

# INFLUENCIAS AMBIENTALES Y PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN GANADO NELORE EN MÉXICO

## Environmental Effects and Genetic Parameters for Growth Traits in Nelore Cattle in Mexico

José Martín Medina-Zaldivar<sup>1</sup>, Mario M. Osorio Arce<sup>2</sup> y José C. Segura Correa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán Apdo. 4-116. Yucatán, 97100 México. segura52@hotmail.com. <sup>2</sup>Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, H. Cárdenas. Tabasco, México.

### RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron evaluar el efecto de algunos factores ambientales en el peso al nacimiento (PN, n = 3169) y el peso ajustado a 205 días (P205, n = 1885), así como estimar parámetros genéticos para esas características en animales Nelore. Se utilizó la información generada de 1995 a 2000 en 34 ranchos ubicados en cinco estados de México. Los ranchos se dedican a la cría de ganado Nelore de registro y pertenecían a la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. Los modelos estadísticos incluyeron los efectos fijos de estado (Campeche, Chiapas, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán), año y época de nacimiento del animal (Seca, Lluviosa y Nortes) y sexo (Macho o Hembra) y el efecto aleatorio del residual. El modelo para estimar los parámetros genéticos incluyó el efecto fijo de grupo de contemporáneos (hato-año-época-sexo) y el efecto aleatorio aditivo directo. Los análisis se realizaron mediante los procedimientos de modelos lineales generales y máxima verosimilitud restringida libre de derivadas. Los promedios y desviaciones estándar para PN y P205 fueron  $30,9 \pm 3,03$  y  $168,8 \pm 28,9$  kg, respectivamente. Los machos pesaron más ( $P < 0,05$ ) que las hembras al nacimiento y a los 205 días. Los animales nacidos en 1999, en la época de Nortes y en los estados de Yucatán y Chiapas, tuvieron los mayores P205 ( $P < 0,05$ ). La heredabilidad estimada para PN y P205 fue  $0,31 \pm 0,10$  y  $0,43 \pm 0,12$ , respectivamente, y la correlación genética  $0,29 \pm 0,14$ . Los resultados de este estudio demuestran que los efectos ambientales son fuentes de variación relativamente importantes para PN y P205. Las altas heredabilidades estimadas para PN y P205 y la correlación gené-

tica positiva indican que es factible mejorar el crecimiento del ganado Nelore a través de la selección.

**Palabras clave:** Nelore, bovinos, peso al nacer, peso al destete, parámetros genéticos, efectos ambientales.

### ABSTRACT

Information on Nelore cattle obtained from 1995 to 2000, from 34 breeding herds, from the Mexican Association of Zebu Breeders, localized in five states of Mexico was used. The objectives of the study were to evaluate the effect of several environmental factors on birth weight (BW, n = 3169) and weight adjusted to 205 days of age (W205, n = 1885), and to estimate genetic parameters for those traits. The statistical models included the fixed effects of state (Campeche, Chiapas, Tabasco, Tamaulipas and Yucatan), year and season of birth (dry, rainy and windy and rainy) and sex of the calf (male or female). The model to estimate the genetic parameters included the fixed effect of contemporary group (herd-year-season-sex) and the direct additive random effect. Analysis were carried out using general linear models and derivative-free restricted maximum-likelihood procedures. Means and standard deviations for BW and W205 were  $30.9 \pm 3.03$  and  $168.8 \pm 28.9$  kg, respectively. Males weighed more ( $P < 0.05$ ) than females at birth and at 205 d. Calves born in 1999, in the windy and rainy season in the states of Yucatan and Chiapas had the highest W205 ( $P < 0.05$ ). Heritability estimates for BW and W205 were  $0.31 \pm 0.10$  and  $0.43 \pm 0.12$ , respectively and their genetic correlation was  $0.29 \pm 0.14$ . The results of this study show that environmental factors are important sources of variation for BW and W205. The high heritability estimates

for BW and W205 and the positive genetic correlation indicates that it is possible to improve the growth of Nelore cattle by selection.

**Key words:** Nelore, birth weight, weaning weight, genetic parameters, environmental effects.

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne y la rentabilidad de los sistemas de producción bovina dependen, en parte, del crecimiento del ganado. En México, estudios previos indican que el crecimiento del ganado Cebú puede ser influido por la raza, el año y la época de nacimiento, el sexo de la cría, la edad o el número de parto de la madre y el manejo general del hato [1-4]. Conocer los factores ambientales que afectan el crecimiento es de gran utilidad para modificar los sistemas de manejo [5] y planear sistemas de mejoramiento del hato [3], esto permitiría realizar correcciones en los datos de las características de interés y definir grupos contemporáneos para hacer comparaciones, con el objeto de seleccionar los mejores animales [6].

