

**PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES REPRODUCTIVOS DE
VACAS BRAHMAN EN UN HATO DEL SURESTE DE MÉXICO**

[GENETIC PARAMETERS FOR REPRODUCTIVE TRAITS IN BRAHMAN
COWS FROM SOUTHEAST MEXICO]

R.J. Estrada-León*, J.G. Magaña y J.C. Segura-Correa

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán,
Apdo 4-116, Itzimmá, Mérida Yucatán, México. e-mail: restradal@hotmail.com*

** Corresponding author*

RESUMEN

Se estimaron los componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en un hato de vacas Brahman del Estado de Yucatán, utilizando procedimientos de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) ajustando un modelo animal divariado. Para la EPP, los efectos fijos incluidos al modelo fueron época-año de nacimiento y para IEP, número de parto, el grupo contemporáneo de parto (época-año-sexo del becerro) y la edad de la vaca al parto como covariable. Las medias estimadas y desviaciones estándares fueron de 1091±147 días para EPP y de 456±125 días para IEP. Las heredabilidades (h^2) estimadas fueron de 0.46±0.14 y de 0.15±0.07 para EPP e IEP respectivamente. Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre ambas características fueron de 0.32 y 0.05, respectivamente. Las heredabilidades estimadas en el presente trabajo, se consideraron de moderadas a bajas, lo que indica una posible ganancia genética considerable a través de selección para EPP y una mejora lenta pero constante y permanente a través del tiempo para IEP.

Palabras clave: Parámetros genéticos, caracteres reproductivos, Brahman, trópico, México.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas de producción de carne bovina en los trópicos, para ser más competitivos en el mercado, deben aumentar su productividad, no solo a través de mejoras en el ambiente de producción, sino también mejorando el potencial genético de los animales utilizando criterios de selección sobre caracteres productivos, así como también sobre caracteres funcionales (reproducción de las vacas), los cuales aunque no influyen de manera directa sobre los ingresos económicos, si repercuten sobre la eficiencia económica del sistema de producción (Dickerson,

SUMMARY

(Co)variance components and genetic parameters for age at first calving (EPP) and calving interval (IEP) were estimated in a cow Brahman herd in Yucatan state, Mexico, using Restricted Maximum Likelihood (REML) procedures, fitting two-traits animal model. For EPP, the fixed effects included in the model were season-year of birth and for IEP, parity number, contemporary group of calving (season-year-sex of the calf) and cow age at calving as a covariate. Least squares means and standard deviations were 1091±147 days for EPP and 456±125 days for IEP. Heritabilities (h^2) estimated were 0.46±0.14 and 0.15±0.07 for EPP and IEP respectively. Genetic and phenotypic correlations for both traits were 0.32 and 0.05, respectively. Heritabilities estimated are considered from moderate to low, indicating that genetic gain could be achieved through selection for EPP and a slow improvement but constant and permanent through the time for IEP.

Key words: Genetic parameters, reproductive traits, Brahman, tropics, Mexico.

1970; Philipsson, 1981; Rauw, et al., 1998). Indicadores del desempeño reproductivo como la edad al primer parto y el intervalo entre partos, son de gran importancia económica y ampliamente utilizados en la evaluación fenotípica de las vacas de carne, en especial en sistemas de reproducción sin la utilización de épocas de empadre restringidas (Rust and Groenveld, 2001). Además, se ha estimado que las vacas que inician su actividad reproductiva a temprana edad, tendrán una mayor cantidad de partos a lo largo de su vida y proporcionarán animales de reemplazo en un período menor, lo cual es benéfico para un programa de selección; de manera similar un menor

intervalo entre partos incrementa el número de becerros nacidos por año en el hato, aspecto deseable en la producción del ganado de carne (Philipsson, 1981; Taller, 1997; Rust and Groenveld, 2001).

En los trópicos la principal población de ganado bovino corresponde a las razas *Bos indicus*, entre las que sobresale la raza Brahman. Uno de los principales factores que limitan la expresión fenotípica de este ganado en los trópicos son las fluctuaciones nutricionales, que comprometen las funciones endocrinas relacionadas con la fertilidad y se han recomendado alternativas ambientales de manejo para solucionarlas (Randel, et al., 1990; Delgado, et al., 2004). Sin embargo, para lograr una mejora genética de los caracteres reproductivos de dicho ganado en los trópicos, es necesario conocer la variabilidad genética de los mismos y como éstos se relacionan genética y fenotípicamente; información sobre esos parámetros genéticos y sus relaciones en los trópicos y con razas *Bos indicus* son escasas (Braga, 1998; Rust and Groenveld, 2001) Por lo tanto, el presente trabajo, tiene como objetivos estimar los componentes de (Co)varianza, parámetros genéticos y correlaciones genéticas de la edad al primer parto y el intervalo entre partos de vacas Brahman en el Estado de Yucatán.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la información.

