

TENDENCIAS GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS DE CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN EL GANADO BRAHMAN DE REGISTRO DE MÉXICO.

Genetic and Phenotypic Trends for Growing Traits of Registered Brahman Cattle in Mexico.

Gaspar Manuel Parra-Bracamonte, Juan Carlos Martínez-González, Francisco Javier García-Esquivel, Arnoldo González-Reyna, Florencio Briones-Encinia y Eugenia Guadalupe Cienfuegos-Rivas

Universidad Autónoma de Tamaulipas. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. División de Estudios de Postgrado e Investigación-UAMAC-UAT. Centro Universitario Adolfo López Mateos. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, CP 87149. Tel y Fax: (+834) 318 1721, 318 1800 ext. 2119 E-mail: jmartinez@uat.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue estimar las tendencias fenotípicas y genéticas para las características de crecimiento: peso al nacimiento (PN), peso al destete (P205), peso al año (P365) y peso a los 550 días (P550), en ganado Brahman de registro de México. Los datos correspondieron a 23.570 registros de pesos de becerros que se encontraban en el Programa de Control de Desarrollo Ponderal (PCDP) de la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC). Para las tendencias fenotípicas se utilizaron los promedios ajustados de las variables por el año de nacimiento; y para las tendencias genéticas fueron ajustadas las medias de los valores genéticos predichos (VGP) por año de nacimiento. Los períodos ajustados fueron de 1993 a 2003. Los VGP se estimaron mediante las diferencias esperadas de progenie (DEP's) obtenidas en un estudio previo. Todos los ajustes de cambio fenotípico fueron significativos ($P < 0,05$), resultando de 0,142; 2,134; 8,570 y 12,820 kg/año para PN, P205, P365 y P550, respectivamente. Para las tendencias genéticas directas, se obtuvieron cambios significativos para P205 y P550 ($P < 0,05$); y las estimaciones fueron, 1 g/año para PN; 191 g/año para P205; 262 g/año para P365; y 608 g/año para P550, respectivamente. Para el cambio genético materno, el cambio anual fue significativo solo para P365 y P550 ($P < 0,05$); las estimaciones para este cambio fue de $2,09^{-6}$; -1; 13; y 36 g/año para PN, P205, P365 y P550, respectivamente. Los cambios, tanto fenotípicos como genéticos, coinciden con la implementación del PCDP, sobre todo, durante el período postdestete. Se puede considerar que

el cambio genético en el período estudiado ha sido pequeño pero positivo, por lo tanto, el considerar VGP o las DEP's para estimar los cambios obtenidos como criterios de selección incrementarán la posibilidad de obtener un mayor progreso genético del que se obtendría si se emplean solo criterios fenotípicos.

Palabras clave: Tendencias genéticas, tendencias fenotípicas, DEP's, Brahman.

ABSTRACT

The objectives of the present study were to calculate phenotypic and genetic trend lines for birth weight (PN), and age corrected weaning weight (P205), yearling (P365) and at 550 days (P550). Weights of registered Brahman cattle in Mexico, years included 1993 to 2003, corresponded to the weights control program of the Mexican Association of Zebu Breeders (AMCC). The expected breeding values for genetic trends were estimated with the expected progeny differences (EPD's) from a previous study. Annual phenotypic trends were significantly ($P < 0.05$), with the phenotypic change estimate for PN, P205, P365 and P550 of 0.142; 2.134; 8.759 and 12.820 kg/year, respectively. Annual direct genetic trends were significant ($P < 0.05$) only for P205 and P550. Genetic change estimates was: 1 g/year for PN; 191 g/year for P205, 262 g/year for P365, and 608 g/year for P550. Genetic maternal trends were only significant ($P < 0.05$) for P365 and P550. The estimates of the annual changes were 2.09^{-6} , -1.0, 13.0 and 36.0 g/year for PN, P205, P365 and P550, respectively. Both phenotypic and genetic direct annual trends seem to match with the PCDP implementation, mainly in postweaning traits. The

annual change in the evaluated period has been positive but small. The use of breeding strategies based on expected progeny differences would increase significantly the possibility of higher genetic progress but using only phenotypic criteria.