En las regiones tropicales de México, las razas cebuínas que mayor impacto genético tienen en la ganadería bovina son la Brahman y la Nelore. De los 58,756 registros que realizó la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC) entre 1997 y 1999, 60,2% correspondieron a la raza Brahman, 16,8% a la raza Nelore y 23,0% a las otras razas tales como Indubrasil, Gir, Guzarat y Sardo Negro [7]. Según la AMCC, la raza Nelore se empezó a introducir a México aproximadamente a partir de 1985, incrementándose el interés de los ganaderos por ella ya que se le atribuyen cualidades de resistencia al calor y a las enfermedades tropicales, por lo que presentan un buen comportamiento productivo en las condiciones de trópico [8]. Debido a que el Nelore es una raza importante para las regiones tropicales de México, es conveniente estudiar el efecto de los factores ambientales y como estos influyen en su producción y estimar parámetros genéticos para las características que pueden ser utilizadas como criterios de selección en un programa de mejoramiento genético.

Los objetivos de este trabajo fueron: determinar el efecto de Estado del país, año y época de nacimiento sobre los pesos al nacimiento y a los 205 días de edad del ganado Nelore en México, así como estimar las heredabilidades y las correlaciones genéticas entre peso al nacimiento y peso al destete.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Origen de los datos

Se analizó la información de 1995 a 2000 de la base de datos de ganado Nelore de la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC). La información correspondió a 34 ranchos localizados en cinco estados de México (Campeche,

Chiapas, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán); los cuales comparten un clima Aw (caliente subhúmedo con lluvias en verano) con sus diferentes subtipos [9]. La información se generó de las visitas que realizaban los técnicos de la AMCC a los ranchos ganaderos con el objeto de obtener los datos para los registros genealógicos y pesos de los animales que participaban en las pruebas de Control de Desarrollo Ponderal (PCDP).

### Alimentación

En general, las explotaciones practicaban el pastoreo en praderas establecidas con pasto Guinea (*Panicum maximum*), Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Tifton (*Cynodon dactylon*) o Braquiareas (*Brachiaria brizantha*); algunas de las cuales contaban con zacate Taiwán (*Penisetum purpureum*) irrigado para su uso como forraje de corte durante la época de sequía. Una parte de las crías se mantenía únicamente en pastoreo y sales minerales, y otra recibía además alimento balanceado comercial disponible en la región con 11-14% de proteína cruda, 40-64,5% de extracto libre de nitrógeno, 1,5-2% de grasa y 6-25% de fibra.

### Manejo reproductivo

Las hembras adultas se sometían a monta controlada durante todo el año y recibían suplementación en la época de sequía. En algunos casos, se utilizaba sincronización con implantes de progestágenos, inseminación artificial o transferencia de embriones.

### Aspectos sanitarios

En los primeros meses de vida, los animales se vacunaban contra carbón sintomático, edema maligno y pasteurelisis con vacunas combinadas; también se vacunaban contra la rabia y se desparasitaban interna y externamente.

### Manejo general

En los ranchos, las crías se pesaban e identificaban en los primeros tres días de vida (tatuaje, arete de plástico o ambos). Al destete (7-8 meses), los animales eran identificados con hierro candente y se registraba su peso. Tanto los machos como las hembras que participaban en PCDP, se pesaban cada tres meses.

### Análisis estadístico

Los archivos de los registros genealógicos y de la PCDP se utilizaron para generar una base de datos única que contenía la identificación del animal, sexo de la cría, fecha de nacimiento, fechas de pesaje, peso al nacimiento (PN) y peso ajustado a 205 días (P205). El P205 se ajustó utilizando la fórmula de la AMCC [10].

$$P205 = P \pm (G \times N)$$

donde:

P = Peso observado más próximo a los 205 días (rango 165 a 250 días).

+ = Se utilizó cuando el peso observado era anterior a los 205 d.

- = Se utilizó cuando el peso observado era posterior a los 205 d.

G = Ganancia media diaria entre dos pesajes consecutivos, obtenida por la diferencia de peso entre el pesaje posterior y el anterior a la edad de 205 días y dividida entre el número de días entre pesajes.

