

## Factores genéticos y no genéticos que afectan los índices productivos y reproductivos de vacas doble propósito en la huasteca veracruzana

### Factors affecting productive and reproductive indices of dual purpose cows in low huasteca veracruzana

Claudio Vite<sup>1</sup>, Rubén Purroy<sup>1\*</sup>, Julio Vilaboa<sup>2</sup>, Víctor Severino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Investigación y Desarrollo Tecnológico (ITSTa) \*Correo electrónico: rubenpurroy2000@gmail.com. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Subdirección de Investigación, Postgrado en Agroecosistemas Tropicales, Campus Veracruz. <sup>3</sup>Escuela Maya de Estudios Agropecuarios, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas.

#### RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar los factores que afectan los índices productivos y reproductivos de vacas doble propósito (DP), para lo cual fueron analizadas 2584 lactancias de 840 vacas de los grupos raciales:  $\frac{1}{2}$  Holstein (Hs) x  $\frac{1}{2}$  Ceb (C),  $\frac{1}{2}$  Pardo Suizo (Ps) x  $\frac{1}{2}$  C,  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C,  $\frac{3}{4}$  Ps x  $\frac{1}{4}$  C, +Hs x C, +Ps x C, Mosaico, +C x Hs y +C x Ps de 11 fincas del GGAVATT-Tepetzintla, en Tepetzintla, Veracruz, México. Las variables fueron: duración de lactancia (DL), producción de leche (PL) por lactancia (PLT), intervalo entre parto (IP), días abiertos (DA), días secos (DS), PL promedio diaria ( $\bar{X}$  DL) y PL promedio por día interparto ( $\bar{X}$  IP). Los datos se analizaron con el procedimiento GLM del STATISTICA® Versión 7,0 mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r), la prueba Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) y el estadístico Lambda de Wilks. La finca Bella Esperanza presentó intervalos de DL 45%, superior a los observados para La Ahuadilla con 213±65 días, las vacas de 4 partos tuvieron un intervalo de DL más amplio comparativamente con las de 1 a 3 partos; el año más productivo observado fue 2001 con 4941±346 Kg de PLT y 17,36±7,48 Kg de  $\bar{X}$  DL. Estos resultados apuntan hacia el uso del grupo racial  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C, el cual sustenta la mayor habilidad reproductiva, favoreciendo la PL en los sistemas de producción con ganado bovino DP de la huasteca baja veracruzana.

**Palabras clave:** productividad y reproductividad, ganado de doble propósito, Bos taurus x Bos indicus.

#### ABSTRACT

The aim of the study was to analyze different factors that affect the productive and reproductive rates of dual purpose cows (DP). 2584 lactations of 840 cows racial groups were analyzed:  $\frac{1}{2}$  Holstein (Hs) x  $\frac{1}{2}$  Zebu (C),  $\frac{1}{2}$  Brown Swiss (Ps) x  $\frac{1}{2}$  C,  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C,  $\frac{3}{4}$  Ps x  $\frac{1}{4}$  C, + Hs x C, + Ps x C, Mosaic, + C x Hs and + C x Ps eleven-Tepetzintla-GGAVATT farms in Tepetzintla, Veracruz, Mexico. The variables were: duration of lactation (DL), milk production (PL) per lactation (PLT), calving interval (IP), open days (DA), dry days (DS), average daily PL ( $\bar{X}$  DL) and calving average per day PL ( $\bar{X}$  IP). Data were analyzed with the GLM procedure of Statistica® Version 7.0 by the Pearson correlation coefficient (r), the Tukey test ( $\alpha \leq 0.05$ ) and statistical Wilks' Lambda. The Bella Esperanza farm presented intervals DL 45% higher than those observed for La Ahuadilla 213±65 days, cows with 4 calvings had an interval DL comparatively broader than the 1 to 3 calvings; the most productive year was 2001 observed with 4941±346 kg of PLT and 17.36±7.48 Kg of  $\bar{X}$  DL. These results point to the use of racial group  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C which supports the higher reproductive ability, favoring the PL in production systems cattle DP of low Huasteca Veracruzana.