Key words: Genetic trends, phenotypic trends, EPD's, Brahman.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente, el 25% del territorio nacional Mexicano está conformado por áreas tropicales (húmedas, subhúmedas y secas), con características muy particulares de ambiente en las cuales los sistemas de producción bovina predominantes son los de carne y doble propósito. Estos sistemas basan su producción en ganado Cebú (*Bos indicus*) siendo la raza Brahman la más popular y numerosa. En la fundación de esta raza, de origen norteamericano, intervinieron principalmente las razas Guzerat y Nelore, con cierta proporción de otras razas cebuinas y europeas [18].

En México, la ganadería de carne ha mostrado un avance gradual, contando actualmente con excelentes ejemplares cebuinos, considerados como representativos de su raza [1]. Sin embargo, aún se depende de la importación de germoplasma extranjero, como una estrategia para mejorar el recurso genético de los hatos.

Actualmente, los objetivos de la asociación que registra ejemplares de esta raza se orientan hacia características de crecimiento, que son relativamente fáciles de registrar a nivel de campo y de reunir en bases de datos que consecuentemente pueden ser analizadas [2].

Se han indicado las ventajas de contar con esquemas de selección basados en la estimación de las Diferencias Esperadas de la Progenie o DEP's [20], las cuales incrementan la probabilidad de efectuar una selección más exacta que si se realizara solamente con datos fenotípicos [5].

Las tendencias genéticas ayudan a entender principalmente el efecto que tiene la selección [7,8] (en caso de que haya existido), a través de los años, en sistemas de producción; esto es fundamental, sobre todo en ganado de carne, donde la evaluación de las tendencias anuales puede ayudar a establecer una base para justificar la toma de decisiones en los programas de selección, manejo, nutrición, sanidad, etc., con el fin de corregirlos si los resultados lo sugieren [16].

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue, ajustar las líneas de tendencia para describir el cambio fenotípico y genético observado en variables de crecimiento de ganado Brahman de registro en México durante el período de 1993 a 2003.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuente de datos: El estudio fue realizado con datos de pesajes provenientes del Programa de Control de Desarrollo

Ponderal (PCDP) de la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú [2], correspondientes a becerros de la raza Brahman nacidos entre 1993 y 2003.

Los hatos de ganado Brahman se encuentran principalmente en las regiones tropicales de México. Los animales en estudio, de acuerdo con cada criador, son mantenidos en condiciones de pastoreo, semiestabulación o estabulación. Una descripción más extensa sobre el manejo de estos hatos ha sido presentada previamente [2,9,12].

Edición de datos: Las variables de crecimiento consideradas en este estudio fueron: peso al nacimiento (PN), peso al destete (P205), peso al año (P365) y peso a los 550 días (P550).

La base de datos original fue editada asignando a los registros de los animales números aleatorios para proveer un registro secuencial de padres e hijos. Se eliminaron registros incompletos de animales, así como aquellos con padre o madre desconocidos. Para los registros productivos fueron eliminados datos extremos de la media \pm dos desviaciones estándar o que fisiológicamente fueran imposibles. Las variables P205, P365 y P550, fueron ajustadas de acuerdo a las fórmulas recomendadas por la Federación de Mejora de Ganado de Carne, BIF por sus siglas en inglés [3].