Para el presente trabajo, se recopilaron los datos correspondientes a los registros de campo asentados en tarjetas individuales con las fichas reproductivas en un hato de ganado Brahman, afiliado a la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC) ubicado en la zona oriente del Estado de Yucatán; cuyo clima es tropical subhúmedo con lluvias en verano (AW_0), una precipitación pluvial media anual de 1105 mm (400-1300 mm), una humedad relativa cercana al 78% y una temperatura media anual de 25.8°C (24-28 °C).

El hato estaba libre de Brucelosis y Tuberculosis y ha sido una fuente importante de sementales y vientres para otros hatos ubicados en el trópico de México e inclusive para algunos países de Centroamérica. Los animales se vacunaban contra las enfermedades endémicas de la región y se desparasitaban contra parásitos externos una vez al mes.

Los animales se manejaron durante todo el año en un sistema de pastoreo rotacional en praderas de Guinea (*Panicum maximum*) con una carga animal de una vaca y su becerro por hectárea al año; y durante las épocas críticas o de secas (febrero a mayo) se suplementaron con pasto de corte Taiwán (*Pennisetum purpureum*), pollinaza y melaza. La reproducción en los hatos se realizó través de un empadre continuo

durante todo el año. Las novillas se introdujeron al hato reproductivo a partir de los 380 kg de peso vivo, utilizándose un toro para 25 novillas. Las vacas se manejaron en otro lote y fueron manejadas a través de inseminación artificial y monta controlada durante todo el año con semen y toros importados del estado de Texas (EUA) o descendientes de los mismos. Una vez al año a los toros se les evaluaba su aptitud reproductiva por medio de la evaluación seminal y capacidad de monta.

Los datos utilizados en el presente trabajo, corresponden a tres generaciones de animales, identificándose 17 abuelos, 56 abuelas, 34 sementales y 361 madres de 450 vacas Brahman con datos, nacidas en el periodo comprendido de 1985 al 2000, completándose una matriz de parentesco de 817 animales. En promedio cada semental tuvo al menos 10 hijas. Con base en los registros recopilados se calcularon las variables reproductivas estudiadas: edad al primer parto (EPP, $n=450$) e intervalo entre partos (IEP, $n= 1555$).

Análisis estadístico

Para obtener los componentes de (co)varianza y los valores genéticos se utilizó el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (REML), ajustando un modelo animal divariado mediante el programa DFREML (Meyer, 1998). La inclusión de los efectos fijos al modelo, se realizó mediante un análisis previo a través del procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (2002). El modelo mixto para IEP incluyó el número de parto de la vaca (1-7), el grupo contemporáneo de parto (época-año-sexo de la cría) donde se consideraron tres épocas (lluvias, nortes y secas) 15 años (1988-2002) y 2 sexos (machos y hembras) como efectos fijos, el efecto lineal y cuadrático de edad de la vaca al parto (covariable) así como también, los efectos aditivos directos (a_1), los efectos ambientales permanentes de la vaca (pe) y el error (e) como aleatorios. El modelo mixto utilizado para la variable EPP incluyó los efectos de época-año de nacimiento como fijos y los efectos aditivos directos (a_2) y el error (e) como aleatorios.

En principio se corrieron los modelos de manera individual con la finalidad de ajustar las varianzas y obtener los valores de inicio para el análisis divariado, el cual incluyó la (co)varianza entre los efectos genéticos aditivos directos {con (a_1, a_2) $\neq 0$ } (Meyer, 1991).

Se realizaron varios análisis y se asumió convergencia cuando la variación de los valores de la función verosimilitud ($-2\log L$) fue menor que 10^{-8} .

El modelo animal utilizado para estimar los

parámetros genéticos expresado en notación matricial fue:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{pe1} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Donde:

y_1 = vector que contiene las observaciones de IEP;
 y_2 = vector que contiene las observaciones de EPP;
 X_1 = matriz de incidencia que asocia b_1 con y_1 ;
 X_2 = matriz de incidencia que asocia b_2 con y_2 ;
 b_1 = vector que contiene los efectos fijos para y_1 ;
 b_2 = vector que contiene los efectos fijos para y_2 ;
 Z_{a1} = matriz de incidencia que asocia a_1 con y_1 ;
 Z_{a2} = matriz de incidencia que asocia a_2 con y_2 ;
 a_1 = vector de los valores de crianza de los efectos genéticos directos para y_1 ;
 a_2 = vector de los valores de crianza de los efectos genéticos directos para y_2 ;
 Z_{pe1} = matriz de incidencia que asocia pe_1 con y_1 ;
 pe_1 = vector que contiene los efectos ambientales permanentes de la vaca para y_1 ;
 e_1 = vector de efectos residuales aleatorios y_1 ;
 e_2 = vector de efectos residuales aleatorios y_2 .