N = Es la diferencia en días, entre la edad de pesaje y los 205 días.

Las variables dependientes analizadas fueron los pesos al nacimiento (PN, n = 3169) y P205 (n =1885). Como variables independientes se consideraron el estado donde se localizaba el rancho (Campeche, Chiapas, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán), año de nacimiento (1995-2000) y época de nacimiento del animal. Las épocas de nacimiento se establecieron de acuerdo con las condiciones climáticas: Seca (Febrero-Mayo); Lluviosa (Junio-Septiembre) y Nortes (Octubre-Enero). Estudios en el trópico de México indican diferencias en los pesos al nacer en becerros de vacas de un parto con los pesos al nacer de becerros en vacas de 3-4-5 o más partos (P<0,05); sin embargo, el efecto de número de parto no se incluyó en este estudio debido a que no se contaba con esa información.

Se utilizaron procedimientos de modelos lineales generales [11] en análisis preliminares de los datos, para determinar la influencia de los efectos fijos sobre el PN y P205. Las interacciones simples no resultaron significativas (P<0,05), por lo que no se incluyeron en el modelo final, el cual consideró los efectos fijos de sexo, estado de origen de los animales, año y época de nacimiento. Las comparaciones de medias de efectos fijos se hicieron mediante la opción LSMEANS. Los componentes de co-varianza necesarios para el cálculo de la heredabilidad y la correlación genética se estimaron por el método de máxima verosimilitud restringida con el algoritmo libre de derivadas DFREML [12] mediante un modelo animal biva-

riado. El modelo animal incluyó el efecto fijo de grupos contemporáneos (hato-año-época-sexo) y el efecto genético aditivo aleatorio de animal para estimar las co-varianzas. El efecto materno aditivo y permanente no fue incluido debido a la estructura de los datos. Sólo el 24,5% de las vacas tenían dos crías. En el modelo animal se analizaron los pesos de 1618 animales, progenie de 103 sementales y 1221 vacas; sólo se incluyeron aquellos sementales con tres o más hijos. El modelo animal bivariado en notación de matrices fue:

$$\begin{bmatrix} y_n \\ y_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_n \\ b_d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_n & 0 \\ 0 & Z_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_n \\ u_d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_n \\ e_d \end{bmatrix}$$

donde:

$y_n (y_d)$  = vector de observaciones para PN y P205;

$X_n (X_d)$  = matriz de incidencias que asocia las observaciones a los efectos fijos;

$b_n (b_d)$  = vector de efectos fijos que afectan a PN y P205;

$Z_n (Z_d)$  = matriz de incidencias que asocia las observaciones a los efectos aleatorios aditivos directos;

$u_n (u_d)$  = vector de efectos aleatorios directos;

$e_n (e_d)$  = vector de efectos residuales aleatorios para PN y P205 NID (0, ).

## RESULTADOS

Las medias aritméticas y desviaciones estándares para PN y P205 fueron  $30,9 \pm 3,03$  y  $168,8 \pm 28,9$  kg, respectivamente.

### Factores ambientales

Excepto por efecto de la época de nacimiento, todos los factores ambientales estudiados tuvieron efecto significativo (P<0,05) sobre el PN y P205 (TABLA I). Las medias de cuadrados mínimos para los factores estudiados se presentan en la TABLA II.

Los animales de los estados de Yucatán y Chiapas tuvieron los mayores pesos al nacimiento ( $30,7 \pm 0,12$  y

TABLA I  
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO AL NACER Y PESO AJUSTADO A 205 DÍAS PARA GANADO NELORE DE REGISTRO EN MÉXICO

| Fuente de variación | Grados de libertad | Cuadrados medios | Grados de libertad | Cuadrados medios |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Estado              | 4                  | 589.950**        | 4                  | 45037.664**      |
| Año de nacimiento   | 5                  | 60.261**         | 5                  | 3555.141*        |
| Época de nacimiento | 2                  | 42.041           | 2                  | 2527.591         |
| Sexo                | 1                  | 969.361**        | 1                  | 49262.635**      |
| Error               | 3157               | 17.224           | 1873               | 853.959          |

\* P<0,05. \*\* P<0,01.