Modelo y análisis estadísticos: El modelo para cada variable incluyó al grupo contemporáneo (hato, sexo del animal, año y época de nacimiento). Las épocas de nacimiento fueron definidas como: seca = enero-junio; y de lluvia = julio-diciembre. La edad de la vaca fue incluida como covariable lineal y cuadrática. Previo al análisis genético se evaluó la conectividad de animales entre grupos contemporáneos conectados utilizando el programa MILC [11], para así garantizar las conexiones genéticas y la estimabilidad de los predictores, de este análisis derivó la base de animales conectados que sirvió para ajustar el modelo animal siguiente:

$$y = X\beta + Zg + Wm + e$$

donde: y = es el vector de observaciones para PN, P205, P365 ó P550; X , Z , y W = matrices conocidas de incidencia que relacionan las observaciones con sus respectivos vectores de efectos fijos y aleatorios; β = es el vector de efectos fijos (grupo contemporáneo y la covariable lineal y cuadrática de edad de la vaca); g = vector de efectos aleatorios aditivos directos; m = vector de efectos aleatorios aditivos maternos; y e = es el vector de efectos aleatorios residuales.

Para el modelo, los supuestos fueron:

$$E[y] = X\beta$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} g \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma^2_g & 0 & 0 \\ 0 & A\sigma^2_m & 0 \\ 0 & 0 & I_N\sigma^2_e \end{bmatrix}$$

donde: N = al número de registros; A = matriz del numerador de relaciones de parentesco; e I = a las matrices identidad del orden apropiado.

Los componentes de varianza y covarianza fueron estimados mediante el método de máxima verosimilitud restringida libre de derivadas, utilizando el programa MTDFREML [4].

El criterio de convergencia del modelo fue considerado en 1×10^{-13} , y se realizaron tres reinicios en el análisis hasta que el cambio en el Logaritmo de la función de verosimilitud fue menor a 1×10^{-4} , para asegurar el mínimo global.

Estimación de las tendencias fenotípicas y genéticas: Las tendencias fenotípicas, fueron obtenidas mediante la regresión lineal de los promedios de cada variable ajustados por el grupo contemporáneo, por el año. Fue realizado un ajuste de regresión de diez años (1993 a 2003) que coincidió con el período al inicio del PCDP.

Para la estimación de las tendencias genéticas, se obtuvieron los coeficientes de regresión de las medias de cuadrados mínimos de los valores genéticos predichos directos y maternos (VGP; 2 veces la DEP), de cada variable por año de nacimiento de los animales, mediante el procedimiento REG del paquete estadístico SAS [19]. El período considerado en ambos fue de 1993 al 2003.

La TABLA I presenta valores de estadística descriptivos de las bases de datos de cada característica evaluada.

TABLA I
VALORES DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ESTIMADAS PARA LAS VARIABLES DE CRECIMIENTO EN GANADO BRAHMAN/ DESCRIPTIVE STATISTICS FOR GROWING TRAITS IN BRAHMAN CATTLE.

Variable	n	\bar{X} (kg)	s (kg)
PN	23570	32,2	1,8
P205	18883	180,7	32,6
P365	17292	261,6	57,4
P550	15630	352,2	81,3

PN: Peso al nacimiento, P205: Peso al destete; P365: Peso al año; P550: Peso a los 550 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tendencias fenotípicas: La selección para lograr el mejoramiento genético, promueve los cambios en la frecuencia de genes que son favorables para la expresión de características que consecuentemente se ven reflejados en las medias fenotípicas de la población [13].

Durante el período analizado (1993-2003), para el PN (TABLA II y FIG. 1), se obtuvo un cambio fenotípico 0,142 kg/año ($P < 0,01$), lo que indica una probable mejora en el manejo de la alimentación en los animales y consideración del peso fenotípico como criterio de selección. Se han reportado

TABLA II
TENDENCIAS ANUALES, FENOTÍPICA Y GENÉTICAS, DIRECTA Y MATERNA, PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN GANADO BRAHMAN DE REGISTRO EN MÉXICO/ ANNUAL PHENOTYPIC AND GENETIC, DIRECT AND MATERNAL, TRENDS FOR GROWING TRAITS IN REGISTRY BRAHMAN CATTLE FROM MEXICO.

