

**COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVO DE VACAS  
*Bos indicus*, *Bos taurus* Y SUS CRUCES EN UN SISTEMA DE  
PRODUCCIÓN VACA:CRÍA EN YUCATÁN, MÉXICO**

**[REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF *Bos indicus*, *Bos taurus* AND CROSSBREED COWS IN A COW:CALF SYSTEM IN YUCATAN, MEXICO]**

**G.T. Mejía-Baustista, J.G. Magaña\*, J.C. Segura-Correa, R. Delgado and R.J. Estrada-León**

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.*

*Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, AP 4-116, Mérida, Yucatán, México.*

*Emails: giltimomejb@hotmail.com; \*jmagana@uady.mx; scorrea@uady.mx; deleon@uady.mx; restradal@hotmail.com*

*\*Corresponding author*

**RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue comparar el comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema vaca:cría en Yucatán, México. Se utilizó la información de 310 vacas Brahman (Br), 191 Nelore (Ne), 140 Cebú Comercial (CC), 49 Suizo Pardo (SP) y 69 cruzadas con SP (Cz) que parieron durante un periodo de 20 años. Los indicadores estudiados fueron edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP), peso al destete a 205 días (PDA205) y peso al destete por día de interparto (PDA/IEP). Se utilizaron modelos fijos para determinar los efectos de año de nacimiento (AN) o parto (AP), época de nacimiento (EN) o parto (EP), número de parto (NP), sexo de la cría (SX) y grupo racial de la vaca (GRV) sobre los indicadores y modelos mixtos para la repetibilidad calculada mediante los componentes de varianza entre y dentro de vaca. Las medias generales y desviaciones estándar para EPP, IEP, PDA205 y PDA/IEP fueron, 1091.7±137.9 días, 432.9±96.9 días, 164.3±25.5 kg y 401±159 g, respectivamente. El AN y EN afectaron la EPP; el AP, EP y NP afectaron al IEP, PDA205 y PDA/IEP ( $P<0.05$ ). El SX de la cría afectó al PDA205 y PDA/IEP ( $P<0.05$ ). El peso al destete como covariable afectó al IEP. El GRV afectó la EPP, IEP y PDA205 ( $P<0.05$ ). Las vacas Ne tuvieron mejor comportamiento reproductivo (EPP e IEP) que Br ( $P<0.05$ ) y las SP y las Cz tuvieron comportamiento intermedio. Las vacas Br y SP tuvieron mayores PDA que las vacas Ne. No se encontraron diferencias significativas entre los GRV para PDA/IEP. Las repetibilidades para el IEP, PDA205 y PDA/IEP fueron 0.074±0.014, 0.097±0.013 y 0.014±0.013, respectivamente. En conclusión, para

mejorar la productividad del sistema vaca:cría se deben atender los efectos de la época del año y de manejo, así como identificar la raza o cruce con mejor desempeño productivo para su empleo por los ganaderos.

**Palabras clave:** Comportamiento reproductivo; productividad; Cebú; Suizo Pardo; trópico.

**SUMMARY**

The objective of this study was to compare the reproductive and productive performance of *Bos indicus*, *Bos taurus* and crossbreed cows in a cow-calf system in Yucatan, Mexico. Twenty years information on 310 Brahman (Br), 191 Nelore (Ne), 140 Commercial Zebu (CZ), 49 Brown Swiss (BS) and 69 cows crossbred with BS (Cz) was used. The response variables studied were age at first calving (AFC), calving interval (CI), weaning weight at 205 days (WW205) and weaning weight per day of calving interval (WW/CI). General linear models were used to determine the effect of year of birth (YB) or calving (YC), season of birth (SB) or calving (SC), parity number (PN), sex of the calf (SX) and racial group of the cow (RGC) on the response variables and mixed models to estimate the repeatability by using the between and within; cows components of variance. The overall means and standard deviations for AFC, CI, WW205 and WW/CI were 1091.7±137.9 days, 432.9±96.9 days, 164.3±25.5 kg y 401±159 g, respectively. The YB and SB affected AFC, whereas YC, SC and PN affected CI, WW205 and WW/CI ( $P<0.05$ ). The SX of the calf affected WW205 and WW/CI ( $P<0.05$ ). WW205 as a covariate affected CI. The RGC affected the AFC, CI and WW205 ( $P<0.05$ ). Ne cows had better reproductive performance (AFC

and CI) than Br cows, whereas the SP and Cz cows were in between. Br and SP had the higher WW205 than Ne cows. There were no differences between RGC for WW/CI. The repeatabilities for CI, WW205 and WW/CI were  $0.074 \pm 0.014$ ,  $0.097 \pm 0.013$  and  $0.014 \pm 0.013$ , respectively. In conclusion, in order to improve the productivity of

## INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina para carne en México se desarrolla bajo diversas condiciones agroecológicas, de infraestructura, manejo de la alimentación, reproducción, sanidad y genética bovina (CONARGEN, 2000; Magaña *et al.*, 2006). Esta heterogeneidad, especialmente en las zonas tropicales, es debida a diferentes tecnologías aplicadas, encontrándose desde explotaciones tradicionales hasta aquellas que utilizan tecnología de vanguardia. Herrera *et al.* (2008) agruparon a los ranchos del sistema vaca:cría (producción de destetes para carne) de la región bajo estudio en tres niveles tecnológicos: bajo (15%), intermedio (67%) y alto (18%), según si utilizaban entre 0 a 3, 4 a 5, y 7 a 10 tecnologías ganaderas, respectivamente. En términos generales, el sistema vaca:cría en la región de estudio se maneja bajo pastoreo directo de pasto Guinea (*Panicum maximum*), con carga animal de una vaca con o sin su cría al año, suplementación con melaza y gallinaza durante la época seca a las vacas con cría a pie, desparasitación interna a los becerros al destete y contra parásitos externos según el grado de infestación y el uso de vacunas contra enfermedades endémicas como rabia paralítica bovina, carbón sintomático y septicemia hemorrágica. La reproducción es a través de monta natural durante todo el año, con escaso uso de la inseminación artificial y otras biotecnologías reproductivas. Asimismo, el diagnóstico de gestación es empleado por pocos ganaderos; los sistemas de control de registros son escasos y los que lo tienen no hacen uso de los mismos para la toma de decisiones (Herrera *et al.*, 2008).

En el trópico, las razas cebuínas (*Bos indicus*) comparativamente con las razas europeas (*Bos taurus*) han mostrado un comportamiento productivo inferior en la edad al primer parto (Magaña y Segura, 2001), crecimiento (Magaña y Segura, 2006), aún bajo buenas condiciones de manejo (Frisch y Vercoe, 1977; Crouse *et al.*, 1990; Hammond *et al.*, 1996; Lunstra *et al.*, 2003). Sin embargo, debido al mayor tamaño de población, adaptación a las condiciones de radiación solar, temperatura, humedad y fluctuación nutricional las razas Cebú son las que predominan en el trópico

the cow:calf system, the effect of season of the year and management practices should be taken care, as well as to identify the breed or crossbred with better performance to be used by farmers.