**TABLA II**  
**MEDIAS DE CUADRADOS MÍNIMOS Y ERRORES ESTÁNDAR PARA ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES**  
**EN GANADO NELORE DE REGISTRO EN MÉXICO**

|                            | N    | PN (días)                 | N    | P205(días)                 |
|----------------------------|------|---------------------------|------|----------------------------|
| <b>Estado</b>              |      |                           |      |                            |
| Campeche                   | 760  | 30,1 ± 0,15 <sup>a</sup>  | 535  | 148,7 ± 2,29 <sup>a</sup>  |
| Chiapas                    | 790  | 30,7 ± 0,12 <sup>b</sup>  | 534  | 164,9 ± 2,05 <sup>b</sup>  |
| Tabasco                    | 427  | 30,0 ± 0,17 <sup>a</sup>  | 239  | 149,6 ± 2,63 <sup>a</sup>  |
| Tamaulipas                 | 367  | 29,9 ± 0,18 <sup>a</sup>  | 160  | 161,2 ± 2,72 <sup>b</sup>  |
| Yucatán                    | 825  | 32,0 ± 0,15 <sup>c</sup>  | 417  | 177,1 ± 2,42 <sup>c</sup>  |
| <b>Año de nacimiento</b>   |      |                           |      |                            |
| 1995                       | 206  | 30,2 ± 0,21 <sup>a</sup>  | 116  | 165,4 ± 2,72 <sup>a</sup>  |
| 1996                       | 229  | 30,1 ± 0,22 <sup>a</sup>  | 156  | 170,6 ± 2,38 <sup>a</sup>  |
| 1997                       | 303  | 30,9 ± 0,17 <sup>b</sup>  | 172  | 172,8 ± 2,17 <sup>ab</sup> |
| 1998                       | 906  | 31,2 ± 0,12 <sup>bc</sup> | 450  | 172,6 ± 1,56 <sup>ab</sup> |
| 1999                       | 1144 | 31,6 ± 0,11 <sup>c</sup>  | 738  | 176,8 ± 1,45 <sup>b</sup>  |
| 2000                       | 381  | 31,3 ± 0,13 <sup>bc</sup> | 253  | 169,0 ± 2,00 <sup>a</sup>  |
| <b>Época de nacimiento</b> |      |                           |      |                            |
| Seca                       | 1123 | 30,9 ± 0,15 <sup>a</sup>  | 688  | 168,9 ± 2,19 <sup>a</sup>  |
| Lluviosa                   | 973  | 30,8 ± 0,16 <sup>a</sup>  | 466  | 162,1 ± 2,27 <sup>a</sup>  |
| Nortes                     | 1073 | 31,3 ± 0,15 <sup>a</sup>  | 731  | 169,6 ± 2,13 <sup>a</sup>  |
| <b>Sexo de la cría</b>     |      |                           |      |                            |
| Macho                      | 1928 | 31,6 ± 0,14 <sup>a</sup>  | 1113 | 172,2 ± 2,06 <sup>a</sup>  |
| Hembra                     | 1241 | 30,4 ± 0,15 <sup>b</sup>  | 772  | 161,6 ± 2,15 <sup>b</sup>  |

<sup>a,b,c</sup> Medias con literales distintas por factor y en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

32,0 ± 0,15 kg) ( $P < 0,05$ ) y a los 205 días (164,8 ± 2,0 y 177,1 ± 2,4 kg), en comparación con los animales de los otros estados del país; asimismo, los animales nacidos en 1999 tuvieron los mejores PN y P205 ( $P < 0,05$ ), con pesos de 31,6 ± 0,11 y 176,8 ± 1,45 kg, respectivamente.

Los animales que nacieron durante la época de nortes (Octubre-Enero) tuvieron PN y a los 205 días de edad ligeramente mayores (31,3 ± 0,15 y 169,6 ± 2,13 kg, respectivamente) en comparación con los animales nacidos en la época lluviosa, aunque dichas diferencias no fueron significativas ( $P > 0,05$ ). Los machos pesaron 1,27 y 10,6 kg más que las hembras al nacimiento y a los 205 días ( $P < 0,05$ ).

### Parámetros genéticos

Los componentes de co-varianza y los parámetros genéticos se presentan en la TABLA III. La correlación genética entre PN y P205 fue 0,29 ± 0,14.

## DISCUSIÓN

### Estadísticas descriptivas

Las medias de PN y PD se encuentran dentro del rango de valores notificados en la literatura para ganado Cebú [3, 5, 13, 14].

