

Tendencias fenotípicas y genéticas de las características de crecimiento en el ganado Nelore de registro en México

Phenotypic and genetic trends of growing characteristics of the Mexican Nelore register cattle

Juan Carlos MARTÍNEZ GONZÁLEZ ✉, **Arnoldo GONZÁLEZ REYNA**, **Froylán Andrés LUCERO MAGAÑA** y **Sonia Patricia CASTILLO RODRÍGUEZ**

Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Centro Universitario, Ciudad Victoria, C. P. 87000, Tamaulipas, México. E-mails:
jmartinez@uat.edu.mx; argonzal@uat.edu.mx; flucero@uat.edu.mx; spcastillo@uat.edu.mx ✉ Autor
para correspondencia

RESUMEN

El objetivo fue conocer si ha existido mejoramiento genético en las poblaciones de ganado Nelore registrado en México a través de las tendencias fenotípicas (TF) y genéticas (TG) de ganancia diaria de peso ajustada por día de edad (GDPA) de los 12 a 24 meses de edad. Se utilizaron los registros de la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú cuyos datos correspondían a 925 animales de la raza Nelore, se elaboró una base de datos que consideró animal (A), semental (T), vaca (V), procedencia (P) y grupo contemporáneo (GC = año de nacimiento, grupo de edad y sexo). La variable estudiada fue GDPA, se utilizó el programa MTDFREML para el análisis de los datos con un modelo animal que contempló los efectos de GC y P como efectos fijos y como efectos genéticos A, T y V. Las TF se estimaron a través de la regresión de las desviaciones estándar sobre año, mientras que las TG se estimaron con los valores genéticos de los sementales sobre los años de utilización. La media \pm DE de GDPA fue 877 ± 151 g. La TF fue positiva con un cambio fenotípico por año de 9,53 g. Similarmente, la TG para GDPA fue positiva con cambios de 2,93 g por año. Se puede concluir que las tendencias fenotípicas y genéticas son positivas para las características de crecimiento, aún y cuando los ganaderos seleccionan por características raciales.

Palabras clave: Cebú, ganancia diaria de peso, reproductores.

ABSTRACT

The objective was to know if genetic improvement has existed in the populations of having won Nelore registered in Mexico through the phenotypic (FT) and genetic (GT) trends of daily gain of weight adjusted (DGWA) from 12 to 24 months of age. Data Mexican Zebu Cattle Association were used whose data corresponded 925 animals of the Nelore breed, a database was elaborated that considered animal (A), sire (S), it cow (C), origin (O) and contemporary group (CG = year from birth, age group and sex). The variable to study was DGWA, the program MTDFREML was used for the analysis of the data with an animal model that contemplated the CG and O with fixed effects and A, S and C with genetic effects. The FT was considered through the regression of the standard deviations on year. While the GT was considered with the genetic values of the sires on the years of use. The mean \pm SD of DGWA was 877 ± 151 g. The FT was positive with a change phenotypic for year of 9.53 g. Similarly, the GT for DGWA was positive with changes of 2.93 g per year. We conclude that trends phenotypic and genetic are positives for the characteristics of growth, even and when ranger selected by racial characteristics.

Key words: Zebu, daily gain of weight, breeders.

INTRODUCCIÓN

En México el 23,8% de la superficie cuenta con clima de trópico seco y húmedo, bajo estas condiciones la ganadería se realiza en sistemas extensivos de carne y de doble propósito, con ganado cebú o sus cruces con razas europeas (Magaña *et al.*, 2006). El ganado cebú

es tolerante a altas temperaturas, ambientes húmedos o secos, rústico, con capacidad para aprovechar forrajes de baja calidad nutritiva y resistente a endo y ectoparásitos, por lo que se adapta con mayor facilidad a las condiciones del ambiente agroecológico tropical (Razook *et al.*, 1998).