Variable	Fenotípica (Kg)	Tendencia anual	
		Directa	Materna
PN	0,142**	1 ^{ns}	2,09 ^{-6 ns}
P205	2,134**	191*	-1,0 ^{ns}
P365	8,570**	262 ^{ns}	13 *
P550	12,820**	608 *	36 *

PN: Peso al nacimiento, P205: Peso al destete; P365: Peso al año; P550: Peso a los 550 días. ** $P < 0,01$. * $P < 0,05$. ns: no significativo.

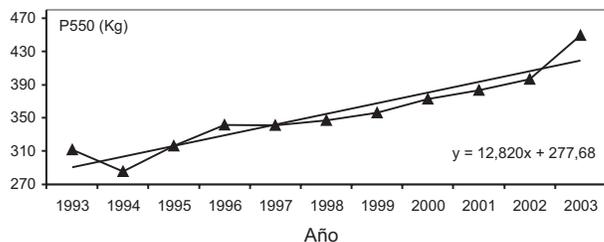
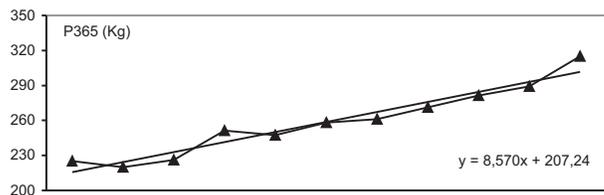
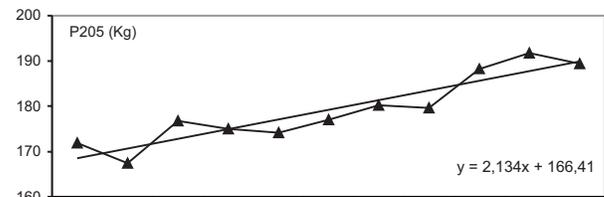
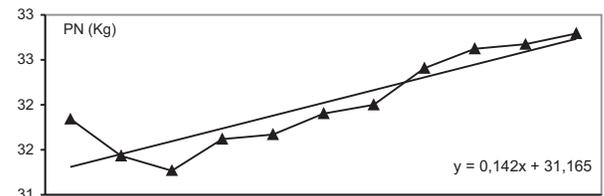


FIGURA 1. TENDENCIAS FENOTÍPICAS (1993-2003) PARA PESO AL NACIMIENTO (PN), DESTETE (P205), AÑO (P365) Y 550 DÍAS (P550) EN GANADO BRAHMAN DE REGISTRO EN MÉXICO/ PHENOTYPIC TRENDS (1993-2003), FOR WEIGHT AT BIRTH (PN), WEANING (P205), YEAR (P365) AND 550 DAYS (P550) IN REGISTRY BRAHMAN CATTLE FROM MEXICO.

cambios fenotípicos mayores en ganado Brahman en Venezuela [15], pero con un promedio inicial menor. Por otra parte, también en ganado Brahman [14], se mencionan cambios irregulares y no significativos considerándolos de poca importancia dado el promedio satisfactorio del peso al nacimiento que obtuvieron (30 kg).

Para el P205, el cambio fenotípico a partir de 1993 fue lineal ($P < 0,01$) y positivo con 2,134 kg de incremento por año, cabe mencionar que este período coincide con la implementación del PCDP; la misma tendencia fue observada para el P365 y el P550 ($P < 0,01$), para los cuales se estimó un cambio de 8,570 y 12,820 kg/año, respectivamente. Cambios fenotípicos mayores han sido reportados para P205 [15], con 3,36 kg por año y con 2,99 kg por año [14] en hatos de ganado Brahman en Venezuela. Por otra parte, para el P550, el cambio reportado por estos autores está muy por debajo de lo obtenido en el presente estudio (1,81 kg y 4,74 kg, respectivamente).

Lo anterior sugiere que a partir de la implementación del PCDP, existió un replanteamiento de los criterios de organización entre los socios criadores de ganado Brahman, mejorando el manejo animal, lo que aunado al registro de indicadores de crecimiento pudieron ayudar a la selección fenotípica para las características deseadas, tendencia que se observa de manera más clara en características posteriores al destete (TABLA II y FIG. 1).