### Factores ambientales

Los mayores PN y P205 obtenidos en este estudio para los animales de los estados de Chiapas y Yucatán indican que la tasa de mejora genética posiblemente sea mayor en esas entidades, o que se utilizan prácticas de manejo que permiten un mejor comportamiento productivo de los animales. Varios trabajos en México notifican que el año de nacimiento es una importante fuente de variación para los indicadores de crecimiento y coinciden en que su efecto es difícil de explicar porque se confunde con variaciones debidas al manejo, a los cambios climáticos y a la disponibilidad de forraje [1, 3-5].

El efecto de la época de nacimiento sobre el PN y P205 se ha observado en animales de otras razas de ganado Cebú y Cebú comercial manejadas bajo condiciones de pastoreo en México [1, 4, 5]. El efecto de época sobre PN y P205 se atribuye a la disponibilidad y calidad del forraje que consumen las hembras durante su última etapa de gestación y durante la lactancia, por lo tanto, los becerros nacidos en los meses de lluvias, que crecen durante las épocas de nortes y seca, periodos en los cuales existe escasez de pastos. La ausencia de efecto de época en este estudio pudiera estar asociado a la suplementación en los meses críticos que recibían las vacas y los animales, ya que eran de registro.

**TABLA III**  
**COMPONENTES DE CO-VARIANZA Y PARÁMETROS GENÉTICOS PARA PESO AL NACIMIENTO (PN)**  
**Y PESO AJUSTADO A 205 DÍAS (P205)**

|   | PN (días)   | P205 (días) |
|---|-------------|-------------|
| Varianza genética aditiva                   | 2,4182      | 292,1541    |
| Covarianza genética aditiva entre PN y P205 | 7,8020      |             |
| Varianza fenotípica                         | 7,8146      | 676,3270    |
| Covarianza fenotípica entre PN y P205       | 10,8123     |             |
| Varianza residual                           | 5,3964      | 384,1728    |
| Covarianza residual entre PN y P205         | 0,0589      |             |
| Heredabilidad                               | 0,31 ± 0,10 | 0,43 ± 0,12 |
| Correlación genética entre PN y P205        | 0,29 ± 0,14 |             |
| Correlación fenotípica entre PN y P205      | 0,15        |             |

La superioridad de los machos con respecto a las hembras concuerda con lo que se informa en la literatura para razas *Bos taurus* [15, 16] y *Bos indicus* y sus cruizas con *Bos taurus* [1, 3, 5]. La mayor rapidez de crecimiento al destete observada en los machos se atribuye en parte al efecto de las hormonas masculinas [3, 15].

#### Parámetros genéticos

La heredabilidad estimada para el PN ( $0,31 \pm 0,10$ ) se encuentra dentro del rango de heredabilidad notificada ( $0,07$  a  $0,62$ ) en la literatura [17] en ganado Cebú. Sin embargo, es mayor al de  $0,17$  y  $0,18$  estimadas en Campeche [18] y en Brasil [19] para ganado Nelore y a la de  $0,24$  estimada para varias razas en Yucatán [4]. En Brasil, se reportó una heredabilidad para PN de  $0,26$  cuando se incluyó en un modelo animal bivariado, el efecto de la interacción semental  $\times$  hato [20], y de  $0,39$  cuando no se tomó en cuenta.

La heredabilidad estimada para P205 ( $0,43 \pm 0,12$ ) fue superior a la obtenida en otros trabajos en México ( $0,25$ - $0,26$ ) en ganado Cebú [4,18] y en Brasil ( $0,25$ - $0,39$ ) para la raza Nelore [20-22]. Las diferencias entre las heredabilidades encontradas en este estudio y las observadas en otros trabajos en la misma raza; pudieran deberse en parte, a diferencias en las metodología o modelo animal utilizado, las fuentes de variación de efectos fijos incluidos en el modelo o al grado de conectividad entre los hatos. Normalmente, se registran mayores heredabilidades para características predestete cuando se utiliza un modelo animal simple, que incluye sólo el efecto aditivo directo, en comparación con modelos más completos [23]. Por lo tanto, las heredabilidades calculadas para PN y P205 podrían estar sesgadas, ya que no se incluyeron los efectos maternos (ambiental y genético) en el modelo. Sin embargo, con la información disponible el modelo aquí utilizado fue el único posible. Por lo tanto, es recomendable que la AMCC registre la información del número de parto de la madre, para obtener estimadores más exactos, que se pudieran utilizar en programas

de mejora genética. Por otro lado, Souza-Carneiro y col. [24] en un estudio de simulación encontró que el grado de conectividad de los hatos tiene un efecto importante en la varianza fenotípica, pero pequeño en la varianza genética, lo que puede afectar las heredabilidades estimadas.

