

# FACTORES QUE AFECTAN LAS CONSTANTES DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE BECERROS EN UN SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO

## Factors Affecting the Constants of the Growth Curve of Calves in a Dual Purpose System in the Tropics of Mexico

Jesús G. de las Heras-Torres<sup>1</sup>, Mario M. Osorio-Arce<sup>1</sup>, José C. Segura-Correa<sup>2</sup>, Emilio Aranda-Ibáñez<sup>1</sup>  
y Julio A. Aguilar Cabrales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, Av. Ing Molina Sn. H. Cárdenas, Tabasco, México. E-mail: mosorio@colpos.mx

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. Mérida, Yucatán, México. E-mail: segura52@hotmail.com. Fax: 52+ 9999 423205

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de algunos factores ambientales sobre las constantes de curvas de crecimiento de becerros cruzados en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo (SDPT) de México. Los becerros eran animales  $\frac{3}{4}$  Europeo (Holstein, Simmental, Suizo)  $\frac{1}{4}$  Cebú, igual que sus madres. Los becerros apoyaban a las vacas en el ordeño y tomaban la leche residual después de éste por 30 minutos (amamantamiento restringido) y se mantenían en un potrero de Estrella de África, teniendo acceso a un complemento energético-proteico (1 kg/becerro/día). Trescientos sesenta y un becerros (190 machos y 171 hembras) se pesaron (4.678 pesajes) al nacimiento y a intervalos de 28 días, hasta el destete. Las constantes (lineales y cuadráticas) para cada animal se analizaron mediante modelos lineales generales. Año y época de nacimiento tuvieron efectos ( $P<0,05$ ) sobre los coeficientes de regresión lineal y cuadrático, sexo del becerro sobre el coeficiente cuadrático y número de parto sobre el coeficiente lineal. Factores bioclimáticos de la época del año crean condiciones que provocan ganancias diarias de peso diferentes en los becerros, bajo las condiciones de los SDPT. El consumo de leche, sobre todo en la etapa inicial fue importante en la tasa de ganancia de peso. La suplementación alimenticia podría reducir la importancia del consumo de leche en la parte final de la crianza.

**Palabras clave:** Becerros de doble propósito, crecimiento, México, trópico húmedo.

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of some environmental factors on the constants of the growth curve of crossbred calves in a dual-purpose system in the humid tropic of Mexico. Calves were:  $\frac{3}{4}$  European (Holstein, Simmental, Brown Swiss)  $\frac{1}{4}$  Zebu, as their mothers. The calves help to the let down of milk during milking and drunk the residual milk for 30 minutes (restricted suckling) and were maintained in a Star grass paddock having access to an energetic-proteical supplement (1 kg/calf/day). Three hundredth and sixty-one (190 males and 171 females) were weighed (4.678 weights) at birth and thereafter every 28 days until weaning. The linear and quadratic constants for each animal growth were analyzed through general linear models. Year and season of birth had significant effects ( $P<0.05$ ) on the linear and quadratic regression coefficients, sex of the calf on the quadratic coefficient and parity number on the linear coefficient. Under cattle dual-purpose systems in the tropics, bio-climatic factors during the seasons of the year bring about conditions, which result in different daily weight gain of the calves. Milk consumption had an important effect in the rate of weight body gain. Feed supplementation to the calf might reduce the importance of the milk effect mainly in the last part of the rearing period.

**Key words:** Dual-purpose calves, growth, Mexico, humid tropic.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción bovina de doble propósito en el trópico (SDPT) tienen como característica realizar el ordeño con la presencia del becerro y alguna forma de amamantamiento restringido, lo cual representa ventajas de diversa índole [12] o limitantes en explotaciones intensivas [4]. El crecimiento del becerro es de vital importancia para la eficiencia del SDPT, ya que afecta la probabilidad de sobrevivencia de la cría, la producción de leche de la madre y el comportamiento posterior de los becerros reflejado en kg de becerro destetados y la productividad por vida de la hembra [10]. EL conocimiento de la importancia relativa de los factores: genéticos, alimentación, cargas parasitarias, enfermedades, microambiente físico, etc. que afectan el crecimiento del becerro es básico para el diseño en general de prácticas que permitan que éstos expresen su potencial genético en forma óptima dentro del ambiente propio de los SDPT.