Es evidente que la comparación de los presentes resultados con estudios en hatos únicos guarda limitantes; sin embargo, la disponibilidad de estudios de este tipo en evaluaciones nacionales ó con gran número de animales y en muchos hatos es muy escasa.

Tendencias genéticas: Para el mejoramiento animal, el principal objetivo de la estimación de las tendencias genéticas es inferir sobre la efectividad de los programas de selección [7].

La estimación del cambio genético directo y materno para el PN fue cercano a cero y la tendencia no fue significativa ($P > 0,10$). El cambio genético directo fue muy pequeño (1 g/año), que corresponde a menos de 0,01% de la media. Se encontraron resultados similares en un hato comercial de ganado Brahman en Venezuela (1977-1997) [15]. En otro estudio [6] se obtuvieron cambios significativos de 0,01% de la media en ganado Tropicarne [1977-1997]; no obstante, otros trabajos han reportado cambios mayores a los del presente estudio; como en la publicación de Rosales-Alday y col. [17], en la que se reportó un cambio anual de 250 g/año en ganado Simmental mexicano (1989-1999). Es obvio que lo anterior indica que para el PN los cambios dependen del material genético y de las razas que se evalúen; sin embargo, esta característica en muchas ocasiones mantiene criterios encontrados sobre su valor.

La importancia del PN depende de lo que se considere como peso óptimo al nacimiento, ya que debe proporcionar un crecimiento apropiado al becerro, un buen aprovechamiento

de la leche materna y la reducción de dificultades al parto [6]. En el caso del ganado Brahman mexicano, el PN no parece ser importante, al menos los resultados no son consistentes genéticamente (FIG. 2), por lo tanto, el cambio fenotípico que ha sido obtenido (FIG. 1) puede responder principalmente a efectos ambientales.

