, R., Bastidas, P. and Bastardo, J. (Co)variance components, genetics parameters and annual trends for calf weights in a pedigree Brahman herd under selection for three decades. *J. Anim. Breed. Genet.* 119 (2002):141-153.
- SAS. SAS/STAT V 6.12 User`s Guide: Statistics. Cary, NC: SAS Institute, 1996
- Scholtz, M. M. and Roux, C. Z. "Correlated response to selection for growth, size and efficiency". *Proc. 2nd World Cong. Sheep and Beef Cattle Breeding, Pretoria, South África.* (1984): 433-443.
- Snelling, W. M., M. D. MacNeil, and B. L. Golden. "Application of continuous and binary trait methods to reproductive measures of Hereford cattle". *J. Anim. Sci.* 74. Suppl. 1(1996):115.
- Stelzleni, A. M., T. L. Perkins, A. H. Brown, Jr., F. W. Pohlman, Z. B. Johnson, and B. A. Sandelin. "Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle". *J. Anim. Sci.* 80 (2002):3150-3153.
- Swanepoel, F. J. C., Seifert, G. W. and Lubout, S. "The relationship of lifetimes fertility of Bonsmara cows with growth and scrotal circumference of their calves". *Proc. 10th Augt. Ass. Anim. And Gen. Rockhampton, Queensland, Austrália.* 1992.
- Wolfe, E. M. W., Stumpf, T.T., Wolfe, P.L., Day, M. L., Koch, R. M. and Kinder, J. E. "Effect of selection for growth traits on age and weight at puberty in bovine female". *J. Anim. Sci.* 68 (1990): 1597-1602.
- Yilmaz A., M. E. Davis, and R. C. M. Simmen. "Estimation of (co)variance components for reproductive traits in Angus beef cattle divergently selected for blood serum IGF-I concentration". *J. Anim. Sci.* 82 (2004): 2285-2292.
- Zulu, V. C., T. Nakao, and Y. Sawamukai. "Insulin-like growth factor-I as a possible hormonal mediator of nutritional regulation of reproduction in cattle". *J. Vet. Med. Sci.* 64 (2002): 657-665.