RESULTADOS

Las medias y desviaciones estándares estimadas en el presente trabajo fueron de 1091 ± 147 días para EPP con un coeficiente de variación de 13.5% y de 456 ± 125 días para IEP con un coeficiente de variación de 27.4%.

Los componentes de (co)varianza, parámetros genéticos, así como las correlaciones genéticas y fenotípicas se presentan en el Cuadro 1.

Los efectos aditivos fueron mayores para EPP en comparación con IEP, las heredabilidades (h^2) fueron de 0.46 y 0.15 respectivamente.

Los efectos ambientales permanentes (p), para el IEP no fueron importantes ya que se estimó un valor de 0. Así mismo, no se encontró una asociación fenotípica importante entre la EPP e IEP (correlación de 0.05), pero por el contrario, se encontró una correlación genética positiva importante (0.32).

DISCUSIÓN

Los valores medios estimados de 1091 ± 147 días para EPP en el presente trabajo, se encuentran dentro del rango reportado para ganado cebuino de las razas Brahman, Indobrasil y Cebú comercial (de 1038 a 1101) y de 456 ± 125 días para IEP, ligeramente mayor al rango reportado para las mismas razas en el sureste de México (de 425 a 434 días) (Magaña y Segura-Correa, 2001).

La heredabilidad estimada para EPP de 0.46 ± 0.14 , es mayor a la reportada para las razas Nelore y Guzarat, en Brazil de 0.16 a 0.28 (Braga, 1998; Mercadante, et al., 2000; Talarico, et al., 2004); para ganado Criollo en Costa Rica de 0.28 (Casas y Tewolde, 2001) y para otras razas cárnicas, las cuales se encuentran en un rango de 0.09 a 0.40 (Rust y Groeneveld, 2001; Roughsedge et al., 2005). Sin embargo, fue similar a la reportada por Magaña y Segura (1997) de 0.46 para ganado Cebuino en el sureste de México. El valor de la heredabilidad encontrado para EPP es moderado y puede responder favorablemente a la selección para mejorar el desempeño reproductivo temprano del ganado Brahman, por lo tanto su utilización como criterio de selección es justificable bajo condiciones de manejo similares a las del presente estudio.

Cuadro 1. Componentes de (Co)varianza y parámetros genéticos para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) de vacas Brahman en Yucatán.

Característica	σ_a^2	σ_c^2	σ_e^2	σ_p^2	h^2	r_g	r_p
EPP	4003.4		4580.2	8583.6	$0.46 \pm .14$	0.32	0.05
IEP	1743.0	0.00357	9870.1	11613.0	$0.15 \pm .07$		
Covarianza	851.12		-355.92	495.2			

σ_a^2 = Varianza genética aditiva σ_c^2 = Varianza efectos ambientales permanentes; σ_e^2 = Varianza del error;
 σ_p^2 = Varianza fenotípica; h^2 = Heredabilidad; r_g = correlación genética; r_p = correlación fenotípica.

Con relación al IEP, la heredabilidad estimada en el presente trabajo de 0.15 ± 0.07 , fue mayor a la reportada para diversas razas cárnicas tanto del tipo *Bos indicus* como *Bos taurus* que se encuentran, por ejemplo, en Sudáfrica entre un rango de 0.01 a 0.07 (Rust y Groeneveld, 2001), y ligeramente mayor al rango reportado para razas europeas cárnicas en España y Reino Unido de 0.09 a 0.125 (Gutierrez, et al., 2002; Roughsedge et al., 2005) y similar a la reportada para Guzerat en Brasil de 0.14 (Braga, 1998). Sin embargo, en general, estas estimaciones son consideradas bajas. Estos valores bajos de heredabilidad indican que la respuesta a la selección directa para el intervalo entre partos será pobre. Adicionalmente, el valor de la repetibilidad estimada también baja o inexistente sugieren que las diferencias fenotípicas son debidas principalmente por efectos ambientales temporales y acciones de manejo están más involucradas para su mejora como señalaron y demostraron Randel et al., (1990) y Delgado et al., (2004) con el ganado Cebuino en los trópicos.