Por otro lado, se puede señalar que la selección con base a patrones raciales no repercute en mejoras en las características productivas (Martínez y Parra, 2008). Existen métodos cuantitativos que permiten la evaluación genética de los animales, sólo que para ello se requiere de la creación y actualización de bases de datos con registros productivos, sin dejar de lado las genealogías y las asociaciones de parentesco entre individuos. Este tipo de evaluaciones son herramientas confiables para que los ganaderos hagan sus programas de mejoramiento genético.

Para estimar los cambios en la capacidad productiva de los animales es necesario evaluar las tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales, con el fin de corregir los programas genéticos, si los resultados lo sugieren. Los estudios realizados en México para estimar las tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales son limitados en el ganado (ParraBracamonte et al., 2007; Guillen et al., 2012). Sin embargo, de Assunção et al. (2013) encontraron que las tendencias genéticas, fenotípicas y ambientales para peso al destete, peso al año y peso a los 550 días en el ganado Nelore en Brasil fueron positivas. Similarmente, Mendes-Malhado et al. (2005) encontraron que la edad de los becerros Nelore en Brasil se redujo para alcanzar un peso dado. De igual modo, Holanda et al. (2004) encontraron que las tendencias genéticas para peso nacer fueron positivas pero negativas para peso al destete en el ganado Nelore en Brasil.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue conocer las tendencias fenotípicas y genéticas para ganancia diaria de peso ajustada en animales de la raza Nelore de registro en México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente estudio se utilizó la información registrada en la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC), con sede en la ciudad de Tampico, Tamaulipas, México. La base de datos se elaboró con los registros de animales Nelore (n = 1602), que fueron exhibidos y calificados en las exposiciones que realizó dicha Asociación (1977 a 1996). Los animales correspondían a fincas ubicadas principalmente en los Estados con clima tropical (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán y Chiapas). La temperatura media anual es de 24° C, con rangos de precipitación de 700 a 2600 mm anuales (SMN, 2013), las fincas cuentan con praderas establecidas con pastos introducidos como: pangola (*Digitaria decumbens*), mulato (*Panicum* spp.), braquiarias (*Brachiaria* spp.), elefante (*Pennisetum purpureum*), estrella (*Cynodon*

nlemfuensis), caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y pequeñas extensiones de pastos nativos como jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y gramilla nativa (*Cynodon dactylon*), los pastos en general son de baja calidad y con altas concentraciones de paredes celulares.

El manejo es consistente en las unidades de producción de pie de cría de ganado de carne (ParraBracamonte et al., 2007), la reproducción se realiza a través de todo el año con monta directa, manteniendo pequeños grupos de vacas con un toro y en algunos casos mediante inseminación artificial y transferencia de embriones. Al momento del destete (el cual ocurre a los siete meses de edad) los animales son pesados, identificados con hierro candente y sometidos a programas preventivos contra enfermedades enzooticas. El crecimiento postdestete de los animales de realizó en lotes separados por sexo y es a partir de ese momento que los animales reciben un tratamiento preferencial (condiciones de estabulación total o parcial), consumiendo raciones de alimentos balanceados. Los animales seleccionados por patrón racial, son preparados para su exhibición.

La AMCC realiza Exposiciones y Muestras de ganado de las razas Cebuinas a lo largo del país y a través de los años, las cuales se rigen exclusivamente por el Reglamento de Exposiciones (AMCC, 2013). La finalidad de estas Exposiciones es mostrar el grado de avance zootécnico en las razas Cebuinas, así como su promoción y difusión. Todo el ganado que fue presentado en estos eventos debía estar registrado en la AMCC, antes de que los animales cumplieran 12 meses de edad. Todos los animales fueron pesados y revisados dentariamente a la llegada a la exposición por personal del Comité Técnico de la AMCC.