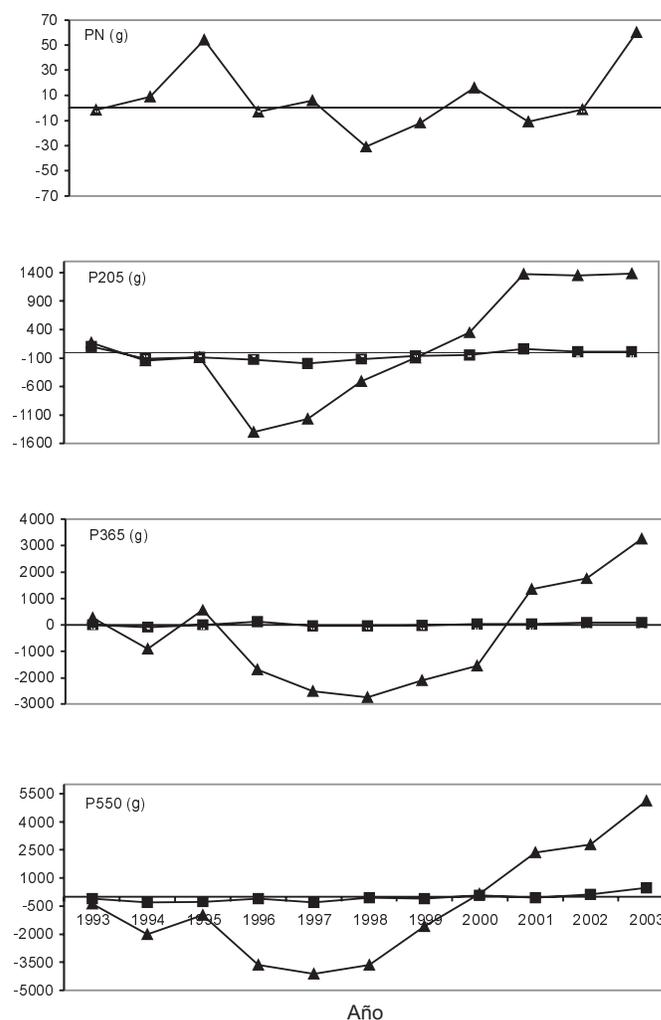


FIGURA 2. TENDENCIAS GENÉTICAS (1993-2003) DIRECTAS (▲) Y MATERNAS (■) PARA PESO AL NACIMIENTO (PN), DESTETE (P205), AÑO (P365) Y 550 DÍAS (P550) EN GANADO BRAHMAN DE REGISTRO EN MÉXICO/ DIRECT (▲) AND MATERNAL (■) GENETIC TRENDS (1993-2003) FOR WEIGHT AT BIRTH (PN), WEANING (P205), YEAR (P365) AND 550 DAYS (P550) IN REGISTRY BRAHMAN CATTLE FROM MEXICO.

Para el P205, solamente el cambio directo (TABLA II), de 1993 a 2003, resultó significativo ($P < 0,05$), incrementando el estimado de 0,05% con respecto a la media. Algunos estudios han mostrado que la variación en el progreso genético en diferentes razas se debe principalmente a la selección. En un

estudio [15] se reportó para ganado Brahman en un hato comercial venezolano (1985 a 1998), un cambio genético directo de 0,09% de la media por año. De igual modo, se ha reportado [10] para el ganado Santa Gertrudis en un estudio a nivel nacional en Brasil un cambio anual (1986 a 1996) de 0,06% de la media. Mientras que Domínguez-Viveros y col. [6], reportaron para ganado Tropicarne en México (1977 a 1997), un cambio genético de 0,03% de la media por año; y en un hato comercial venezolano de ganado Brahman [14], se reportó un cambio genético directo de 0,29% de la media (1990 a 2000), bajo un programa de selección y con el uso de inseminación artificial. De esta forma, los resultados del presente estudio sugieren que en los últimos años se le ha dado mayor importancia a esta variable, pero el cambio genético, es aún pequeño (FIG 2). La implementación de la inseminación artificial, como método de reproducción, para incrementar la propagación de material genético de sementales probados (potencialmente de referencia) es una alternativa que ha sido probada reiteradamente; sin embargo, no existe información que respalde su extensiva utilización en ganaderías de registro de México.

Para el P365 el cambio genético directo no fue diferente de cero ($P > 0,05$). Pero para el materno, el progreso fue pequeño pero positivo y significativo ($P < 0,05$). El cambio genético directo y materno estimados para esta característica fue de 262 y 13 g/año, respectivamente, lo que indica cambios anuales a 0,10 y 0,01% de la media respectivamente. Algunos estudios [6, 10], han reportado cambios genéticos similares para las razas Santa Gertrudis (1986-1996) y Tropicarne (1977-1997), respectivamente. En cuanto al cambio genético materno estimado, existe muy poca información sobre su importancia en esta variable y ningún autor lo evalúa, ya que algunos consideran que para esta característica el efecto materno ya ha desaparecido. No obstante, en el presente estudio, los resultados indican que el cambio se ha mantenido constante (FIG. 2), por todo el período evaluado, con un comportamiento lineal significativo ($P < 0,05$), sugiriendo la necesidad de considerarla al proponer programas de selección.

Para el P550, el cambio genético directo en el ajuste para el período de 1993 a 2003 resultó con una tendencia lineal significativa ($P < 0,05$), con un cambio de 0,17% de la media. En un hato comercial de ganado Brahman [15] se encontraron cambios genéticos de 0,10% y de 0,17% de la media para el peso a los 550 cuando analizaron la información de todos los becerros y de aquellos con padres conocidos y seleccionados, respectivamente. Para otro hato comercial de ganado Brahman en Venezuela [14] se demostró el fuerte efecto que realiza la selección sobre el cambio genético, lográndose un 0,34% de incremento sobre la media anual. Eler y cols. [7] por su parte, reportaron en ganado Nelore de Brasil, mantenido en pastoreo, un cambio anual sostenido de 1,342 kg correspondiente al 0,45% de la media.