La correlación genética encontrada entre ambas características de 0.32, es mayor a la reportada por Braga (1998) de 0.10 para Guzerat en Brasil y a la reportada por Gutierrez, et al., (2002) para la raza Austriana en España. Sin embargo, fue menor a la reportada para la raza Nelore en Brasil por Mecedante et al., (2000) de 0.53. Ésta correlación indica que vacas que paren por primera vez a menor edad tendrán un mejor desempeño reproductivo subsecuente, o sea, menores intervalos entre partos, lo cual es muy favorable para mejorar el desempeño reproductivo de las vacas Brahman en el trópico y en la región del presente estudio.

La existencia de esta correlación genética entre la EPP e IEP, permite sugerir la utilización de la EPP como un criterio de selección para mejorar el desempeño reproductivo de las vacas Brahman.

CONCLUSIONES

Las heredabilidades estimadas en el presente trabajo, se encuentran de moderadas a bajas, siendo más importante para EPP, lo que indicaría una posible ganancia genética considerable al ser utilizada como criterio de selección para el ganado Brahman en Yucatán; de manera similar incluir al IEP en un programa de mejora genética, debido a su baja heredabilidad, se traduciría en una mejora lenta pero constante y permanente a través del tiempo. Sin embargo, mejorar genéticamente EPP tendría un efecto correlacionado de mejora para IEP, debido a la correlación genética positiva estimada.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT (S52801-Z) y Fundación Produce Yucatán AC por el financiamiento para la realización del presente trabajo y el primer autor agradece al CONACYT por la beca otorgada para la realización de estudios de Posgrado. También se agradece al Ing. Carlos Peraza Canto por las facilidades otorgadas para el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Braga, L.R. 1998. Genetic parameters for reproductive traits of zebu cows in the semi-arid region of Brazil. *Livestock Production Science* 55: 245-248.
- Casas, E.; Tewolde, A. 2001. Evaluación de las características relacionadas con la eficiencia reproductiva de genotipos criollos de carne en el trópico húmedo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9: 68-73.
- Dickerson, G.E. 1970. Efficiency of animal production-molding the biological components. *Journal of Animal Science* 27: 849-859.
- Delgado, R.; Magaña, J.G.; Galina, C.; Segura J.C. 2004. Effect of body condition at calving and its change during early lactation on postpartum reproductive performance of Zebu cows in a tropical environment. *Journal of Applied Animal Science* 26: 23-28.
- Gutierrez, J.P.; Alvarez, I.; Fernández, I.; Royo, L.J.; Díez, J.; Goyache, F. 2002. Genetic relationship between calving date, calving interval, age at first calving and type traits in beef cattle. *Livestock Production Science* 78: 215-222.
- Magaña, J.G.; Segura J.C. 1997. Heritability and factors affecting growth traits and age at first calving of zebu beef heifers in south-eastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 29: 185-192.
- Magaña, J.G.; Segura-Correa, J.C. 2001. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Brown Swiss and Zebu related breeds in south-eastern México. *Livestock Research for Rural Development*. Disponible en: www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/5/maga135.html. Accesado el 25 de marzo de 2006.

- Mercadante, Z.M.; Barbosa, L.R.; Nunes de Oliveira, H. 2000. Estimativas de (Co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 997-1004.
- Meyer, K. 1998. DFREML Version 3.0 User notes. <http://agbu.une.edu.au/~kmeyer/dfreml.html>.
- Philipsson, J. 1981. Genetic aspects of female fertility in dairy cattle. *Livestock Production Science* 8: 307-319.
- Randel, R.D.; Neverdorft, D.A.; Velez, J.J. 1990. Effect of uterine manipulation on postpartum fertility of Brahman cows and first-calf heifers. *Journal of Animal Science Suppl.* 68: 13-21.
- Rauw, W.M.; Kanis, E.; Noordhuizen-Staten, E.N.; Grommers, F.S. 1998. Undesirable side effects of selection of high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56: 15-33.
- Roughsedge, T.; Amer, P.R.; Thompson, R; Simm, G. 2005. Genetic parameters for maternal breeding goal in beef production. *Journal of Animal Science* 83: 2319-2329.
- Rust, T., Groeneveld, E. 2001. Variance component estimation on female fertility traits in beef cattle. *South African Journal of Animal Science* 3:131-141.
- Talarico, D.L.; El, F.L.; Albuquerque, G.L. 2004. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 3: 97-102.
- Taller, G. 1997. Genetic and Breeding for fertility. *Proceedings of international workshop on genetic improvement of functional traits in cattle; fertility and reproduction.* Grub, Germany, November 23-25. *Bulletin no. 18:* 55-61.
- Roughsedge, T.; Amer, P.R.; Thompson, R; Simm, G. 2005. Genetic parameters for maternal breeding

*Submitted November 14, 2007 – Accepted June 04, 2008
Revised received June 14, 2008*