Para la creación de la base de datos solo se utilizó la información de animales de 12 a 24 meses de edad (n = 1200) que contaban con registro del animal, semental, vaca, raza, procedencia, fecha de nacimiento, fecha de la exposición, grupo de edad, sexo, peso vivo, ganancia diaria de peso por día de edad (GDP) y ganancia diaria de peso ajustada al grupo de edad (GDPA). Los factores de ajuste de tipo multiplicativo para GDPA para grupo I, grupo II, grupo III, grupo IV y grupo V fueron 1,00, 1,09, 1,11, 1,16 y 1,19, respectivamente. Esto se realizó con el fin de disminuir la varianza ambiental debida a lo heterogéneo de las edades de los animales. Esta información se codificó y se digitalizó en una hoja de cálculo (Excel®) para su edición.

Toda aquella información que biológicamente no fuera posible y/o con información inconsistente fue

eliminada. Para los análisis preliminares se utilizó el sistema de análisis estadístico (SAS, 2001). Solo se consideraron aquellos animales que mostraron GDPA que estuvieran en la media ± 2 desviaciones estándar ($n = 925$). Asimismo, se desechó toda aquella información de los sementales que sólo participaron con una observación en la progenie.

Se empleó el procedimiento de características múltiples libre de derivada y máxima verosimilitud restringida por sus siglas en inglés MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995), con el fin de generar los componentes de varianzas y covarianzas ambientales y genéticas. Estos análisis se realizaron usando la infraestructura y colaboración de Departamento de Ciencia Animal y Vida Silvestre de la Universidad Texas A & M/Kingsville en Kingsville, Texas, USA. El modelo animal utilizado para obtener los componentes de varianza fue el siguiente:

$$Y = X\beta + Z_1u + \epsilon \text{ Donde:}$$

Y = es el vector de observaciones de PV, GDP y GDPA

X = matriz incidencia de efectos fijos

β = vector de efectos fijos: procedencia (criador) y grupo contemporáneo (año de nacimiento-grupo de edad-sexo de la cría)

Z = es la matriz de incidencia de efectos genéticos directos de cada animal

u = vector de efectos genéticos directos aleatorios (animal)

ϵ = vector de efectos residuales aleatorios.

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.

Con las constantes estimadas de GDPA, se hizo una desviación de la media de todo el hato para obtener las constantes por año, con ellas se realizó una regresión sobre los años de estudio para determinar las tendencias fenotípicas (Smith, 1962):

$$\Delta F = \Delta G + \Delta E \text{ y } \Delta F/\text{año} = \Delta_{GDP,A}$$

Donde:

ΔF = cambio fenotípico ΔG = cambio genético

ΔE = cambio ambiental

$\Delta_{GDP,A}$ = corresponde al coeficiente de regresión de las desviaciones de la media de las constantes de GDP sobre los años de nacimiento.

Con los valores genéticos de los sementales se estimó la tendencia genética para GDP a través de regresión de los valores genéticos de los sementales sobre los años de nacimiento de sus progenies:

$$\Delta G = \Delta_{VG,A}$$

Donde:

ΔG = cambio genético

$\Delta_{VG,A}$ = corresponde al coeficiente de regresión de las constantes de valor genético para GDP sobre los años de nacimiento de las progenies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media para peso vivo fue 437 \pm 98 (Cuadro 1) que correspondió a animales con una edad promedio de 15,2 meses. El valor de peso vivo encontrado en este estudio es superior al reportado para becerros Nelore prospectos a sementales sometidos a prueba de comportamiento, los cuales mostraron un peso vivo de 379 kg a la edad de 14,4 meses de edad (Pérez *et al.*, 2009). Resultados inferiores son citados en la literatura (Nobre *et al.*, 2003) donde se menciona que los becerros Nelore en Brasil alcanzaron los 280 kg de peso a la edad de 16 meses aproximadamente. De igual forma, en ganado Nelore en Brasil, Garnero *et al.* (2001) registraron un promedio de peso final de 309 kg a los 18 meses de edad.

Aún y cuando el peso vivo no fue el objetivo de este trabajo fue necesario hacer mención del comportamiento de los animales en estudio, debido a que se trató de becerros en un rango muy amplio de edades 12 a 24 meses. Los pesos de los animales en el presente estudio, se pueden atribuir a que recibieron un tratamiento preferencial con dietas ricas en concentrados y manejo especializado.