Por otro lado, el cambio genético materno para P550, fue significativo ($P < 0,05$), y corresponde al 0,01% de la media anual, y aunque es pequeño, este cambio genético puede ser

incrementado utilizando estrategias dirigidas de selección utilizando los valores genéticos (DEP's).

La importancia de este cambio, requiere mayor estudio de las variables en análisis multivariados, ya que siendo una característica de importancia para la venta de sementales, la correlación que pueda y seguramente tiene con el peso al destete y al año propondrá un mayor progreso genético con la selección anticipada, progreso que puede inferirse al observar las similitudes entre las tendencias de P205 y P365 con P550.

De manera general, los resultados de cambio genético anual observado para las características de crecimiento estudiadas indican que, en ganado Brahman de registro en México, ha sido pequeño comparativamente al cambio fenotípico (TABLA II); en todas las variables, proporcionalmente este cambio, corresponde a menos del 10% de lo avanzado fenotípicamente a través de los años evaluados, lo que indica la fuerte influencia del efecto ambiental. No obstante, ha existido un cambio genético directo perceptiblemente pequeño pero positivo, sobre todo para los últimos años (FIG. 2), que puede ser el resultado de la introducción de material genético extranjero importado. Información sobre este hecho no ha sido registrada por la asociación lo cual hace imposible obtenerla. No obstante, la realización de las evaluaciones genéticas y del análisis de los cambios fenotípicos y genéticos como el presente, indican que existe en la población Brahman de México, suficiente material genético para responder a la demanda de los productores y a sus objetivos de selección, que en primera instancia son de mayor y más rápido crecimiento.

Por otra parte, las tendencias de cambio genético materno indicaron que este componente, probablemente no sea considerado en la selección de las variables de crecimiento; aunque también la estimación de los valores genéticos ajustados en las tendencias haya sido influenciada por la elección del modelo del presente estudio.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La implementación del PCDP coincide con un incremento notable del peso de los animales durante el período post-destete. El cambio genético directo en el período estudiado fue positivo pero pequeño; sin embargo, el considerar valores genéticos predichos o las diferencias esperadas de progenie como criterios de selección incrementarán la posibilidad de obtener un mayor progreso genético del que se obtendría si siguen empleándose sólo criterios fenotípicos.