**Key words:** Reproductive performance; productivity; Zebu; Brown Swiss; tropics.

mexicano; también sus cruzas con europeo son utilizadas ya que mejoran el comportamiento de los sistemas de producción tropical, reflejado en algunos indicadores simples como el peso al nacer, al destete, edad al primer parto e intervalo entre partos (Reynoso *et al.*, 1987; Rojas *et al.*, 1987; Ríos *et al.*, 1996; Magaña y Segura, 2001; 2006; Plasse *et al.*, 2000). Las razas europeas Pardo Suizo, Charolais y Simmental son las más utilizadas en el trópico mexicano (Bredahl *et al.*, 1985; Tewolde, 1997).

En el trópico mexicano el comportamiento reproductivo y productivo del ganado es pobre, los indicadores señalan que la edad al primer parto es mayor a 36 meses, intervalos interpartales mayores de 18 meses, tasas de pariciones anual entre 55 y 60% y mortalidad predestete mayor al 10%, lo que ocasiona un menor número de crías destetadas al año, con promedio de pesos al destete (240 días) de 160 Kg y pesos a los 18 meses de 350 Kg (Reynoso *et al.*, 1987; Rojas *et al.*, 1987; Magaña y Segura 1998; Magaña y Segura 2001; Domínguez-Viveros *et al.*, 2003). Esos estudios documentan el comportamiento con base en caracteres simples, pero ninguno los evalúa en conjunto a través de algún índice de productividad, por ejemplo, kilogramos de becerro destetado por vaca al año o por día de interparto, considerando el sistema de manejo con parición durante todo el año. Los índices son indicadores directos de eficiencia en el sistema vaca:cría y han sido evaluados por diferentes autores en otros ambientes de producción como lo resumen Martínez-Velázquez *et al.* (2008). Para mejorar la eficiencia de la producción de becerros en la región sureste de México, es importante evaluar a los grupos raciales y genotipos a través de indicadores de productividad para conocer el comportamiento relativo de las razas y los cruces de ganado Cebú y europeo y permita apoyar la toma de decisiones sobre el uso estratégico de los recursos genéticos animales en los sistemas vaca:cría (Tewolde y Nuñez, 1998; CONARGEN, 2000; Martínez-Velázquez *et al.*, 2008).

Los objetivos de este estudio fueron estimar el efecto de algunos factores ambientales, raciales y

repetibilidad sobre el comportamiento reproductivo, peso al destete y kilogramos de becerro destetados por día de interparto de vacas Cebú, Suizo Pardo y sus cruces, manejadas en un sistema vaca:cría en Yucatán, México.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

### Localización y antecedentes.

El presente trabajo se desarrolló en una ganadería que se encuentra ubicado en el oriente del estado de Yucatán, México, localizado entre los paralelos 19°40' y 21°37' latitud norte y los meridianos 87°30' y 90°26' longitud oeste. El clima de la región es AW1 cálido subhúmedo con lluvias en verano; con una media de precipitación anual de 1100 mm, de la cual el 75% cae entre los meses de mayo a octubre. La media de temperatura anual está en un rango máximo de 28° C en mayo y una mínima de 24° C en diciembre (INEGI, 2000).

El rancho se fundo con una población de ganado Criollo para la producción de destetes. En 1960 se inicio la absorción a Cebú, principalmente a Brahman y Nelore; posteriormente, se introdujeron las razas Holstein y Suizo Pardo a través de inseminación artificial (IA) con semen nacional y de 1980 a 1989 parte del hato se dedicó a la producción de leche a través del sistema de doble propósito con vacas cruzadas. A partir de 1990 el rancho se dedicó a la producción de sementales, semen y hembras de las razas Brahman y Nelore, así como la venta de destetes para su engorda.

### Manejo del ganado.

El ganado se mantuvo en pastoreo nocturno (6:00 pm a 6:00 am) bajo condiciones extensivas de producción, en potreros de zacate Guinea (*Panicum maximum*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y Brizantha (*Brachiaria brizantha*) principalmente. La carga animal manejada en promedio durante el periodo estudiado fue de una vaca con o sin becerro por hectárea al año. Durante el día, el ganado era mantenido en corrales con acceso a agua y sales minerales a voluntad y los becerros se mantenían con sus madres hasta el destete. Los animales se vacunaban cada año contra Rabia Paralítica, Carbón Sintomático, Pasteurella Multocida y Leptospira. Como parte de la campaña para la erradicación de la Tuberculosis y Brucelosis bovina, cada año se muestreó a todo el ganado en edad reproductiva, considerándose hato libre de esas enfermedades desde 1990. Los becerros se identificaron y pesaron dentro de las primeras 24 horas de nacidos y de nuevo al destete (7 y 8 meses de edad). La reproducción se realizó por monta

continua durante todo el año. En las vacas registradas como raza pura Brahman (Br) o Nelore (Ne), así como aquellas identificadas para producir animales cruzados se utilizó la IA y monta controlada; en este grupo de vacas el estro se detectaba dos veces al día a partir de los 60 días postparto. El diagnóstico de gestación se realizó de forma rutinaria por palpación rectal a las 16 semanas posparto en todas las vacas y a las vacas servidas por inseminación o monta controlada el diagnóstico se efectuaba entre los 45 y 60 días posteriores al último servicio.

Durante los primeros años de estudio (antes de 1990), el rancho se manejó como un sistema de producción de doble propósito donde las vacas se ordeñaban una vez al día con el apoyo de becerro y se les suplementaba durante la ordeña. Los genotipos utilizados fueron básicamente Suizo Pardo (SP) cruzado con Cebú. Durante ese periodo a las novillas se les suplementaba con dos kilogramos al día de un concentrado comercial y se incorporaban al hato reproductivo alrededor de los 18 meses de edad. A partir del año 1990 el rancho cambió al sistema de producción de destetes y ganado de registro Br y Ne, la incorporación de novillas de reemplazo al hato reproductivo dependió de su conformación racial y los 24 meses de edad. Además, ocasionalmente durante la época de seca se suplementaba a los becerros, preferentemente a los becerros Br y Ne.

### Registros.

La información utilizada correspondió a los registros productivos de 310 vacas Br, 191 Ne de registro y ganado de tipo comercial, integrado por 140 vacas Cebú Comercial (CC), 49 SP y 69 vacas cruzadas con SP (Cz). Los registros recolectados por vaca fueron: identificación, grupo racial de la madre y del semental, fecha de nacimiento y parto de la vaca, número de parto, peso al nacimiento de su becerro, el sexo de la cría, fechas y pesos al destete. Posteriormente con esos datos se calcularon la edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP), peso al destete (PD), peso al destete ajustado a 205 días (PDA205) y el índice de productividad, kilogramos de destete por día de interparto (PDA/IEP).

Debido al escaso número de datos, y para equilibrarlos por año, la información se agrupó en los siguientes periodos de nacimiento o parto: 1986 – 1989; 1990 – 1991; 1992; 1993; 1994 – 1995; 1996; 1997; 1998; 1999 y 2000 para EPP, y 1986 – 1992; 1993 – 1995; 1996; 1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004 y 2005 para el IEP, PDA205 y PDA/IEP. Asimismo, para la época de

parto (EP) o nacimiento (EN) se consideraron tres épocas de acuerdo a la distribución de las lluvias: época lluviosa (Junio-Septiembre), época de Nortes (Octubre-Enero) y época seca (Febrero-Mayo). El número de parto (NP) se agrupó como: 1, 2, 3, ..., 9,  $\geq 10$  partos, y se conformaron cinco grupos raciales: Br, Ne, CC (cruzas entre Br y Ne), SP y Cz.