**Key words:** productivity and reproductivity, dual-purpose cattle, Bos Taurus x Bos indicus.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha presentado un crecimiento exponencial de la población mundial, siendo México un ejemplo claro de esta situación. Considerando que en las últimas dos décadas la población nacional se incrementó de 80 millones de habitantes en 1990 a 119 millones en el 2015 (INEGI, 2015), al relacionar este incremento con el consumo per cápita de carne de bovino en México que para el año 2015 fue de 16 Kg por habitante, se puede inferir que la demanda de este producto ha ocasionado una constante presión sobre los sistemas de producción y el ambiente; es un hecho conocido el incremento de la deforestación en la superficie de bosques para convertirlos en pastizales (INEGI, 2014). Por esta razón, es necesario hacer de la ganadería una actividad más eficiente de manera que permita autoabastecer la demanda de carne y leche de la población, sin que esta situación repercuta gravemente en el medio ambiente.

Estudios realizados por Orantes-Zebadúa *et al.* (2014) y Román-Ponce *et al.* (2013), afirman que la actividad ganadera en el trópico mexicano y en la mayor parte de Latinoamérica se basa principalmente en sistemas de doble propósito (DP). Estos sistemas se caracterizan por una intensificación tecnológica baja, utilización de ganado criollo, cebú y sus cruza con ganado especializado en la producción de leche cuya fuente de alimentación es principalmente el pastoreo (González-Rebeles *et al.*, 2015).

De estos sistemas DP, en el trópico mexicano principalmente (Osorio-Arce *et al.*, 2005), se obtiene la producción de leche (PL). En Latinoamérica la ganadería bovina de DP constituye el sistema productivo que cubre gran parte de la demanda de carne y leche; según Soto-Belloso (2004) la ganadería bovina de DP en Venezuela aporta, a nivel nacional un 90% de la producción de leche y un 45% de la producción de carne. En Colombia, la ganadería bovina de DP aporta el 49,1% de la carne nacional (Mahecha *et al.*, 2009). Mientras que en México, Pérez *et al.* (2003) reportan que la ganadería de DP aporta el 35% de la carne y el 25% de la leche que se consume en el país.

De lo anterior se infiere la importancia de los sistemas ganaderos de DP para Latinoamérica y parte de México; sin embargo, existen diversos

factores que afectan las condiciones productivas y reproductivas de los grupos raciales de ganado DP, tales como manejo tecnológico, características climáticas, mestizajes utilizados y la adaptación de estos últimos a las zonas agroclimáticas (Pino *et al.*, 2009; Murcia y Martínez, 2013; Román-Ponce *et al.*, 2013).

Es importante considerar que en las áreas tropicales de México, la producción en los sistemas DP se basa en la alimentación exclusivamente con pastos, donde la producción de forraje se encuentra estrechamente vinculada al manejo y a las condiciones climáticas dominantes en la zona (Magaña *et al.*, 2006; Palma, 2014). El efecto Clima se manifiesta en una reducción de la cantidad y calidad del forraje, principalmente durante la estación seca. Como consecuencia, los animales reducen el consumo de nutrimentos, lo que influye directamente en la tasa de productividad y reproductividad del rebaño e inexorablemente en la ganancia económica del ganadero (Duarte *et al.*, 1988; Vite-Cristóbal *et al.*, 2007).

Ahora bien, con la finalidad de revertir la situación anterior e incrementar la rentabilidad de la finca, el ganadero debe mejorar las condiciones de manejo productivo y reproductivo mediante la aplicación de prácticas adecuadas que le permita incrementar la producción (carne y leche); igualmente debe elegir los mejores sistemas de cruzamiento genético que propicien la obtención de genotipos adaptados a las condiciones climáticas y edáficas imperantes en las zonas de producción, y que igualmente sean portadores de características de resistencia a enfermedades, a ectoparásitos y endoparásitos que normalmente ocasionan pérdidas económicas cuantiosas en la ganadería tropical.

En relación al genotipo, se ha observado que el cruzamiento más común en el trópico se basa en razas de origen cebuínas con razas europeas como Holstein (Hs) o Pardo Suizo (Ps) para la producción de leche y carne (Hernández *et al.*, 2000); así mismo, el uso de animales F1 ha permitido obtener resultados exitosos en la mayoría de los sistemas de DP mexicanos, debido a las características de precocidad sexual, intervalos entre partos más cortos y mayor producción de leche observadas en estos animales (Becerril *et al.*, 1981).

El sistema de ganadería bovina de doble propósito es el sistema más utilizado en la huasteca baja veracruzana. Adicionalmente, los efectos que ocasionan los diversos factores genéticos y no genéticos en los índices productivos y reproductivos no se conocen con certeza y los estudios al respecto son limitados (Osorio-Arce y Segura-Correa, 2005; Ossa *et al.*, 2007; Pérez y Gómez, 2009), existiendo la necesidad de identificarlos y determinar cuáles son los genotipos que confrontan estos factores debido a que están mejor adaptados a las condiciones ambientales de esta zona.