Por otro lado, la inseminación artificial es un método práctico que puede ayudar a diseminar el material genético superior seleccionado, ayudando a establecer sementales de referencia que son importantes para la evaluación genética.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú por facilitar el acceso a su base de datos; y a los Fondos Sectoriales SAGARPA-CONACYT por el apoyo financiero para llevar a cabo el proyecto de investigación del cual derivó este trabajo, a través del convenio: SAGARPA-2002-C01-0316.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASOCIACIÓN MEXICANA DE CRIADORES DE CEBÚ. El Brahman mexicano se inició en Las Huastecas. **Rev. Ganadero**. Marzo. XIX (2):7-11. 1994.
- [2] ASOCIACIÓN MEXICANA DE CRIADORES DE CEBÚ. Reglamento técnico del control de desarrollo ponderal. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. Tampico, Tamaulipas. 11 pp. 1996.
- [3] BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (BIF). Uniform guidelines for beef improvement programs. 8th Ed. University of Nebraska. 161 pp. 2002.
- [4] BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D.; VAN TASSELL, C.P., KACHMAN, S.D. A manual for use of MTDFREML, A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [Draft]. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Clay Center, Lincoln, Ne. 120 pp. 1995.
- [5] CUNNINGHAM, B.E.; KLEI, L. Performance and genetic trends in purebred Simmental for regions of the United States. **J. Anim. Sci.** 73:2540-2547. 1995.
- [6] DOMÍNGUEZ-VIVEROS, J.; NÚÑEZ-DOMÍNGUEZ, R.; RAMÍREZ-VALVERDE, R.; RUIZ-FLORES, A. Evaluación genética de variables de crecimiento en bovinos Tropicarne: II Tendencias genéticas. **Agroc.** 37: 337-343. 2003.
- [7] ELER, P.J.; BALIEIRO, J.C. DE C.; FERRAZ, J.B.S.; DE MATTOS, E.C. Estimativas de tendências genéticas e dos componentes ambientais em bovinos da raça Nelore no Brasil. **BIOTAM Nueva Serie**. Edición especial. 316-318 pp. 2005.
- [8] EUCLIDES, K.; DA SILVA, L.O.C.; ALVES, R.G. DE O.; DE FIGUEREIDO, G.R. Tendência genética na raça Gir. **Pesq. Agropec. Bras.** 35(4):787-791. 2000.
- [9] FERNÁNDEZ, A.; MAGNABOSCO, C.U.; OJALA, M.; CAETANO, A.R.; FAMULA, T.R. A grupa bien conformada, mayor peso y mejor productividad. **Méx. Gan.** 420 (Febrero): 29-31. 1996.
- [10] FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P.; RIBEIRO, P.M.T. Genetic study of Santa Gertrudis cattle in Brasil. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. En línea. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/2/ferr122a.htm>. 05-11-04. Fundación CIPAV. htm: 2000.
- [11] FRIES, L. Connectivity in Beef Cattle Evaluation: The heuristic approach used in MILC.FOR. In: **Proceedings of The 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Jan. 11-16, Armidale, Australia. 27:449-450. 1998.
- [12] MARTÍNEZ, G.J.C. Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales de características de crecimiento en el ganado Cebú. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas. (Tesis de Doctorado). 119 pp. 1999.
- [13] MELLO, S. DE P.; ALENCAR, M.M. DE; DA SILVA, L.O.; CAMPOS; BARBOSA, R.T.; BARBOSA, P.F. Estimativas de (Co)Variâncias e tendências genéticas para pesos em um rebanho Cachim. **Rev. Bras. Zootec.** 31(4):1707-1714. 2002.
- [14] PLASSE, D.; ARANGO, J.; FOSSI, H.; CAMARIPANO, L.; LLAMOZAS, G.; PIERRE, A.; ROMERO, R. Genetic and non-genetic trends for calf weights in a *Bos indicus* herd upgraded to pedigree Brahman. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. En línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/7/plas16046.htm>. 15-02-05. Fundación CIPAV. htm: 2004.
- [15] PLASSE, D.; VERDE, O.; ARANGO, J.; CAMARIPANO, L.; FOSSI, H.; ROMERO, R.; RODRÍGUEZ, M.C., RUMBOS, J.L. (Co)variance components, genetic parameters and annual trends for calf weights in a Brahman herd kept on floodable savanna. **Gen. Mol. Res. Evol. Tech.** 1(4): 282-297. 2002.
- [16] PLASSE, D.; VERDE, O.; BELTRÁN, J.; MÁRQUEZ, N.; CAPRILES, A.; ARRIJAS, L.; SHULTZ, T.; BRASCHI, N., BENAVIDES, A. Tendencias anuales de producción e influencias genéticas y ambientales en un rebaño Brahman genéticamente cerrado. 2. Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales de tres pesos. **Arch. Lat. Prod. Anim.** 2(2):125-139. 1994.
- [17] ROSALES-ALDAY, J.; ELZO, M.A.; MONTAÑO, B.M., VEGA, M.V.E. Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento predestete en la población mexicana de Simmental. **Rev. Téc. Pec. Méx.** 42(2): 171-181. 2004.
- [18] SANDERS, J.O. History and development of Zebu cattle in the United States. **J. Anim. Sci.** 50(6):1188-1200. 1980.
- [19] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. (SAS) User's guide: Basics. Cary, North Carolina. 2001.
- [20] SILVA, L.O.C.; EUCLIDES F. K.; FIGUEIREDO, G.R.; NOBRE, P.R.C., JASAHKIAN, L.A. Genetic trends in Zebu (*Bos indicus*) breeds in Brazil. In: **Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Jan. 11-16, Armidale, Australia 23: 137-140. 1998.