### Análisis Estadístico

Para la estimación de los efectos ambientales y raciales las variables EPP, IEP, PDA205 y PDA/IEP fueron analizadas mediante modelos lineales generales (GLM) del paquete estadístico SAS (2002). El modelo lineal final que describió la variable de respuesta EPP, fue:

$$Y_{ijk} = \mu + AN_i + EN_j + GGV_k + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable dependiente (EPP)

$\mu$  = Media general

$AN_i$  = Efecto fijo del  $j$ -ésimo año de nacimiento (1986 – 2000)

$EN_j$  = Efecto fijo de la  $i$ -ésima época de nacimiento (lluviosa, nortes y seca)

$GGV_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo efecto fijo del grupo racial de la vaca.

$e_{ijk}$  = Error aleatorio asociado a la  $y_{ijk}$  observación

El modelo lineal final que describió las variables de respuesta IEP, PDA205 y PDA/IEP, fue:

$$Y_{ijklm...} = \mu + AN_i + EN_j + NP_k + S_l + GRV_m + e_{ijklmn}$$

Donde:

$Y_{ijklmn}$  = Variables dependientes (IEP, PDA205, PDA/IEP)

$\mu$  = Media general

$AN_j$  = Efecto fijo del  $j$ -ésimo año de parto (1986 – 2005)

$EN_i$  = Efecto fijo de la  $i$ -ésima época de parto (lluvias, nortes y secas)

$NP_k$  = Efecto fijo del  $k$ -ésimo número de parto (1 – 9,  $\geq 10$  partos)

$S_l$  = Efecto fijo del  $l$ -ésimo sexo de la cría

$GRV_m$  = Efecto fijo del  $k$ -ésimo grupo racial de la vaca

$PDA205_n$  = Efecto del  $n$ -ésimo peso al destete (sólo para el caso del IEP) como covariable.

$e_{ijklmn}$  = Error aleatorio asociado a la  $Y_{ijklmn}$  observación.

No fue posible evaluar la interacción de grupo racial por año y la comparación de medias dentro de los efectos principales se realizó a través de la opción PDIF del paquete estadístico (SAS, 2002). Los componentes de varianza se obtuvieron con el procedimiento VARCOMP mediante el método de máxima verosimilitud restringida (SAS, 2002), para lo cual se utilizó un modelo mixto que incluyó además de los efectos fijos para los modelos de IEP, PDA205 y PDA/IEP, previamente descritos, el efecto aleatorio de vaca (IDV) anidada dentro de grupo racial IDV(GRV). Las repetibilidades ( $r_e$ ) para el IEP, PDA205 y PDA/IEP se obtuvieron dividiendo la componente de varianza entre vacas dentro de grupo racial, entre la varianza fenotípica (componente de varianza entre vacas más la componente de varianza dentro de vaca), y los errores estándar se calcularon por el método descrito por Turner y Young (1969).

## RESULTADOS

Las medias aritméticas y desviaciones estándar para EPP, IEP, PDA205 y PDA/IEP fueron 1091.7 $\pm$ 137.9 días, 432.9 $\pm$ 96.9 días, 164.3 $\pm$ 25.5 kg y 401 $\pm$ 159 g, respectivamente.

### Factores ambientales.

El AN y EN de la vaca tuvieron efectos significativos sobre la EPP ( $P < 0.05$ ); mientras que el año de parto y la época de parto lo tuvieron sobre el IEP, PDA205 y PDA/IEP ( $P < 0.05$ ). La EPP aumentó de 1000 días en 1990 hasta 1150 días en 1998; y disminuyó a 1050 días en 2000 (Figura 1). El efecto del AP sobre el IEP, PDA205 y PDA/IEP mostró altibajos con el transcurso del tiempo (Figuras 1 y 2).

Las vacas que nacieron en la época de nortes tuvieron menor EPP (1066.1 $\pm$ 9.0 días) en comparación con las que nacieron en las épocas seca (1098.2 $\pm$ 9.1) y lluviosa (1094.8 $\pm$ 11.1 días), siendo la diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). Las vacas que parieron en las épocas de nortes y seca tuvieron mejor comportamiento reproductivo (IEP más cortos) en comparación con las vacas que parieron durante la época lluviosa ( $P < 0.05$ ); mientras que para el PDA205 y PDA/IEP la mejor época fue la de secas siendo estadísticamente diferente a las demás ( $P < 0.05$ ; Tabla 1).

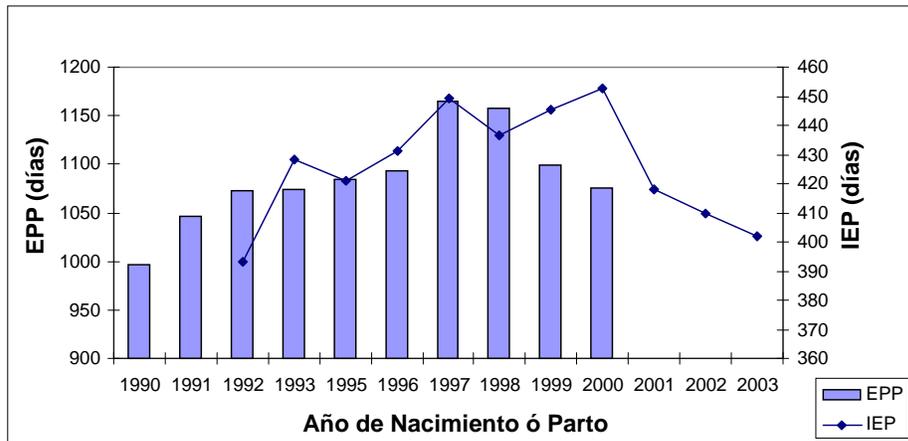


Figura 1. Medias de cuadrados mínimos por año de nacimiento o parto para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en un sistema de producción vaca-cría en Yucatán, México.

El número de parto (NP) afectó al IEP, PDA205 y PDA/IEP ( $P < 0.05$ ; Tabla 1). Las vacas primerizas presentaron los mayores IEP ( $496.9 \pm 4.7$  días) mostrando una disminución hasta el sexto parto ( $P < 0.005$ ; Tabla 1). Con respecto al PDA205 las vacas primerizas y de mayor edad (partos 8, 9 y 10) mostraron el peor comportamiento en comparación con las restantes categorías ( $P < 0.05$ ; Tabla 1). Al igual que para el IEP, el peor comportamiento para PDA/IEP correspondió a las vacas primerizas. El sexo de la cría de la vaca no fue un factor importante de variación para el IEP pero sí para PDA205 y PDA/IEP ( $P < 0.05$ ) (Tabla 1). Por otro lado, el PDA205 afectó al IEP ( $P < 0.05$ ) y mostró una regresión positiva de  $0.35 \pm 0.05$ , lo que significa que por cada kilo de becerro destetado el IEP aumentó 0.35 días.

#### Factores genéticos.

El grupo racial de las vacas afectó la EPP, IEP ( $P < 0.05$ ) y al PDA205 ( $P < 0.001$ ), pero no al PDA/IEP ( $P > 0.05$ ). Las vacas Br tuvieron la mayor media de EPP en comparación a los otros grupos raciales ( $P < 0.05$ ) y las vacas Cz parieron a una edad más temprana (Tabla 2). Los IEP más largos correspondieron a las vacas Br, seguidas de las vacas Cz y SP (Tabla II). Las hembras de raza Ne tuvieron los IEP más cortos seguidas por las vacas CC. Para el PDA205 días las vacas SP y Br destetaron las crías más pesadas en relación a los otros grupos raciales ( $P < 0.05$ ; Tabla 2).