Por lo planteado en párrafos anteriores, el objetivo de realizar esta investigación fue analizar los factores genéticos y no genéticos que influyen sobre la producción de leche y la actividad reproductiva del ganado bovino de doble propósito existente en la huasteca baja veracruzana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales y manejo

El estudio se realizó en el “Grupo de Ganaderos para la Validación y Transferencia de Tecnología” (GGAVATT), utilizando la información proveniente de los registros de 11 explotaciones ganaderas: Cañas 1, Cañas 2, Cañas 3, Cañas 4, Pozo Lagarto, Carrizo Negro, Centenario, Los Tigres, La Ahuadilla, Isla de Víboras y Bella Esperanza del municipio de Tepetzintla, Veracruz. El municipio está ubicado en las coordenadas geográficas LN de 21° 09' 48,58" LO 97° 51' 09,02" con una altitud de 283 msnm, un clima predominante A (w) cálido subhúmedo, temperatura media anual de 22°C y precipitación anual de 1969 mm (García, 1987).

Las tarjetas de registros de producción de todos los datos fueron recolectadas desde el año 1990 hasta el 2008 de las 11 fincas arriba indicadas. Se incluyeron vacas con 1 a 5 o más lactancias, lo que dio un total de 840 vacas y 2584 lactancias completas (considerando como lactancia completa aquella que abarcaba desde el inicio de la producción al momento del parto hasta el secado). La cantidad de tarjetas de registro analizadas de las fincas fue variable, siendo distribuida de la siguiente manera: Cañas 1 (210), Cañas 2 (127), Cañas 3 (102), Cañas

4 (95), Pozo Lagarto (28), Carrizo Negro (20), Centenario (35), Los Tigres (103), La Ahuadilla (64), Isla de Víboras (31) y Bella Esperanza (25), para un total de 840 tarjetas.

La alimentación del rebaño fue a base de pasturas distribuidas de la siguiente manera: 524,85ha en potreros con Guinea (*Panicum maximum*), 187,1ha de Estrella (*Cynodon mlemfluensis*), 42,75ha Reserva Ecológica 41ha Taiwán (*Pennisetum purpureum*), 58ha Costa Bermuda (*Cynodon dactylon*), 10ha Mulato (*Brachiaria híbrido* 36061), 19ha de Sto. Domingo (*Cynodon plectostachyus*), 6ha Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), 8,5ha Kingrass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), 22ha Insurgente (*Brachiaria brizantha*) y 3ha pastos nativos de los géneros *Paspalum* (*P. notatum*, *P. conjugatum*) y *Axonopus* (*A. affinis*, *A. compresus*); obteniendo un total de 922,2ha de pasto, distribuidas de manera similar en todas las fincas. Se identificaron unidades de producción con sistemas de ordeño mecánico. Para el pesado de la leche se utilizaron pesadores individuales de leche tipo Waikato (Schlueter Dairy Technologies, Janesville, USA). Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día (6:00 a 8:00 y 17:00 a 19:00 h).

### Variables de respuesta

Los datos obtenidos a través de los registros individuales y eventos reproductivos de cada una de las vacas, generaron las siguientes variables: Duración de la lactancia (DL), producción por lactancia (PLT), promedio de PL por día ( $\bar{X}$  DL), periodo interparto (IP), días abiertos (DA), días secos (DS) y PL por día interparto ( $\bar{X}$  IP). DL fue el periodo de tiempo en días desde el inicio de la lactancia hasta el secado de la vaca, PLT se refiere a la PL de las vacas durante toda la lactación expresada en Kg,  $\bar{X}$  DL correspondió al cociente de PLT entre DL, IP se estimó como la diferencia en días entre las fechas de partos consecutivos, DA fueron estimados como la diferencia de la cantidad de días entre el parto a la concepción, DS fueron estimados desde que termina una lactancia hasta que empieza la siguiente y  $\bar{X}$  IP, el cual fue el cociente de la PLT entre IP.