En los sistemas especializados, la cría es separada de la madre al nacimiento y se realiza una crianza corta con leche de 70-90 días, acompañado de una alimentación con dietas de alta densidad nutricional. Existen trabajos interesantes referidos a eventos de la etapa temprana del crecimiento, en un ambiente nutricional diferente al de los SDPT [2, 16-18]. La importancia de este tema y la falta de información experimental sobre los SDPT ha sido señalada por Combellas y Tesorero [4]. Algunos factores que afectan el comportamiento del becerro son la producción de leche de la vaca, el consumo de leche por el becerro [1, 6, 7, 11], el sexo y la época del año [3, 9, 15].

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de algunos factores ambientales sobre el crecimiento temprano de los bovinos criados directamente por la madre dentro del contexto de los SDPT.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y clima

El trabajo se realizó en el campo experimental del Campus Tabasco del Colegio de Posgraduados en el km 21 de la carretera Cárdenas, Tabasco a Coatzacoalcos, Veracruz, México. El clima de la región es húmedo tropical con temperaturas que fluctúan de 16-30°C en el invierno y de 26-45°C en la primavera y el verano [5]. La precipitación pluvial media del año es de 2 000 mm concentrándose el 75% en el verano y otoño. La humedad relativa media fluctúa de 50-100% [5]. La variación de los factores del clima durante el año en la región permiten identificar tres épocas: Seca (marzo a mayo), con precipitaciones menores de 100 mm mensuales y altas temperaturas todo el día; así como pobre desarrollo de los pastos; época lluviosa (junio a octubre), con fuertes precipitaciones, altas temperaturas durante el día y alta producción de pastos y Nortés (noviembre a febrero), con lluvias aisladas con vientos

fríos que provocan descensos de la temperatura, sobre todo en las noches y un lento desarrollo de los pastos ocasionado por el foto-período corto en esta época del año [10].

### Animales y manejo

Los becerros eran  $\frac{3}{4}$  Europeo (Holstein, Simmental, Pardo Suizo)  $\frac{1}{4}$  Cebú, como sus madres, producto del sistema de cruzamiento con núcleo de cría abierto (SCNCA, en el cual se practica selección y apareamiento interse de animales cruzados) del Campus Tabasco [8]. Los becerros se criaron con amamantamiento restringido después de cada ordeño (dos veces al día) y pastaron en una pradera de Estrella de África (*Cynodon plechtostachius*) exclusiva para ellos, teniendo acceso a un suplemento energético-proteico a razón de 1 kg/becerro/día. Durante el ordeño se obtuvo la estimación del consumo de leche pesando los becerros antes del ordeño y después del amamantamiento. Los becerros no se desparasitaron en el período de estudio. Los animales se pesaron al nacimiento y posteriormente a intervalos de 28 días, aproximadamente. Las vacas permanecieron en praderas con un toro correspondiente al programa SCNCA, y amamantaron a sus becerros después de los ordeños (dos al día). Durante el ordeño las vacas recibieron 2 kg de una mezcla energético-proteica con 16% de proteína y 2,3 Mcal EM/kg. En el periodo seco las vacas se mantuvieron en potreros sin complementación alimenticia hasta el parto; después del cual se reintegraban al grupo de producción.

### Análisis estadístico

La información analizada correspondió a dos bases de datos. La primera base con 4.678 pesajes de 361 becerros (190 machos y 171 hembras) de los cuales no se conocía el consumo de leche del becerro. Con esta base de datos se corrió un modelo de regresión cuadrática de peso por edad en consideración de un análisis preliminar [10] para cada individuo. La ecuación fue:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2$$

donde,  $y_i$  es el peso a la edad  $i$  de un animal, las  $\beta$ s son la ordenada al origen, el coeficiente de regresión de  $y$  sobre  $x$  lineal y cuadrático, respectivamente,  $x_i$  la edad  $i$  del animal. Los coeficientes  $\beta_1$  y  $\beta_2$  obtenidos fueron utilizados como variables dependientes sometidas a análisis como descriptores del cambio de peso de los animales en el tiempo, de acuerdo a previos resultados [10]. El modelo utilizado fue:

$$y_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + S_k + NP_l + b_1 (PN - \mu_{PN}) + b_2 (PM_n - \mu_{PM}) + b_{3l} (PL_n - \mu_{PL}) + e_{ijklm}$$

donde  $y_{ijklm}$  es la variable de respuesta ( $\beta_1$  o  $\beta_2$ ),  $\mu$  es la media general;  $A_i$  es el efecto de año  $i$  de nacimiento del becerro (1996- 2004),  $E_j$  es el efecto de época de nacimiento  $j$  (seca,

lluviosa, nortes),  $S_k$  es el efecto de sexo  $k$  (macho,hembra),  $NP_i$  es el efecto de número de parto  $m$  (1,2,...>7),  $b_1$  es el coeficiente de regresión de  $y$  sobre la covariable peso al nacer (PN),  $b_2$  es el coeficiente de regresión de  $y$  sobre la covariable peso de la madre al parto (PM),  $b_3$  es el coeficiente de regresión de  $y$  sobre la covariable producción de leche en la lactancia de la madre (PI),  $e_{ijklm}$  es el residual aleatorio.