Las componentes de varianza entre y dentro de vaca para IEP fueron  $698.3 \text{ días}^2$  y  $8754.3 \text{ días}^2$ , para PDA205 fueron  $63.61 \text{ kg}^2$  y  $589.8 \text{ kg}^2$  y para PDA/IEP fueron  $0.0003461 \text{ kg}^2/\text{día}^2$  y  $0.02509$

$\text{Kg}^2/\text{día}^2$ , respectivamente. Los valores de repetibilidad ( $r_e$ ) estimados para el IEP, PDA205 y PDA/IEP fueron  $0.074 \pm 0.014$ ,  $0.097 \pm 0.013$  y  $0.014 \pm 0.013$ , respectivamente.

#### DISCUSIÓN

La media general para EPP obtenida en este estudio se encuentra dentro del rango de valores (1060 a 1162 días) reportados en ganado Cebú y cruzado con europeo en el trópico mexicano (Segura e Hinojosa, 1986; Magaña y Segura, 1997; 2001). Estos resultados y de acuerdo al manejo del hato bajo estudio, sugieren problemas con la crianza de reemplazos, principalmente debido a la fluctuación en la disponibilidad de forraje en la pradera asociada a la precipitación pluvial y con ello fluctuaciones en el peso vivo (periodos de pérdida y ganancia) de los reemplazos del destete a 7 hasta los 24 meses de edad. Vera (1998) resumió la información relacionada con la interacción entre genotipo y nutrición sobre la reproducción, señalando que las novillas logran la primera concepción a diferentes pesos vivos y que estos guardan relación con porcentajes de madurez según sea el grupo racial al que correspondan. Además, aún dentro de un mismo grupo racial, si los animales están expuestos a cambios cíclicos de peso vivo el rango de peso a la concepción puede ser muy amplio como por ejemplo, entre 200 a 400 kg en novillas Brahman y cruzadas con europeo, entonces para reducir este rango es necesario evitar las fluctuaciones de peso vivo y procurar que cuando menos las novillas mantengan bajas ganancias de peso vivo para reducir la edad al primer parto (Vera, 1998).

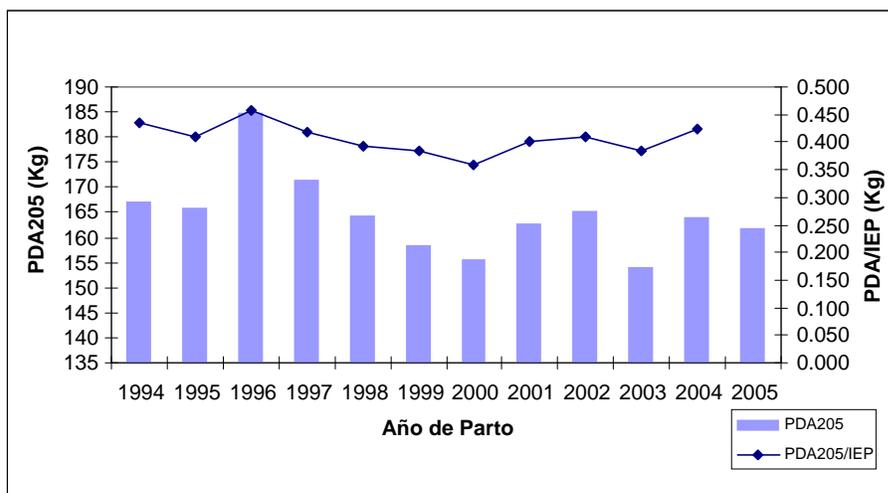


Figura 2. Medias de cuadrados mínimos por año de parto para el peso al destete ajustado a 205 días (PDA205) y peso al destete ajustado por día de interparto (PDA/IEP) en un sistema de producción vaca-cría en Yucatán, México.

Tabla 1. Medias ajustadas y errores estándar por época de parto número de parto y sexo de la cría para el intervalo entre partos (IEP), peso al destete ajustado a 205 días (PDA) y peso al destete ajustado por día de interparto (PDA/IEP) en un sistema de producción vaca-cría en Yucatán, México.

Factor	n	IEP (días)	n	PDA (días)	n	PDA/IEP (g/día)
<b>Época de Parto</b>						
Lluvias	530	438.5±4.6 <sup>a</sup>	724	163.1±1.03 <sup>a</sup>	530	391±01 <sup>a</sup>
Nortes	1207	417.8±3.5 <sup>b</sup>	1679	163.6±0.7 <sup>a</sup>	1199	413±05 <sup>a</sup>
Secas	1240	422.1±3.5 <sup>b</sup>	1625	166.9±0.8 <sup>b</sup>	1236	419±05 <sup>b</sup>
<b>Número de Parto</b>						
1	529	496.9±4.7 <sup>a</sup>	722	160.6±1.5 <sup>a</sup>	526	342±01 <sup>a</sup>
2	485	437.6±4.8 <sup>b</sup>	607	166.03±1.1 <sup>b</sup>	484	393±01 <sup>bf</sup>
3	418	425.4±5.1 <sup>bc</sup>	540	166.9±1.2 <sup>bc</sup>	417	405±01 <sup>bc</sup>
4	370	414.5±5.4 <sup>cd</sup>	478	167.7±1.2 <sup>bd</sup>	369	416±01 <sup>cd</sup>
5	318	419.1±5.7 <sup>c</sup>	404	169.2±1.3 <sup>de</sup>	315	417±01 <sup>ce</sup>
6	243	403.6±6.5 <sup>de</sup>	340	166.7±1.4 <sup>be</sup>	241	429±01 <sup>c</sup>
7	183	412.8±7.5 <sup>ce</sup>	259	167.6±1.6 <sup>be</sup>	182	418±01 <sup>cfh</sup>
8	147	422.2±8.3 <sup>bce</sup>	210	161.1±1.8 <sup>a</sup>	147	394±01 <sup>bdef</sup>
9	114	407.9±9.4 <sup>ce</sup>	163	160.9±2.1 <sup>a</sup>	114	467±02 <sup>g</sup>
10	170	421.1±7.9 <sup>bce</sup>	305	158.5±1.6 <sup>a</sup>	170	389±01 <sup>bdeh</sup>
<b>Sexo de la cría</b>						
Macho	1477	428.20±3.33 <sup>a</sup>	2033	170.38±0.72 <sup>a</sup>	1471	422±0.5 <sup>a</sup>
Hembra	1500	424.07±3.30 <sup>a</sup>	1995	158.71±0.72 <sup>b</sup>	1494	393±0.5 <sup>b</sup>

n=Número de observaciones; g/día= gramos por día

<sup>a,b,c</sup>Medias con distintas literales son diferentes estadísticamente P<0.05.

Tabla 2. Medias ajustadas y errores estándar por grupo racial para edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP), peso al destete ajustado a 205 días (PDA) y peso al destete ajustado por día de interparto (PDA/IEP) en un sistema de producción vaca-cría en Yucatán, México.