Los índices de herencia para peso vivo, ganancia diaria y ganancia diaria ajustada fueron altos (Cuadro 2), lo que es una indicación de que existe variabilidad genética aditiva grande, dando posibilidad para establecer programas de mejoramiento genético que modifiquen a mediano plazo las características aquí analizadas, pero tomando en cuenta las

Cuadro 1. Medias \pm Desviación estándar (DE) para peso vivo, ganancia diaria y ganancia diaria ajustada del ganado Nelore que participó en los eventos de exhibición, muestras y/o exposiciones avaladas por la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú.

Característica	Media \pm DE	Mínimo	Máximo
Edad (meses)	15,2 \pm 3,5	12,0	24,0
Peso vivo (kg)	436,7 \pm 98,0	226,0	807,0
Ganancia diaria de peso (g)	806,3 \pm 146,0	339,0	1289,0
Ganancia diaria de peso ajustada (g)	877,4 \pm 151,3	394,0	1328,0

Cuadro 2. Componentes de varianza e índice de herencia (h^2) estimado (\pm EE) de peso vivo, ganancia diaria y ganancia diaria ajustada del ganado Nelore que participó en los eventos de exhibición, muestras y/o exposiciones avaladas por la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú.

Característica	$h^2 \pm EE$	Componentes de varianza		
		σ^2_A	σ^2_e	σ^2_T
Peso vivo	0,654 \pm 0,095	1737,0	920,9	2657,9
Ganancia diaria	0,766 \pm 0,097	7913,0	2418,0	11888,0
Ganancia diaria ajustada	0,770 \pm 0,096	9461,0	2819,0	13802,0

EE = Error estándar; σ^2_A = varianza aditiva; σ^2_e = varianza ambiental y σ^2_T = varianza total

condiciones agroecológicas en que será criado el ganado.

En la literatura (Gunki *et al.*, 2001; Stelzleni *et al.*, 2002; Medina-Saldivar *et al.*, 2005; Boligon *et al.*, 2009; Martínez-González *et al.*, 2010) se señala que los índices de herencia para características de crecimiento son de medianos a altos. Sin embargo, Assunção *et al.* (2013) encontraron que el índice de herencia para peso al año y a los 550 días fue de 0.18 y 0.23, respectivamente. Similarmente, MendesMalhado *et al.* (2005) encontraron que los índices de herencia para alcanzar el peso a los 160 y 240 días en ganado Nelore fueron 0,12 y 0,07, respectivamente.

Por otro lado, Martínez-González *et al.* (2010) encontraron que el índice de herencia de efectos directos para peso al nacer en el ganado Nelore de registro en México fue 0,59. De igual modo, Stelzleni *et al.* (2002) encontraron en el ganado Brangus en Estados Unidos el índice de herencia para peso al año fue 0,53. Los índices de herencia encontrados en presente estudio pudieron deberse a diferentes causas, la primera es que se trataba de un grupo de animales previamente seleccionados para cumplir con un patrón racial, además de que estaban sometidos a un manejo preferencial disminuyendo la variabilidad ambiental

en favor de la variabilidad genética. Preston y Willis (1974) señalaron que los animales sometidos a dietas con altos contenidos de concentrados tienden a presentar índices de herencia altos para características productivas.

En el Cuadro 1, se observan las medias para ganancia diaria de peso, se puede notar que la menor ganancia diaria fue de 339 g mientras que hubo animales que presentaron ganancias de 1.289 g, resultados que pueden deberse a que se trata de animales de diferente edad, sexo, líneas genéticas y bajo condiciones de manejo diferente en las unidades de producción. Ganancias similares se encontraron en becerros Nelore finalizados en estabulación (Perotto *et al.*, 1998). Sin embargo, Queiroz y Muniz (1998) y Silva *et al.* (1998) mencionaron que los animales de la raza Nelore que se mantienen en condiciones de pastoreo de pastos tropicales, mostraron ganancias diarias postdestete hasta la edad de 18 meses de 480 y 410 g, respectivamente.