La correlación genética positiva entre PN y P205 ( $0,29 \pm 0,14$ ) fue menor a la que se ha informado en otras razas en Sudáfrica, Indonesia y en zonas tropicales de Norteamérica [25-27]. Las correlaciones genéticas altas y positivas indican que los mismos genes que controlan el PN influyen sobre el PD, lo que implica que la selección basada en alguno de estos caracteres puede resultar en un progreso genético en el otro. Esto indica que la selección para mayor PN incrementaría el PD de los animales [28]; sin embargo, es importante considerar el posible efecto secundario de problemas de partos distócicos asociados con becerros cuyos peso se encuentran arriba de la media [3, 5].

La baja correlación fenotípica positiva obtenida en este trabajo ( $0,15$ ) coincide con resultados en la raza Nelore en Brasil [19] entre PN y ganancia de peso predestete; pero P205 difiere del valor negativo estimado en África [29] entre PN y peso a 180 días ( $-0,20$ ).

#### CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que prácticamente todos los factores ambientales incluidos en el modelo tuvieron un efecto significativo sobre el PN y P205. Por lo que en los modelos para la evaluación genética de los pesos al nacimiento y al destete ajustado a 205 días del ganado Nelore deben ser considerados con el propósito de remover estas fuentes de variación.

Bajo las presentes condiciones de este estudio, las altas heredabilidades estimadas para PN y P205 y la correlación genética positiva indican que es factible mejorar el crecimiento del ganado Nelore a través de la selección genética.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEGURA, J.C.; VELÁSQUEZ, P.A.; MEDINA, P.G. Comportamiento hasta el destete de dos hatos cebú comercial en el oriente de Yucatán. **Téc. Pec. Méx.** 26:16-23. 1998.
- [2] LOZANO, R. R.; ASPRON, M. A.; GONZÁLEZ, E., VÁSQUEZ, C.G. Factores ambientales que afectan el crecimiento hasta el destete de becerros Guzerat en un sistema de confinamiento. **Téc. Pec. Méx.** 16:54-58. 1988.
- [3] SEGURA, J.C.; SEGURA, V.M. Fuentes de variación sobre el peso al nacer, peso al destete e intervalo entre partos en un hato cebú comercial. **Vet. Méx.** 22(1):35-39. 1991.
- [4] MAGAÑA, J.G.; SEGURA, J.C. Heritability and factors affecting growth traits and age at first calving of zebu beef heifers in south-eastern Mexico. **Trop. Anim. Health Prod.** 29:185-192. 1997.
- [5] SEGURA, J.C.; GONZÁLEZ, G. Influencia de algunas fuentes de variación sobre el intervalo entre partos y pesos hasta el año de edad en un hato Brahman del noreste de México. **Agrociencia serie Ciencia Animal.** 2:243-251. 1992.
- [6] PAZ, C.P.; ALBUQUERQUE, L.G.; FRIES, L.A. Environmental effects on preweaning weights of Nelore cattle in Brazil. **6th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production.** Armidale, 11-16 January, Australia 23:189-192. 1998.
- [7] ASOCIACIÓN MEXICANA DE CRIADORES DE CEBÚ. **Informe de la XXXVIII asamblea general ordinaria.** Comité técnico. Tampico, 16 Febrero 2000 México. 74 pp. 2000<sup>a</sup>.
- [8] ALVES-SANTIAGO, A. **O Nelore.** Editorial Dos criadores São Paulo, Brasil. 320 pp. 1983.
- [9] GARCÍA, E. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köopen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana.** Instituto de Geografía, UNAM. México D.F. 144 pp. 1988.
- [10] ASOCIACIÓN MEXICANA DE CRIADORES DE CEBÚ. **Reglamento técnico del control de desarrollo ponderal.** Comité técnico. Tampico, 16 Febrero México. 55 pp. 2000<sup>b</sup>.
- [11] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). **SAS/STAT User's Guide** (Release 6.07). Cary NC, USA: SAS Inst Inc., 1992.
- [12] MEYER, K. **User Notes of DFREML.** Version 3,0 ß 1998.
- [13] PASCHAL, J.C.; SANDERS, J.O.; KERR, J.L. Calving and weaning characteristics of Angus-, Gray Brahman-, Gyr-, Indu-brazil, Nelore-, and Red Brahman-sired F1 Calves. **J. Anim. Sci.** 69:2395-2402. 1991.
- [14] RAZOOK, J.B.S.; PAKER, I.U.; TROVO, J.B.F.; BONILHA, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; NASCIMENTO, J.; PACOLA, I.; CANDIDO, J.G.; CAMPOS, B.E.S.; MACHADO, W.B. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera Zebu breeds: Selection applied and response. **6th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production.** Armidale, 11-16 January Australia: 23:133-136. 1998.
- [15] BUTSON, S.; BERG, R.T.; HARDIN, R.T. Factors influencing weaning weights of range beef and dairy-beef calves. **Can. J. Anim. Sci.** 60:727-742. 1980.
- [16] RAHNEFELD, G.W.; PARKER, R.J.; YODSERANEE, S.; STRINGAM, E.W. Influence of body weight and changes in body weight of the cow on preweaning traits of the calf. **Can. J. Anim. Sci.** 60: 599-607. 1980.
- [17] PLASSE, D. Aspectos del crecimiento del Bos indicus en el trópico americano. **World Review Anim. Prod.** 15:29-48. 1978.
- [18] DZIB, A.F.; SEGURA, J.C.; QUEB, F. DE LA O. Influencias genéticas y ambientales sobre el peso al nacer, al destete y ganancia predestete del ganado Nelore. **IX Seminario de Resultados de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario.** Campeche, Camp: 45-49 pp. 3 de mayo 1996.
- [19] MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.A.E.; ELER, J.B.; FERAZ, J.B.S.; PEREIRA, J.C.C.; PENNA, V.M. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raza Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 52:83-89. 2000.
- [20] ELER, J.P.; FERAZ, J.B.S.; GOLDEN, B.L.; SILVA, P.R. Effect of sire x herd interaction in estimation of (co)variance components in Nelore cattle. **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.** Armidale, 11-16 January Australia: 23:202-203. 1998.
- [21] SOUZA, J.C.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C.; FILHO, K.E.; ALENCAR, M.M.; WECHSLER, F.S.; GADINI, C.H.; VAN VLECK, L.D. Effect of genotype x environment interaction on weaning weight of Nelore calves raised in four different regions of Brazil. **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.** 11-16 January 1998. Armidale, Australia: 23:193-196. 1998.
- [22] MAGNABOSCO, C, DE U.; LOBO, R.B.; REYES, A.; FAMILA, T.R. Bayesian inference on growth trait for Nel-