Grupo racial	n	EPP (días)	n	IEP (días)	n	PDA205 (kg)	n	PDA/IEP (g/día)
Brahman	310	1123.4±8.1 <sup>a</sup>	1227	440.6±3.2 <sup>a</sup>	1536	166.5±0.7 <sup>a</sup>	1123	405±05 <sup>a</sup>
Nelore	191	1093.7±10.3 <sup>b</sup>	803	410.2±3.6 <sup>b</sup>	1056	162.0±0.8 <sup>b</sup>	797	412±05 <sup>a</sup>
Cebú Comercial	140	1092.3±12.2 <sup>b</sup>	641	424.1±4.1 <sup>c</sup>	858	162.1±0.9 <sup>b</sup>	639	403±01 <sup>a</sup>
Suizo Pardo	49	1073.9±20.4 <sup>bc</sup>	115	427.2±9.4 <sup>abc</sup>	167	168.4±2.1 <sup>a</sup>	115	416±02 <sup>a</sup>
Cruces	69	1048.6±17.1 <sup>c</sup>	291	428.7±5.8 <sup>ac</sup>	411	163.7±1.3 <sup>b</sup>	291	399±01 <sup>a</sup>

n=Número de observaciones; g/día= gramos por día.

<sup>a,b,c</sup>Medias con distintas literales son diferentes estadísticamente (P<0.05).

Los efectos de las deficiencias en el manejo de la nutrición tanto antes del parto como durante el posparto temprano se reflejan en periodos interpartales muy prolongados. En el trópico mexicano, la media del IEP está entre 433 y 452 días en vacas Cebú y cruzadas con europeo (Magaña y Segura 1998; 2001; Magaña *et al.*, 2002), la cual indica que en el rancho bajo estudio las hembras están concibiendo alrededor de los 150 días postparto, pero que durante el periodo en que se manejaron bajo un sistema de doble propósito (1986-2000) la concepción era alrededor de los 100 días postparto. Este resultado corresponde a los valores reportados en ganaderías dedicadas a la producción de leche o doble propósito con niveles de manejo medios a bajos en Brasil (Madalena, *et al.*, 1990) y en Venezuela (Vaccaro *et al.*, 1997). Delgado *et al.* (2004) y Abán *et al.* (2008), con vacas con amamantamiento continuo hasta el destete en la región bajo estudio, demostraron que la condición corporal al parto y los cambios durante el posparto son factores importantes para mejorar el manejo nutricional y su efecto favorable sobre la ciclicidad y reconcepción temprana durante el posparto.

La media de PDA205 de este trabajo (164.3 kg) es mayor a la notificada en la misma región por Segura *et al.* (1988) en ganado Cebú (135 kg a 205 días de edad); pero menor a las medias de 177.7 kg, 177.9 Kg y 171.3 kg obtenidas en el trópico mexicano por Reynoso *et al.* (1987), Magaña y Segura (1997) y Martínez-Velázquez *et al.* (2008), respectivamente, con ganado Cebú y cruces de Cebú con europeo. También, estos resultados son mayores a los reportados en Venezuela por Arango *et al.* (1999) y Plasse *et al.* (1999) de 138.1 y 150.2 kg de PDA205 en el mismo tipo de ganado. Estas diferencias tanto entre países tropicales, como dentro de la misma región del trópico mexicano representan las diferencias en la disponibilidad y utilización de los recursos forrajeros y de otros

insumos alimenticios para los becerros, así como en las diferencias raciales de los animales que integran los sistemas vaca:cría.

El PDA/IEP es un indicador importante que combina la fertilidad, medida como el IEP, y la habilidad materna de la vaca expresada en el crecimiento de su cría (García *et al.*, 2003; Martínez-Velázquez *et al.*, 2008). La media general de PDA/IEP en este trabajo fue 401±150 g, sin embargo, no se encontró mucha información en la literatura que refiera al PDA205/IEP; pero al comparar los resultados de este estudio con los obtenidos en otros trabajos dividiendo las medias de PD entre las de IEP, se encontraron valores de 377 y 350 g a 205 días de edad al destete (García *et al.*, 2003; Magaña y Segura 1998), los cuales son menores al obtenido en este estudio. Esta falta de información sobre indicadores de eficiencia del sistema vaca:cría, en hatos manejados con reproducción continua durante todo el año, representa una limitante para evaluación tanto de genotipos o grupos raciales como del impacto de otras estrategias de manejo no genéticas sobre la eficiencia tanto biológica como económica de los sistemas en el trópico mexicano.

#### Factores ambientales.

El año de nacimiento o parto es una fuente de variación importante que comúnmente resulta significativa sobre la EPP, IEP y PDA205 en estudios retrospectivos como el presente (Magaña y Segura 1997; Domínguez-Viveros *et al.*, 2003). Asimismo, se reconoce que el año es un factor difícil de explicar debido a que normalmente es un factor que es resultado de la incorporación y salida de animales, así como su exposición durante el tiempo de estudio a ambientes desfavorables en unos años y favorables en otros, a cambios administrativos, personal y de manejo con el transcurso del tiempo. Además, cabe mencionar que

en los primeros años del rancho aquí estudiado, éste se dedicaba a la producción de leche y carne a través del sistema de doble propósito y que durante la ordeña el productor acostumbraba suplementar a las vacas y además, incorporaba a las novillas edades a 18 meses de edad al hato reproductivo y que al cambiar al sistema de producción de ganado de registro Brahman y Nelore la incorporación fue hasta la edad de 24 meses. A este respecto, se han recomendado estrategias de incorporación de novillas al hato reproductivo, entre las que sobresalen el manejo de grupos homogéneos de peso vivo, de preferencia ya ciclando y durante un periodo de empadre entre 60 y 90 días (Dziuk y Bellows, 1983). Siguiendo éstas recomendaciones se espera mejorar la fertilidad de las novillas, acortar la edad al primer parto y la fertilidad subsecuente.

El efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de la época de nacimiento de las vacas sobre la EPP concuerda con lo reportado por otros autores (Segura e Hinojosa 1986; Magaña y Segura, 1997; 2001) y a pesar de que en los trópicos se asocia con la escasez o abundancia de pastos durante las épocas de escasez o disponibilidad de lluvias, lo cual puede afectar el crecimiento del animal y retrasar la pubertad (Vera, 1998) es muy difícil de explicar por la interacción entre razas y épocas como fue descrito por Vera (1998).

Muchos autores sugieren que las principales fuentes de variación sobre el IEP son el estado nutricional de las vacas al momento del parto, el número de parto y el manejo del amamantamiento del becerro, lo que repercute sobre la duración del periodo parto a concepción y consecuentemente en el IEP (Delgado *et al.*, 2004; Magaña *et al.*, 2002; Segura 1988). Efectos de la época sobre el IEP han sido encontrados por Hinojosa y Segura (1986), Cab *et al.* (1996), Magaña y Segura (1998; 2001) y Magaña *et al.* (2002). Consistentemente, se demuestra que las vacas que paren durante la época de secas son las que tienen IEP más cortos, a este respecto Delgado *et al.* (2004) mostraron que las vacas que paren durante la época seca del año son las que registran mayor condición corporal en comparación a las otras dos épocas, entonces esto repercute en estadios de balance negativo no prolongado y reinicio temprano de la actividad ovárica. Además, sus efectos positivos sobre la producción de leche de la vaca y crecimiento de la cría, ya que el crecimiento de los animales depende de la disponibilidad de pastos para la producción de leche de la madre y de los efectos directos del medio ambiente e indirectos debido a la presencia de enfermedades infecciosas y parasitarias en la época de lluvias. El mayor PDA205 y PDA/IEP de

los animales nacidos en la época seca (Tabla I), se explica en parte por el hecho de que los animales nacidos en esa época, tienen su mayor fase de crecimiento durante la época lluviosa cuando existe disponibilidad de pastos para la vaca, y se destetan aproximadamente a los 7 meses de edad a finales de la época lluviosa y principios de la época de nortes, cuando comienza a escasear de nuevo el pasto.