Las variables categóricas que se utilizaron en el estudio fueron: Finca (R), año de parto (AP), sexo de la cría (S), grupo racial (GR), número

de parto (NP) y época de parto (EP). R como nombre de la finca, AP son los años de estudios desde 1990 hasta el 2008, S correspondió a la estimación tanto de hembras como de machos (1=macho y 2=hembra), GR fueron los nueve (9) grupos raciales reconocidos de las cruces entre las razas Holstein (Hs), Cebú (C) y Pardo Suizo (Ps):  $\frac{1}{2}$  Hs x  $\frac{1}{2}$  C (1),  $\frac{1}{2}$  Ps x  $\frac{1}{2}$  C (2),  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C (3),  $\frac{3}{4}$  Ps x  $\frac{1}{4}$  C (4), +Hs x C (5), +Ps x C (6), otras tres o más razas, denominadas mosaico (7), +C x Hs (8) y +C x Ps (9), el NP fue agrupado en las categorías de 1 a 5 partos (1=primera lactancia, 2=segunda lactancia, 3=tercera lactancia, 4=cuarta lactancia y 5=quinta o más lactancias) y la EP que para clasificarla se utilizó el criterio de que una precipitación promedio mensual por arriba de 60 mm sería considerada la época de lluvia y la seca por debajo de la misma (García, 1987). Con base a este criterio, en la época de lluvia que comprendió los meses de agosto a febrero, se distribuyó el 83% de la precipitación promedio anual y en la seca, que incluyó los meses de marzo a julio, se distribuyó el 17% de la precipitación restante.

### Análisis estadístico

Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se realizaron analogías simples entre las variables DL, PLT,  $\bar{X}$  DL, IP, DA, DS y  $\bar{X}$  IP. Para las mismas variables se realizaron análisis de varianza con el procedimiento GLM del paquete estadístico STATISTICA® Versión 7,0 (Statistica Stat-Soft Inc., 2003), se determinó el estadístico Lambda de Wilks para medir las desviaciones que se producen dentro de cada grupo respecto a las desviaciones totales sin distinción de grupos y la comparación de medias de los efectos principales con la prueba Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ), quedando el modelo descrito en la ecuación 1.

$$Y_{ijklmn} = \mu + R_i + EP_j + NP_k + AP_l + GR_m + S_n + e_{ijklmn} \dots \dots \dots \text{Ec. 1}$$

Donde:

$Y_{ijklmn}$  = Cada una de las variables de respuesta modeladas,

$\mu$  = Media común para todas las observaciones,

$R_i$  = Efecto fijo de la  $i$ -ésima finca ( $i = 1, \dots, 11$ ),

$EP_j$  = Efecto fijo de la  $j$ -ésima época de parto ( $j = 1, 2$ ),

$NP_k$  = Efecto fijo del  $k$ -ésimo número de parto ( $k = 1, \dots, 5$ ),

$AP_l$  = Efecto fijo del  $l$ -ésimo año de parto ( $l = 1, \dots, 19$ ),

$GR_m$  = Efecto fijo del  $m$ -ésimo grupo genético ( $m = 1, \dots, 9$ ),

$S_n$  = Efecto fijo del  $n$ -ésimo sexo de la cría ( $n = 1, 2$ ),

$e_{ijklmn}$  = Error aleatorio asociado con cada observación  $\sim$  NID ( $0, \sigma_e^2$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables en estudio señala una correlación moderada entre  $\bar{X}$  DL y PLT, es decir, un incremento de la producción de leche por día, promueve un aumento de la producción de leche total. Igualmente se observa, una correlación media entre PLT y DL; es decir, bajo las condiciones de este estudio, la ocurrencia de lactancias más largas promueve un incremento de la producción de leche. Por otra parte, se observan correlaciones medias entre DL y las variables reproductivas DA e IP, es decir, las lactancias prolongadas afectan los parámetros reproductivos, específicamente alargando los tiempos transcurridos entre el parto a la concepción y las fechas de partos consecutivos. Investigaciones realizadas por Galeano y Manrique (2010), sostienen que las hembras con mayor producción de leche tienden a tener intervalos más prolongados entre partos, reportando correlaciones moderadas entre estas variables. Esos datos mantienen la tendencia general de que vacas con mayor capacidad de producción lechera presentan mayores dificultades para reproducirse; sin embargo, las bajas correlaciones entre IP y PLT observadas en el presente estudio, no coinciden con el trabajo de Galeano y Manrique (2010); por lo tanto, bajo las condiciones de la presente investigación, este supuesto no es determinante. Entre el resto de las variables contrastadas se presentó una baja correlación tanto positiva como negativa (Cuadro 1). En relación al resultado del p-valor asociado al estadístico Lambda de Wilks se observaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ) en las variables R, NP, AP y GR (Cuadro 2).

Cuadro 1. Coeficientes de correlación parcial entre los parámetros productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito.