La segunda base de datos constó de 61 becerros (35 machos y 26 hembras) de los cuales se conocía el consumo de leche por becerro y a la cual se les corrió un modelo similar a la primera base de datos, incluyendo además el consumo de leche como covariable.

El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento GLM [13].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor contribución a la variación fenotípica de la componente lineal del modelo de crecimiento ( $\beta_1$ ) fue de la época del año, 67% (TABLA I). Este factor también tuvo mayor contribución (35%) a la variación fenotípica de la componente cuadrática del modelo de crecimiento ( $\beta_2$ ). El sexo del becerro y el año de parto tuvieron una contribución importante (24 y 21%, respectivamente) a la variación fenotípica de  $\beta_2$ . La época del año y el año tuvieron efecto significativo ( $P<0,01$ ) sobre  $\beta_1$  y  $\beta_2$  y el sexo solo tuvo efecto significativo ( $P<0,01$ ) sobre  $\beta_2$ .

El efecto de la época del año (E) en que nace el becerro es un factor importante a revisar en los SPDT, ya que los escenarios bioclimáticos que se presentan en cada época son diferentes pudiéndose presentar una interacción de la etapa de crecimiento del becerro por E, lo cual llevaría a consideracio-

nes importantes en el estudio del crecimiento de los becerros en los SPDT.

Los pesos al nacer no fueron influenciados por la E (TABLA II). La época seca tuvo una  $\beta_1$  con una media mayor ( $P<0,05$ ) que las otras E; interesante es notar que la  $\beta_2$  de esta época es la menor y negativa; sin embargo, el mayor efecto de  $\beta_2$  sobre el peso vivo en el modelo es a edades mayores y esta etapa del crecimiento se da en otra época, en este caso la época de nortes, conocida en general por tener las menores ganancias de peso en becerros.

La época de lluvias tuvo el valor más bajo para la media de  $\beta_1$  e intermedio para  $\beta_2$ . La época de nortes tuvo el valor intermedio para la media de  $\beta_1$ , pero el más alto para  $\beta_2$ . La etapa final de la lactancia de los becerros que nacen en los nortes se realiza durante la época de lluvias.

Una vista general del crecimiento por E se puede apreciar en la FIG. 1, en donde los becerros que nacen en la época seca, tuvieron un fuerte crecimiento con un ligero descenso al final de la lactancia. Los becerros que nacen en la época de lluvias tuvieron un crecimiento menor inicial y a final de la lactancia tienden a acelerar éste. Los becerros que nacen en la época de nortes tienen un crecimiento inicial bajo pero hay una notoria recuperación cuando pasan por otras épocas del año en otras etapas de desarrollo.

Cuando se incluyó en el modelo el consumo de leche (análisis de varianza no proporcionado), esta variable y E fueron las únicas significativas, contribuyendo con el 41 y 27% de la variación de  $\beta_1$  y ningún factor del modelo fue significativo ( $P>0,05$ ) sobre  $\beta_2$ . La importancia del consumo de leche en el crecimiento del becerro principalmente en la parte inicial de la lactancia ha sido notificada [4, 14, 16, 17], disminuyendo el consumo posteriormente cuando otros alimentos pasan a for-

TABLA I

**ANÁLISIS DE VARIANZA Y CONTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS FUENTES DE VARIATION PARA LOS COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL ( $\beta_1$ ) Y CUADRÁTICO ( $\beta_2$ ) DEL CRECIMIENTO DE BECERROS CRIADOS EN UN SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO / ANÁLISIS OF VARIANCE AND RELATIVE CONTRIBUTION OF SOURCES OF VARIATION FOR THE LINEAL AND CUADRATIC REGRESSION COEFFICIENTS OF THE GROWTH OF CALVES REARED IN A DUAL-PURPOSE SYSTEM IN THE TROPICS**