En sistemas de producción vaca:cría, en México se ha notificado efecto significativo del NP sobre el IEP (Reynoso *et al.*, 1987; Rojas *et al.*, 1987; Segura 1988; Magaña y Segura 1998; 2001) y en otros países como Venezuela (Chirinos *et al.*, 1997; Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 1999) en donde se señala que el primer IEP es más prolongado que los demás debido a que las vacas primerizas no han completado su desarrollo corporal, por lo que parte del alimento que consumen lo destinan a este fin, sacrificando así su producción de leche y fertilidad.

Los PDA205 menores para las vacas primerizas y las de ocho partos o más podría explicarse, al igual que al IEP, por el hecho de que las vacas de primer parto no han completado su desarrollo corporal y el alimento que consumen lo destinan para ese fin sacrificando la producción de leche, mientras que las vacas viejas el consumo de alimento se ve disminuido debido al desgaste de los dientes que les dificulta masticar pastos toscos y un menor consumo de nutrientes disminuyen su producción de leche (Fordyce *et al.*, 1993; Magaña y Segura 1998).

El sexo del becerro al pie de la vaca no tuvo efectos sobre el IEP, lo que concuerda con lo reportado en otros trabajos que incluyeron al ganado Cebú, ó Cebú y sus cruza con ganado europeo en zonas tropicales (Reynoso *et al.*, 1987; Segura 1988; Chirinos *et al.*, 1997; Magaña y Segura 1997; 1998; Plasse *et al.*, 1999). El mayor PDA205 y PDA/IEP de los becerros machos (12 kg más) en comparación con las hembras podría atribuirse al efecto que tienen las hormonas sexuales sobre el desarrollo muscular del becerro lo cual estimula la mayor producción de leche como resultado de un probable mayor presión de amamantamiento que ejercen los machos en las vacas (Fordyce *et al.*, 1993; Magaña y Segura 1998).

### **Factores genéticos**

#### **Edad al primer parto**

Diferencias entre grupos raciales para la EPP han sido notificados en el trópico mexicano y por lo general, la raza SP y sus cruza con Cebú son más precoces que las razas *Bos indicus*, en esos estudios

las EPP van de 939 hasta 1661 días de edad (Duarte-Ortuño *et al.* 1988; Ríos *et al.*, 1996; Magaña y Segura, 2001). Las diferencias ambientales discutidas anteriormente, así como los efectos genéticos aditivos a favor de las razas europeas sobre las cebuínas y las ventajas de la heterosis en las cruza entre animales *B. indicus* y *B. taurus* en comparación a las razas Cebú están bien documentadas (Cunningham y Systad, 1987; Madalena *et al.*, 1990; Ríos *et al.*, 1996; Magaña y Segura, 2001). En algunos estudios se ha comparado el comportamiento de las razas Cebuínas y no reportaron diferencias entre ellas, aunque en ninguno se ha incluido a la Nelore (Ríos *et al.*, 1996; Magaña y Segura, 1997; 2001). En el presente estudio, las cruza entre SP y Cebú registraron la menor EPP y la Brahman la mayor (Tabla II). Entre las razas puras, la Nelore fue mejor que la Brahman y esto confirma la mejor habilidad reproductiva de la raza Nelore (Thallman *et al.*, 1999). Estos resultados sugieren la importancia de la elección de las razas y del uso de animales F1 para la mejora de esta característica (Cunningham y Systad, 1987; Duarte-Ortuño *et al.*, 1988; Ríos *et al.*, 1996; Magaña y Segura, 2001).

### Intervalo entre partos

Para este carácter el comportamiento de la raza Ne (410 días) fue el mejor que la Br (441 días), lo que indica que para caracteres reproductivos la raza Ne es superior para sistemas vaca:cría con manejo similar al presente. Sin embargo, esta tendencia no es consistente ya que en otros estudios en la misma región, el uso de la raza Ne no fue mejor a otras razas cebuínas con media del IEP de más de 450 días (Magaña *et al.*, 2002). Plasse *et al.*, (1999) en Venezuela tampoco reportaron ventajas del uso de la raza Ne sobre la Br, y García *et al.* (2003) en Colombia, reportaron para las vacas Br, Ne y CC medias de 445, 437 y 448 días, respectivamente, similar a la media de la raza Br en este estudio (441 días), pero mayores a aquellas para el ganado Ne y CC. Magaña y Segura (2001) reportaron en el Sureste mexicano valores para el IEP de 434, 425, 430 y 431 días para las razas CC, Br, Cz y SP, respectivamente.

En el trópico, para aprovechar las ventajas raciales y heterosis y mejorar el desempeño reproductivo se debe considerar el componente ambiental, principalmente la alimentación, ya que con la introducción de razas europeas de mayor tamaño, crecimiento y potencial lechero los requerimientos de mantenimiento y producción también cambian y si no son considerados las ventajas raciales y de heterosis probablemente no se expresen. Por ejemplo, Abán *et al.* (2008), mostraron la

interacción genotipo ambiente que existe entre vacas Cebú, europeas y cruzadas según la época de parto y por ende su condición corporal al parto sobre la tasa de ciclicidad y gestación lograda a 120 días posparto. En ese estudio la gestación de las vacas Cebú fue 40%, el de las europeas 50%, mientras que para las F1 se incrementó del 50 al 85% cuando parieron durante la época de lluvias en comparación cuando el parto se registró durante la época seca o de nortes. La época de lluvias implica mayor disponibilidad tanto en cantidad como calidad del pasto y mejoras en su nivel nutricional comparado con las demás épocas del año y esta interacción es de mayor importancia que los efectos de raza o época de manera independiente.

### Peso al destete ajustado a 205 días

Los efectos del grupo racial sobre PDA205 coinciden con lo reportado en otros trabajos en zonas tropicales y en las razas aquí estudiadas (Reynoso *et al.*, 1987; Rojas *et al.*, 1987; Magaña y Segura 1997; Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 2000; Magaña y Segura, 2006). Las razas SP y Br se clasifican como razas similares en cuanto al potencial de crecimiento, aunque con ventaja en producción de leche para la primera (Koch *et al.*, 1989), ambos efectos se expresan en el presente estudio ya que vacas SP y Br tuvieron crías con los mayores PDA205 (168.4 y 166.5 Kg, respectivamente) mientras que las Ne, CC y Cz tuvieron crías con medias de 162.0, 162.1 y 163.7 Kg, respectivamente. Adicionalmente, las diferencias en las medias reportadas en los trabajos dependen de las condiciones de manejo del becerro y de la vaca durante la lactancia, por ejemplo en el presente estudio la suplementación de vacas y crías fue preferentemente a las Br y Ne y se ha reportado que el peso al destete se incrementa con la suplementación (Rojas *et al.*, 1987; Reynoso *et al.*, 1987; Ríos *et al.*, 1996), aunque la mayor respuesta es con animales cruzados o hijos de vacas cruzadas (Plasse *et al.*, 2000; Magaña y Segura, 2006).