- lore cattle in Brasil. **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Armidale, 11-16 January Australia: 25:556. 1998.
- [23] MEYER, K. Estimates of direct and maternal correlations among growth traits in Australian beef cattle. **Livest. Prod. Sci.** 38:91-105. 1994.
- [24] SOUZA-CARNEIRO, A.P.; DE ALMEIDA-TORRES, R., FREDERICO EUCLYDES, R.; DE ALMEIDA, E.; SILVA, M.; SABIO LOPES, P.; SOUZA-CARNEIRO, P.L.; DE ALMEIDA TORRES FILHO, R. Efeito da conexidade de dados sobre o valor fenotípico médio e a variancia genética aditiva. **Rev. Bras. Zootec.** 30:336-341. 2001.
- [25] KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. Genetic and environmental growth trait parameter estimates for Brahman and Brahman derivative cattle. **J. Anim. Sci.** 69:2362-2370. 1991.
- [26] MOSTERT, B.E.; GROENEVELD, E.; RUST, T.; VAN DER WESTHUIZEN, J. Multitrait variance component estimation of south African beef breeds for growth traits. **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Armidale, 11-16 January. Australia: 23:145-148. 1998.
- [27] TALIB, C.; SIVARAJASINGAM, S.; HINCH, G.N.; BAMBUALIM, A. Factors influencing preweaning and weaning weights of Bali (*Bos sondaicus*) calves. **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Armidale, 11-16 January Australia: 23:149-152. 1998.
- [28] FALCONER, D.S. Introducción a la Genética Cuantitativa. Ed. CECOSA. México D.F. 430 pp. 1980.
- [29] PETERS, S.O.; NWOSU, I.C.; OZOJE, M.O.; IKEOBI, C.O.N. Genetic parameters estimates for growth traits in cattle genotypes. **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Armidale, 11-16 January, Australia: 23:100-103. 1998.