Por otro lado, en la Figura 1, se aprecian las medias fenotípicas para ganancia diaria de peso ajustada de acuerdo a los años de estudio, la máxima constante fenotípica fue para el año de 1991, mientras que la mínima correspondió para el año de 1980. La

ecuación que explica el comportamiento de la ganancia diaria de peso ajustada fue $Y = -838,16 + 9,53X$, lo que representó un cambio fenotípico positivo de $9,5 \text{ g año}^{-1}$. Alburquerque y Campos (1989) estimaron que la tendencia fenotípica para ganancia posdestete de becerros Nelore en Brasil fue de $7,84 \text{ g año}^{-1}$. Estos mismos autores (Alburquerque y Campos, 1989) señalaron que las tendencias fenotípicas para peso al año de edad de dos poblaciones de ganado Nelore fueron $2,58$ y $2,68 \text{ kg año}^{-1}$. De igual modo, Assunção *et al.* (2013) y ParraBracamonte *et al.* (2007) encontraron que las tendencias fenotípicas y ambientales para peso al destete, peso al año y peso a los 550 días en el ganado Nelore y Brahman, respectivamente fueron positivas.

Los cambios en los fenotipos pudieran ser el resultado de mejoras en las unidades de producción (alimentación, sanidad, manejo, etc.). Evaluar la tendencia de estos cambios puede servir como herramienta en la toma de decisiones en la implementación de estas modificaciones.

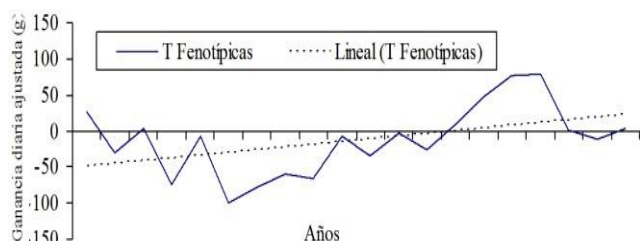


Figura 1. Tendencia fenotípica para ganancia diaria de peso ajustada en animales de la raza Nelore registrados en México entre 12 y 24 meses de edad.

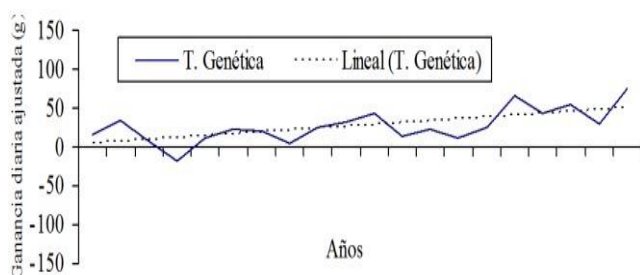


Figura 2. Tendencia genética ($Y = -0,832 + 2,93X$) para ganancia diaria de peso ajustada en animales de la raza Nelore registrados en México entre 12 y 24 meses de edad.

La tendencia genética para ganancia diaria de peso ajustada en la raza Nelore mostró un comportamiento positivo (Figura 2), el cambio genético fue de $2,93 \text{ g año}^{-1}$ ($Y = -0,832 + 2,93X$). Las variaciones entre las medias debidas a efectos genéticos no cambiaron mucho como en el caso de los efectos fenotípicos. Esto probablemente se deba a que, si bien los programas de mejoramiento genético están encaminados a la selección de características raciales, su impacto en las características de comportamiento es positivos en cuanto a los objetivos buscados.

Silva *et al.* (1998) mencionan cambios genéticos importantes en la ganancia diaria posdestete de becerros Nelore en Brasil con valores de 106 g año^{-1} , lo que representó una ganancia expresada como proporción de la media de $0,09\%$. Similarmente, Assunção *et al.* (2013) encontraron que las tendencias genéticas para peso al destete, peso al año y peso a los 550 días fueron positivas, con valores de $0,272$, $0,455$ y $0,744 \text{ kg año}^{-1}$, respectivamente.