### Kilogramos de destete por día de interparto

No se encontraron diferencias entre los grupos raciales de las vacas para PDA/IEP ( $P > 0.05$ ), aunque se observó un leve mayor PDA/IEP en las vacas SP y Ne con relación a los otros grupos raciales, quizá como consecuencia de su menor IEP en comparación a la raza Br y los otros grupos raciales evaluados. Efecto significativo del grupo racial ( $P < 0.01$ ) sobre PDA/IEP fueron reportados en Colombia por García *et al.* (2003); las medias para el peso al destete ajustado a 270 días por día de IEP en ese trabajo para Br, Ne, Guzerat y CC fue 483g, pero al ajustarlo a 205 días se redujo a 350g,

la cual es menor a la media general aquí reportada de 401g. Las medias para Br, Ne, Guzerat y CC fueron 365, 347, 340 y 306g respectivamente, que son menores a los valores de los grupos genéticos aquí evaluados. Resultados similares se obtuvieron al ajustar a 205 días de edad los datos obtenidos del trabajo realizado por Magaña y Segura (1998) sobre el peso al destete ajustado a 249 días y el IEP se pudieron estimar en Br y CC, medias para PDA/IEP de 394 y 391 g respectivamente, que son menores a la media notificada en el presente trabajo. La causas principales de estos resultados se pueden explicar por el manejo más extensivo en los trabajos de García *et al.* (2003) y de Magaña y Segura (1998), aunado a valores mayores de 450 días de IEP.

Debido a que el PDA/IEP proviene directamente de los valores de IEP y PDA205, las tendencias de mayor PDA/IEP mostrados para esta variable por las vacas SP y Ne en este trabajo (Tabla II) se pudieran explicar debido a que las primeras tuvieron los PD más altos e IEP cortos en relación a las Br y CC. Por otra parte las vacas Ne presentaron IEP más corto que todos los otros grupos genéticos que aunque no para el PDA205 si se tradujo esto en un mayor peso destetado por día de parto en estos grupos raciales.

### Repetibilidad

La repetibilidad de 0.074 obtenida en este estudio para el IEP fue baja, pero similar a los valores reportados (0.06 a 0.11) por otros autores para ganado de carne en México (Cab *et al.*, 1996; Magaña *et al.*, 2002). La  $r_c$  para PDA205 (0.10) fue también baja en comparación con la obtenida en otros trabajos. Domínguez- Viveros *et al.* (2003) con ganado bovino Tropicarne obtuvieron una  $r_c$  de 0.15. Con respecto al PDA/IEP, la  $r_c$  fue menor (0.014) en comparación con las  $r_c$  para IEP y PDA205. Valores de  $r_c$  cercanos a cero indican una mayor importancia de los factores ambientales que varían durante la vida de la vaca en comparación con los genéticos individuales y factores ambientales permanentes. Entonces, para mejorar estas características es necesario poner más énfasis en los aspectos de manejo, especialmente de las vacas primerizas y >6 partos, identificación de las mejores razas y después un programa de selección genética en el hato.

### CONCLUSIONES

Los valores encontrados para EPP, IEP y PDA205 se encuentran dentro del rango de valores reportados en literatura para ganado Cebú y sus cruces con europeo en el trópico. El mejor comportamiento reproductivo (EPP e IEP) de las vacas Ne sobre Br y los mejores pesos al destete de

las razas Br y SP, sugieren un ordenamiento en el uso de razas maternas y paternas para mejorar la productividad de los sistemas vaca:cría de la región. Los cruzamiento entre animales *B. taurus* y *B. indicus* ofrecen ventajas y esta se podría aumentar si se utilizaran vacas con mejor habilidad materna (Nelore) y sementales Suizo Europeo e inclusive de la raza Brahman. El indicador de eficiencia productiva (kg de becerro destetado por día de parto por vaca) en sistemas con empadre durante todo el año es complejo de utilizar como criterio para identificar a los mejores grupos genéticos o raciales debido a la naturaleza de la información retrospectiva utilizada, por lo que es recomendable un mejor control en los registros productivos y reproductivos en la ganadería. Finalmente, las repetibilidades estimadas en este trabajo fueron bajas, por lo que es necesario atender los factores ambientales, de manejo e identificación racial antes de iniciar un programa de mejora genética por selección.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT por el financiamiento del proyecto S52801-Z y el primer autor agradece por la beca recibida para realizar estudios de Posgrado. Esta publicación es parte de los requisitos para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal tropical de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán.

### REFERENCIAS

- Abán, J., Delgado, R., Magaña, J.G., Segura, J.C. 2008. Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas Cebú y cruzadas con europeo en el sureste de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 12:45-56.
- Arango, J., Plasse, D., Verde, O., Fossi, H., Hoogesteijn, R., Bastidas, P., Rodríguez, R. 1999. Producción de Brahman y sus cruces por absorción a Guzerá y Nelore en Sabana. 2. Pesos al nacer, destete y 18 meses. *Livestock Research for Rural Development* 11(3). [www.cipav.org.co/Irrd/Irrd11/ara113b.htm](http://www.cipav.org.co/Irrd/Irrd11/ara113b.htm) . Revisado en Enero de 2007.
- Bredahl, M.E., Bust, A., Wamken, P. 1985. Growth and structure of the mexican cattle industry. Special report 317. University of Missouri-Columbia. USA.

- Cab, G.J., Segura, J.C., Segura, C.V. 1996. Influencias del año, época, número de parto de la vaca y sexo de la cría sobre el intervalo entre partos, peso al nacer y sus índices de constancia en un hato Brahman. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 5:1-7.
- Chirinos, Z., Rincón, E., Madrid-Bury, N., González-Stagnaro, C. 1997. Crecimiento predestete de becerros mestizos *Bos taurus* x *Bos indicus*. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 5(Suplemento 1): 497-499.
- CONARGEN. 2000. Comité Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Plan de Acción. México, DF. 156 p.
- Crouse, J.E., Cundiff, L.V., Koch, R.M., Koohmaraie, M., Seideman, S.C. 1990. Comparison of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science*. 68:2243-2252.
- Cunningham, E.P., Systad, O. 1987. Crossbreeding *Bos indicus*, *Bos taurus* for milk production in the tropics. FAO. *Animal Production and Health paper*, No. 108. Rome, Italy.
- Delgado, R., Magaña, J.G., Galina, C., Segura, J.C. 2004. Effect of body condition at calving and its changes during early lactation on postpartum reproductive performance of Zebu cows in a tropical environment. *Journal of Applied Animal Research*. 26:23-28.
- Domínguez-Viveros, J., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Verde, R., Ruíz-Flores, A. 2003. Influencias ambientales e índice de constancia para características de crecimiento en ganado bovino Tropicarne. *Técnica Pecuaria en México*. 41:1-18.
- Duarte-Ortuño, A., Thorpe, W., Tewolde, A. 1988. Reproductive performance of purebred and crossbred beef cattle in the tropics of Mexico. *Animal Production*. 47:11-20.
- Dziuk, P.J., Bellows, R.A. 1983. Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *Journal of Animal Science*. 57: Supplement 2:355-379.
- Frish, J.E., Vercoe, J.E. 1977. Food intake, eating rate, weight gain, metabolic rate and efficiency of food utilization in *Bos Taurus* and *Bos indicus* crossbreed cattle. *Animal Production*. 25:343-352.
- Fordyce, G., James, J.A., Holroyd, R.G., Beaman, N.J., Mayer, R.J., O'Rourke, P.K. 1993. The performance of Brahman, Shorthorn and Sahiwal-Shorthorn beef cattle in the dry tropics of northern Queensland. 3. Birth weight and growth to weaning. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 33:531-539.
- García, G.A., Maldonado-Estrada, J.G., López, J.G. 2003. Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. II. Comportamiento de cuatro grupos raciales *Bos indicus* en un sistema de bosque seco tropical (bs-T). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16:117-125.
- Hammond, A.C., Olson, T.A., Chase, C.C., Bowers, E.J.Jr., Randel, R.D., Murphy, C.N., Vogt, D.W., Tewolde, A. 1996. Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus and Hereford cattle in Florida. *Journal of Animal Science*. 74:295-303.
- Herrera, J., Magaña J.G., Segura J.C., Delgado, R., Silva, C., Kú, J.C., Valencia E., Estrada, R. 2008. Caracterización tecnológica del sistema vaca:cría en el estado de Yucatán. *Memorias de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal*. Monterrey, Nuevo León, México. 1 al 3 de diciembre. pp:179.
- Hinojosa, J.A., Segura, J.C. 1986. Eficiencia reproductiva de un hato Cebú comercial bajo condiciones tropicales. II. Intervalo entre partos. *Veterinaria México*. 17:255-259.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Yucatán, México. 2000. *Guía Turística Estatal*. Edición con mapas urbanos y fotografías a todo color. México.
- Koch, R.M., Cundiff, L.V., Gregory, K.E. 1989. Beef cattle breed resource utilization. *Brazilian Journal of Genetics*. 12(Suplement):55-80.