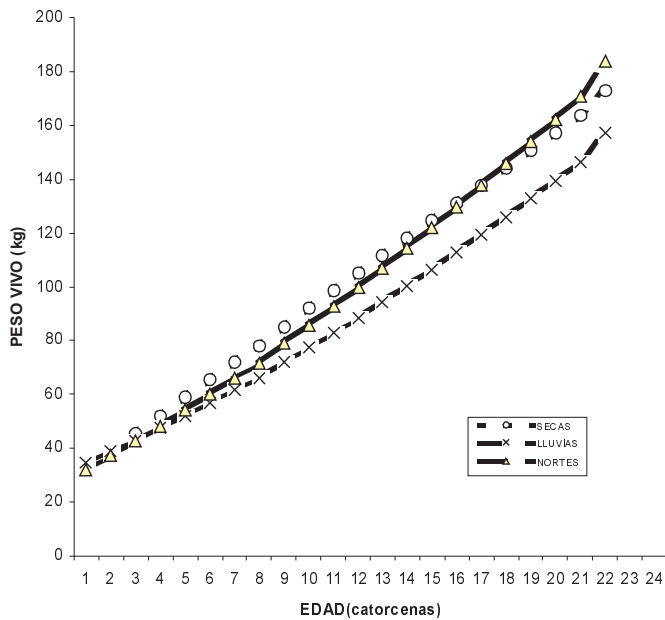
FV	GL	$\beta_1$		$\beta_2$	
		CM	%	CM( $10^{-6}$ )	%
PL	1	0,0441	3,82	0,460	2,73
PM	1	0,0413	3,58	0,470	2,79
PN	1	0,0004	0,03	0,065	3,86
S	1	0,0013	0,11	4,110*	24,44
A	8	0,2088**	18,10	3,620**	21,53
E	2	0,7762**	67,31	5,950**	35,39
NP	10	0,0706*	6,12	1,080	6,42
Error	336	0,0248		1,130	

\* ( $P<0,05$ ). \*\*( $P<0,01$ ). PL = Producción de leche de la vaca. PM = Peso de la vaca al parto. PN = Peso al nacer del becerro. S = sexo del becerro. A = Año de nacimiento. E = Época de nacimiento del becerro. NP = Número de parto de la vaca.

TABLA II  
**MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS POR ÉPOCAS DE NACIMIENTO PARA PESO AL NACER, COEFICIENTE DE REGRESIÓN LINEAL ( $\beta_1$ ) Y CUADRÁTICO ( $\beta_2$ ) DE BECERROS CRIADOS EN UN SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO / LEAST SQUARE MEANS BY SEASON OF THE YEAR FOR BIRTH WEIGHT, LINEAL ( $\beta_1$ ) AND CUADRATIC ( $\beta_2$ ) REGRESSION COEFFICIENTS OF GROWTH OF CALVES REARED IN A DUAL PURPOSE SYSTEM IN THE HUMID TROPIC OF MEXICO**

Época	N	PN	$\beta_1$	$\beta_2$
Seca	102	31,8 ± 0,86 <sup>a</sup>	0,477 ± 0,028 <sup>a</sup>	-0,0000295 ± 0,00019 <sup>b</sup>
Lluviosa	126	30,1 ± 0,89 <sup>a</sup>	0,288 ± 0,028 <sup>c</sup>	0,0003980 ± 0,00019 <sup>a</sup>
Nortes	134	31,1 ± 0,87 <sup>a</sup>	0,368 ± 0,028 <sup>b</sup>	0,0004550 ± 0,00019 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>Medias con literales distintas son estadísticamente diferentes (P < 0,05).



**FIGURA 1. PESOS POR ÉPOCA DE NACIMIENTO DE BECERROS EN UN SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO / WEIGHTS OF CALVES BY SEASON OF CALVING IN A DUAL-PURPOSE SYSTEM IN THE HUMID TROPICS OF MEXICO.**

mar parte de la dieta. En las condiciones de los SDPT en el Sureste de México, al menos, es práctica común dejar sin ordeñar uno o dos cuartos de la ubre en los primeros meses de la lactancia y existe la tendencia de relacionar el crecimiento de los becerros con la producción de leche que se estima produce la madre, como en los sistemas de cría de becerros de carne. Los datos de este análisis dejan claro que no es la producción de leche vendible de la madre lo que importa sino cuanta leche toma el becerro. En algunos casos se encuentra una relación negativa entre la leche que se vende de una vaca y el crecimiento de su becerro, sobre todo cuando no se practica la suplementación alimenticia de los becerros.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de los SDPT en la crianza del becerro factores bioclimáticos de la época crean condiciones que provocan ganancias diarias de peso diferentes. Los animales