De igual modo, Mendes-Malhado *et al.* (2005) encontraron que las tendencias genéticas para efectos directos fueron significativas con valores estimados de $-0,14$ y $-0,41 \text{ días año}^{-1}$ para peso a los 160 y 240 días, respectivamente. Similarmente, Lopes *et al.* (2012) señalaron que, aunque los criterios de selección utilizados actualmente en el ganado Nelore son los pesos, las tendencias genéticas para días a 160 y 240 días indican la existencia de progreso genético cuando se utilizan estas características como criterios de selección. Sin embargo, Parra-Bracamonte *et al.* (2007) encontraron que los cambios genéticos tanto directos como maternos para peso al nacer, al destete, al año y a los 550 días en el ganado Brahman de registro fueron cercanos a cero y no significativos.

Las tendencias fueron positivas para la muestra de ganado Nelore con cambios anuales importantes para la ganancia de peso ajustada, cabe destacar que se trataba de un pequeño grupo de animales previamente seleccionados por características raciales y que estaban sometidos a un manejo preferencial al tratarse de animales de exhibición.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados del presente estudios y bajo las condiciones en que se desarrolló, se puede concluir que la selección aplicada por los criadores de ganado Nelore de registro para

características raciales (patrón racial), ha impactado positivamente las características de crecimiento. Pero podrían obtener mejores resultados si en sus programas de selección se utilizan las características de importancia económica como el crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú, por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Albuquerque, L. H. B. y J. C. P. Campos. 1989. Intervalo entre gerações e tendência genética do peso aos 365 dias de idade em um rebanho da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 41 (1): 261-262.
- Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC). 2013. Reglamento de Exposiciones. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. [Consultado 20/09/2013]. <http://www.cebumexico.com/home/reglamentos/ReglamentoExposiciones.pdf>.
- Assunção, S. M. F.; R. F. Martins, S. S. Cavalcante, W. J. F. Lima, G. G. S. Terto, C. S. L. Monteiro, C. B. Barros, A. A. Campêlo and J. I. A. Mendes. 2013. Estimation of phenotypic and genetic parameters and genetic trend of weights in the weaning phase (P205), weight at one year (P365), the yearling (P505) in Nelore cattle in the northern region and under-region middle-north of Brazil. *J. Agric. Sci.* 5 (8): 50-56.
- Boldman, K. G.; L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell and S. D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). United States Department of Agriculture (USDA). A. R. S. p. 114.
- Boligon, A.; L. A. Galvão, M. E. M. Zerlotti e R. L. Barbosa. 2009. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. *R. Bras. Zootec.* 38 (12): 2320-2326.
- Garnero, A. V.; R. J. Gunski, E. B. Schwengber y R. B. Lobo. 2001. Comparación entre criterios de selección para características de crecimiento correlacionados con edad al primer parto en la raza Nelore. *Liv. Res. Rural Dev.*, 13 (2): s/p. [Consultado 15/05/2009] <http://www.lrrd.org/lrrd13/2/garn132.htm>
- Guillén, T. A.; D. I. Guerra, N. S. Ávila, A. E. Palacios, R. P. Ortega y J. L. V. Espinoza. 2012. Parámetros y tendencias genéticas del peso al destete y a los 18 meses de edad en ganado Cebú bermejo de Cuba. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 3 (1): 19-31.
- Gunski, R. J.; A. G. Del Valle, A. B. De Los Reyes, L. A. B. Framartino e R. L. Barbosa. 2001. Estimativas de parâmetros genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado Nelore. *Cienc. Rural* 31 (4): 603-607.
- Holanda, M. C. R.; S. B. P. Barbosa, A. C. Ribeiro e K. R. Santero. 2004. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. *Arch. Zootec.* 53 (1): 185-194.
- Lopes, F. B.; G. C. J. Santos, E. G. Marques, M. S. Corrêa e J. L. Ferreira. 2012. Tendência genética para características relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. *Ver. Ciênc. Agron.* 43 (2): 362-367.
- Magaña, M. J. G.; G. A. Ríos y J. C. Martínez G. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14 (3): 105-114.
- Martínez G., J. C. y G. M. B. Parra. 2008. Mejoramiento genético del ganado Brahman en México. [En línea] *TURevista Digi.U@T* febrero 2008. 2 (4) [12/05/ 2008]. <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%202%20Numero%204/2-4%20mej-rya.htm>
- Martínez González J. C.; F. J. García Esquivel, G. M. Parra Bracamonte, H. Castillo Juárez and E. G. Cienfuegos Rivas. 2010. Genetic parameters for growth traits in Mexican Nelore cattle. *Trop. Anim. Health Prod.* 42 (5): 887-892.
- Medina Zaldivar, J. M.; M. M. A. Osorio y J. C. C. Segura. 2005. Influencias ambientales y parámetros genéticos para características de crecimiento en ganado Nelore en México. *Rev. Cient. (FCV-LUZ)* 15 (3): 235-241.
- Mendes Malhado, C. H.; R. Martins Filho, R. N. Braga Lôbo, O. Facó, D. M. Machado Ribeiro Azevedo, J. C. de Souza e S. M. Pinheiro Oliveira. 2005. Tendências genéticas para características

- relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos. Ver. Bras. Zootec. 34 (1): 60-65.
- Nobre, P. R. C.; I. Misztal, S. Tsuruta, J. K. Bertrand, L. O. C. da Silva and P. S. Lopes. 2003. Analysis of growth curves of Nelore cattle by multiple-trait and random regression models. J. Anim. Sci. 81 (4): 918-926.
- Parra Bracamonte, G. M.; J. C. Martínez González, F. J. García Esquivel, A. González Reyna, F. Briones Encinia y E. G. Cienfuegos Rivas. 2007. Tendencias genéticas y fenotípicas de crecimiento en el ganado Brahman de registro de México. Rev. Cient. (FCV-LUZ) 17 (3): 262-267.
- Pérez, U. M. P.; D. I. Guerra y D. González Peña. 2009. Parámetros genéticos del crecimiento y la reproducción en ganado cebú. Rev. Med. Vet. 17 (1): 77-84.
- Perotto, D.; J. J. S. Abrahão, J. L. Moletta and A. C. Cubas. 1998. Crossbreeding systems for beef production in the North-West region of ParanáBrazil. VI World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 11-16 January, 1998. 23: 197.
- Preston, T. y M. Willis. 1974. Producción intensiva de carne. Editorial Diana, México, D.F. 736 pp.
- Queiroz, S. A. and C. A. S. D. Muniz. 1998. Postweaning traits evaluation of straight bred and crossbred Nellore cattle in West of Brazil. VI World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 11-16 January, 1998. 23: 255.
- Razook, A. G.; L.; A. Figueiredo, L. M. N. Bonilla, J. B. F. Trovo, L. U. Packer, L. J. Pacola, J. N. S. G. Cyrillo, A. C. Ruggieri and M. E. Z. Mercadante. 1998. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera Zebu breeds: Selection applied and response in 15 years of progeny. VI World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 11-16 January, 1998. 23: 133.
- Statistical Analysis System (SAS). 2001. SAS User's guide: Basics, Institute statistical analysis system, Cary, North, United States of America.
- Silva, L. O. C.; K. Euclides Filho, G. R. Figueiredo, P. R. C. Nobre and L. A. Josahkian. 1998. Genetic trends in Zebu (*Bos indicus*) breeds in Brazil. VI World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 11-16 January, 1998. 23: 137.
- Smith, C. 1962. Estimation of genetic change in farm livestock using field records. Anim. Prod. 4: 239-251.
- Sistema Meteorológico Nacional (SMN). 2012. Promedio diario de precipitación y temperatura media por mes. Sistema Meteorológico Nacional Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). [Consultado 01-09-2013]. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75
- Stelzlani, A. M.; T. L. Perkins, A. H. Brown Jr., E. W. Pohlman, Z. B. Johnson and B. A. Sandelin. 2002. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. J. Anim. Sci. 80 (12): 3150-3153.