- Lunstra, D.D., Cundiff, L.V. 2003. Growth and pubertal development in Brahman-, Boran-, Tuli-, Belgian Blue-, Hereford- and Angus-sired F1 bulls. *Journal of Animal Science*. 81:1414-1426.
- Madalena, F.E., Lemos, A.M., Teodoro, R.L., Monteiro, J.B.N., Barbosa, R.T. 1990. Evaluation of strategies for crossbreeding in dairy cattle in Brazil. *Journal of Dairy Science*. 73:1887-1895.
- Magaña, J.G., Segura, J.C. 1997. Heritability and factors affecting growth traits and age at first calving of Zebu heifers in South-Eastern Mexico. *Tropical animal Health and Production*. 29:185-192.
- Magaña, J.G., Segura, J.C. 1998. Factores ambientales y genéticos que afectan el comportamiento predestete y el intervalo entre partos del ganado *Bos indicus* en el sureste de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 32:337-402.
- Magaña, J.G., Segura, J.C. 2001. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Zebu and Brown Swiss in southeastern Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 11(3). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/5/maga135.htm>. Revisado en Marzo de 2007.
- Magaña, J.G., Delgado, R., Segura, J.C. 2002. Factores ambientales y genéticos que influyen en el intervalo entre partos y el peso al nacer del ganado Cebú en el sureste de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 36:317-322.
- Magaña, J.G., Segura, J.C. 2006. Body weights at weaning and 18 months of Zebu, Brown Swiss, Charolais, and crossbred heifers in south-east Mexico. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 123:37-43.
- Martínez-Velázquez, G., Bermúdez-Montaña, M., Palacios-Fránquez, J.A. 2008. Productividad hasta el destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza F1. *Técnica Pecuaria en México*. 46:1-12.
- Plasse, D., Romero, R., Arango, J., Verde, O., Fossi, H., Hoogesteijn, R., Bastidas, P., Rodríguez, R. 1999. Cow production from upgrading Brahman to Nelore and Guzerat. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 116:75-86.
- Plasse, D., Fossi, H., Hoogesteijn, R., Verde, O., Rodríguez, M.C., Rodríguez, R. 2000. Producción de vacas F<sub>1</sub> *Bos taurus* x Brahman apareadas con toros Brahman y de vacas Brahman con toros F<sub>1</sub> *Bos taurus* x Brahman *versus* Brahman. 1. Pesos al nacer, destete, 18 meses y peso final. *Livestock Research for Rural Development*. 4(12). Disponible en: [www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/plas124a.htm](http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/plas124a.htm). Revisado en Julio de 2007.
- Reynoso, C.O., Villarreal, P.M., Vásquez, P.C.G. 1987. Análisis del crecimiento hasta el destete de animales *Bos taurus* x *Bos indicus* criados bajo condiciones tropicales de México. *Técnica Pecuaria en México*. 25:271-279.
- Ríos, U.A., Vega, M.V., Montaña, B.M., Lagunes, L.J., Rosete, F.J. 1996. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman, Indubrasil y cruza F<sub>1</sub> Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebú y peso al destete de sus crías. *Técnica Pecuaria en México*. 34: 20-27.
- Rojas, B.E., Reynoso, C.O., Lagunas, L.J., Vásquez, P.C. 1987. Comportamiento reproductivo del ganado Brahman e Indubrasil en clima subtropical húmedo. I. Comportamiento al destete. *Técnica Pecuaria en México*. 25:281-287.
- SAS. 2002. SAS's User Guide: Statistics. Version 9.0. SAS, institutes. Cary, North Carolina, USA.
- Segura, J.C., Hinojosa, J.A. 1986. Eficiencia reproductiva de un hato Cebú comercial bajo condiciones tropicales. I edad al primer parto. *Veterinaria México*. 17:249-253.
- Segura C.J. 1988. Intervalo entre partos y vida útil de un hato de vacas Gyr en el trópico subhúmedo de México. *Técnica Pecuaria en México*. 26:285-29.
- Segura, J.C., Velásquez, P.A., Medina, G. 1988. Comportamiento hasta el destete de dos hatos de Cebú comercial en el oriente de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México*. 26:16-23.

- Thallman, R.M., Cundiff, L.V., Gregory, K.E., Koch, R.W. 1999. Germplasm evaluation in beef cattle-Cycle IV: Postweaning growth and puberty in heifers. *Journal of Animal Science*. 77:2651-2659.
- Tewolde, A. 1997. La importancia económica, biológica y de seguridad alimentaria nacional que tienen los programas de conservación de los recursos zoogenéticos. En: Primer foro de análisis de los recursos genéticos. Ganadería bovina. Hacia el establecimiento del "Programa nacional de los recursos genéticos pecuarios". México DF. 17 al 19 de noviembre. pp:4-8.
- Tewolde, A., Nuñez, R. 1998. Matching genetic improvement systems in beef cattle production from the north eastern environment of Mexico. *Ganadería de Bovinos de Carne del Norte de México y Sur de Texas*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 26 y 27 de febrero. pp:138-144.
- Turner, H.N., Young, S.Y. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. Cornell University Press. Ithaca, New York. pp. 77 - 93.
- Vaccaro, L. Pérez, A., Mejías, H., Khalil, R, Vaccaro, R. 1997. Cuantificación de la interacción genotipo:ambiente en sistemas de producción de bovinos de doble propósito. En: Lascano, CE., Holmann, F (Eds). *Metodologías para la investigación en Fincas con Sistemas de Producción de Doble Propósito*. CIAT. Cali, Colombia. pp:72-81.
- Vera, R.R. 1998. Genotipo, nutrición, reproducción del ganado de doble propósito. Una revisión selectiva de la literatura. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 6 (Suplemento 1):55-70.

*Submitted June 24, 2009 – Accepted July 31, 2009*  
*Revised received November 16, 2009*