Variable	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	IP	DA	DS	$\bar{X}$ IP
DL (Duración de la lactancia)	1						
PLT (Producción por lactancia)	0,48	1					
$\bar{X}$ DL (Producción de leche por día)	0,00	0,67	1				
IP (Periodo interparto)	0,46	0,20	-0,05	1			
DA (Días abiertos )	0,46	0,20	-0,05	0,94	1		
DS (Días secos)	-0,25	-0,18	-0,08	0,47	0,47	1	
$\bar{X}$ IP (Producción de leche por día interparto)	0,08	0,27	0,24	-0,14	-0,14	-0,07	1

Cuadro 2. Determinación de desviaciones de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito (estadístico Lambda de Wilks).

	Test	Value	F	Effect	Error	p
Intercept***	Wilks	0,011005	37982,48	6	2536	0,000000
R***	Wilks	0,789716	10,21	60	13291,95	0,000000
EP ns	Wilks	0,995336	1,98	6	2536	0,065049
NP***	Wilks	0,905147	10,68	24	8848,26	0,000000
AP***	Wilks	0,646483	10,65	108	14541,15	0,000000
GR***	Wilks	0,922496	4,3	48	12482,25	0,000000
S ns	Wilks	0,998183	0,77	6	2536	0,593977

\*\*\*Altamente significativo al ( $P < 0,001$ ); ns: No significativo; R: Nombre de la finca, EP: Época de parto, NP: Número de parto, AP: Año de parto, GR: Grupo racial y S: Sexo de la cría.

## Finca

La media general de la variable DL fue de  $288 \pm 91$  días, encontrándose diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre fincas (Cuadro 3). Las vacas de la finca Bella Esperanza presentaron un periodo de DL mayor ( $309 \pm 89$  días). Sin embargo, es menor a los 348,5 días reportados para vacas con diferentes proporciones raciales en la misma zona geográfica por López-Ordaz *et al.* (2009). La media general de PLT fue de  $3599,62 \pm 998,45$  Kg de leche, observándose que un grupo de fincas presentaron valores mayores a 3,500 Kg de Leche: Cañas 1, Cañas 3, Cañas 4, Carrizo Negro, Pozo Lagarto y

Centenario (Cuadro 3). Resultados similares fueron reportados por López-Ordaz *et al.* (2009) quienes observaron PLT de  $4\ 961 \pm 416$  Kg. Los resultados obtenidos de PLT en la presente investigación, probablemente se deban a que entre el 50,02% y el 98,15% de los animales de los rebaños de estas fincas presentan como genotipo predominante el Ps y a prolongados periodos de DL (Cuadro 3), concordando con lo reportado por López y Vaccaro (2002) los cuales indican que a mayor porcentaje de genes Ps mayor es el periodo de lactación aunque sin traducirse esto en mayor cantidad de leche producida.

Cuadro 3. Medias ( $\pm\sigma$ ) de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito en relación a la finca.