nacidos en las épocas de seca y nortes crecieron más rápido que aquellos nacidos en la épocas de lluvias. El consumo de leche, sobre todo en la etapa inicial fue importante en la tasa de ganancia de peso. La complementación alimenticia podría reducir la importancia del consumo de leche en la parte final de la crianza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGYEMANG, K.; CLIFFORD, D.; LITTLE, D.A. An assessment of the biological and economic efficiency in conversion of milk to growth in N'Dama calves. **Anim. Prod.** 36:163-170. 1993.
- [2] BAR-PELED, U.; ROBINSON, B.; MALTZ, E.; TAGARI, H.; FOLMAN, V.; IBRUCKENTAL, H.; VOET, H.; GACITUA, H.; LEHRER, A.H. Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. **J. Dairy Sci.** 80:2523-2528. 1997.
- [3] CASTAÑEDA, O.G. Módulo de crianza con ganado cruzado Holstein x Cebú y Suizo Pardo x Cebú en pastoreo. Fase de Crianza. **XI Día del Ganadero del Campo Experimental La Posta**. Paso del Toro, Veracruz. Noviembre 14. 13-16 pp. 1987.
- [4] COMBELLAS, J.; TESORERO, M. Cow-calf relationship during milking and its effect on milk yield and calf live weight gain. **Livest. Res. Rur. Develop.** 15 (3). 2003. On line: <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd15/3/comb153.htm>. Retrieved May 4, 2006
- [5] GARCÍA, E. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen**. México D F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 144 pp. 1998.
- [6] LEIBHOLZ, J. The nutrition and management of the ruminant calf. **Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical**, FIRA, BANXICO, Acapulco. 95-106 pp. Marzo 8-9, 1976.
- [7] MARTÍNEZ, D.F.; QUIROZ, V.J. Consumo de leche residual hasta los 90 días en sistema de doble propósito. **III Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agrope-**

- cuaria. INIFAP. Villahermosa Tabasco. México. 54 pp. Noviembre 22-24, 1990.
- [8] OSORIO-ARCE, M.M. Desarrollo de un sistema de cruzamientos con núcleo de cría abierto para ganado bovino de doble propósito en el trópico. *Avances. XVII Reunión Latinoamericana de producción Animal. XVII Reunión latinoamericana de producción Animal. II Congreso internacional de ganadería de doble propósito.* Noviembre 19-23. La Habana, Cuba. 9-14 pp. 2001.
- [9] OSORIO, M.M.; ARANDA, E.; LOAIZA, R. Dinámica de la carga parasitaria interna de dos genotipos *Bos taurus*-*Bos indicus* en el trópico húmedo. *XI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria.* INIFAP. Tabasco. México. 107-109 pp. Diciembre 3-4, 1998.
- [10] OSORIO, M.M.; SEGURA, J.C. Análisis preliminar del crecimiento de becerros de un sistema de doble en el trópico. *XII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria.* INIFAP. Tabasco. México. 161-165 pp. Diciembre 1-3, 1999.
- [11] PÉREZ, P.; SOLARIS, F.; GARCIA-WINDER, M.; OSORIO, M.M.; GALLEGOS, J. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9(2): 79-85. 2001.
- [12] PRESTON, T.R.; MURGUEITIO, E.; MOLINA, C. The restricted suckling component of dual purpose cattle production systems. In: *Dual Purpose Cattle Production.* S. Anderson. and J. Wadsworth. (Eds). IFS-FMVA UADY, Mérida, México. 290-299 pp. 1995.
- [13] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). *User's Guide Statistic*, Cary, North Carolina. 646 pp. (Versión 8,1). 2000.
- [14] SANDOVAL, E.; VALLE, A.; FLORES, R.; MEDINA, R. Crecimiento ponderal en becerros de doble propósito sometidos a un sistema integral de crianza. *Zoot. Trop.* 11:13-26. 1993.
- [15] TURNER, H.G.; SHORT, A.J. Effects of field infestations of gastrointestinal helminths and of the cattle tick (*Boophilus microplus*) on growth of three breeds of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 23: 177-193. 1972.
- [16] UGARTE, J.; PRESTON, T.R. Amamantamiento restringido. 1. Efectos del amamantamiento una y dos veces al día sobre la producción de leche y el desarrollo de los terneros. *Rev. Cub. Cien. Agric.* 6:185-194. 1972.
- [17] UGARTE, J.; PRESTON, T.R. Amamantamiento restringido. 3. Efecto del disminuir una vez diaria el amamantamiento, después de la cuarta semana, sobre la producción de leche y el desarrollo del ternero. *Rev. Cub. Cien. Agric.* 7:151-356. 1973.
- [18] UGARTE, J.; PRESTON, T.R. Amamantamiento restringido. 7. Efectos sobre la producción de leche, comportamiento reproductivo e incidencia de mastitis clínica a través de la lactancia. *Rev. Cub. Cien. Agric.* 9: 17-28. 1975.