Finca	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	DS	$\bar{X}$ IP	IP	DA
Cañas 1	301 $\pm$ 88 <sup>a</sup>	3754 $\pm$ 785 <sup>bc</sup>	12,51 $\pm$ 5,02 <sup>de</sup>	136 $\pm$ 81 <sup>b</sup>	8,71 $\pm$ 4,02 <sup>ab</sup>	442 $\pm$ 106 <sup>bc</sup>	157 $\pm$ 106 <sup>bc</sup>
Cañas 2	304 $\pm$ 94 <sup>a</sup>	3393 $\pm$ 613 <sup>d</sup>	11,44 $\pm$ 4,62 <sup>d</sup>	127 $\pm$ 70 <sup>b</sup>	8,18 $\pm$ 5,41 <sup>ab</sup>	433 $\pm$ 98 <sup>bc</sup>	148 $\pm$ 98 <sup>bc</sup>
Cañas 3	300 $\pm$ 82 <sup>a</sup>	3522 $\pm$ 641 <sup>cd</sup>	11,64 $\pm$ 4,79 <sup>d</sup>	132 $\pm$ 90 <sup>b</sup>	8,48 $\pm$ 4,07 <sup>ab</sup>	432 $\pm$ 92 <sup>bc</sup>	147 $\pm$ 92 <sup>bc</sup>
Cañas 4	305 $\pm$ 86 <sup>a</sup>	4033 $\pm$ 579 <sup>ab</sup>	13,53 $\pm$ 3,86 <sup>d</sup>	133 $\pm$ 106 <sup>b</sup>	9,60 $\pm$ 5,57 <sup>ab</sup>	438 $\pm$ 109 <sup>bc</sup>	153 $\pm$ 109 <sup>bc</sup>
Pozo Lagarto	307 $\pm$ 74 <sup>a</sup>	4000 $\pm$ 393 <sup>abc</sup>	13,10 $\pm$ 3,30 <sup>de</sup>	127 $\pm$ 75 <sup>b</sup>	9,42 $\pm$ 2,92 <sup>ab</sup>	430 $\pm$ 8 <sup>bc</sup>	145 $\pm$ 84 <sup>bc</sup>
Carrizo Negro	289 $\pm$ 57 <sup>abc</sup>	3817 $\pm$ 951 <sup>abcd</sup>	13,27 $\pm$ 2,59 <sup>de</sup>	109 $\pm$ 33 <sup>b</sup>	9,61 $\pm$ 2,37 <sup>ab</sup>	399 $\pm$ 60 <sup>c</sup>	115 $\pm$ 60 <sup>c</sup>
Centenario	299 $\pm$ 69 <sup>abc</sup>	4504 $\pm$ 410 <sup>a</sup>	15,13 $\pm$ 3,66 <sup>ab</sup>	142 $\pm$ 108 <sup>b</sup>	11,08 $\pm$ 3,44 <sup>a</sup>	416 $\pm$ 83 <sup>bc</sup>	132 $\pm$ 83 <sup>bc</sup>
Los Tigres	268 $\pm$ 98 <sup>bc</sup>	3428 $\pm$ 1423 <sup>cd</sup>	12,98 $\pm$ 3,01 <sup>de</sup>	187 $\pm$ 107 <sup>a</sup>	7,73 $\pm$ 3,01 <sup>ab</sup>	453 $\pm$ 117 <sup>b</sup>	168 $\pm$ 117 <sup>b</sup>
La Ahuadilla	213 $\pm$ 65 <sup>d</sup>	3482 $\pm$ 1308 <sup>cd</sup>	16,02 $\pm$ 2,72 <sup>a</sup>	205 $\pm$ 118 <sup>a</sup>	11,05 $\pm$ 6,61 <sup>a</sup>	418 $\pm$ 107 <sup>b</sup>	133 $\pm$ 107 <sup>bc</sup>
Isla de Víboras	241 $\pm$ 68 <sup>bd</sup>	3100 $\pm$ 1082 <sup>d</sup>	12,84 $\pm$ 2,71 <sup>cde</sup>	199 $\pm$ 100 <sup>a</sup>	7,32 $\pm$ 2,85 <sup>ab</sup>	443 $\pm$ 101 <sup>bc</sup>	158 $\pm$ 101 <sup>bc</sup>
Bella Esperanza	309 $\pm$ 89 <sup>a</sup>	1958 $\pm$ 946 <sup>e</sup>	6,11 $\pm$ 1,57 <sup>f</sup>	213 $\pm$ 218 <sup>a</sup>	4,01 $\pm$ 2,58 <sup>b</sup>	514 $\pm$ 136 <sup>a</sup>	229 $\pm$ 136 <sup>a</sup>

<sup>abcd</sup> Medias con al menos una literal igual en la misma columna no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ; Tukey). DL: Duración de la lactancia, PLT: Producción por lactancia,  $\bar{X}$  DL: promedio de producción de leche por día, DS: Días secos,  $\bar{X}$  IP: producción de leche por día interparto, IP: Periodo interparto y DA: Días abiertos.

La R mostró efecto sobre  $\bar{X}$  DL ( $P < 0,05$ ). Las fincas la Ahuadilla y Centenario presentaron la mayor producción de leche por animal día con 16,02 $\pm$ 2,72 kg y 15,13 $\pm$ 3,66 respectivamente; estos resultados pueden atribuirse a los grupos raciales presentes en estas fincas. En la finca La Ahuadilla, el 52% de su rebaño lo conforma un genotipo que se denominó mosaico con alta carga de genes *Bos Taurus*, mientras que en la finca Centenario, el 48,86% de su rebaño está conformado por un genotipo +Ps x C. Estos resultados concuerdan con los reportados por López-Ordaz *et al.* (2009), quienes indican que las vacas de 50 hasta 80% de genes *Bos taurus* expresan mayor potencial para producción de leche. Al comparar DL y  $\bar{X}$  DL de la finca Bella Esperanza cuyo rebaño tiene 100% de genotipo +Hs x C se puede observar que presenta periodos de DL más largos, 309 $\pm$ 89 días, pero con menor  $\bar{X}$  DL (6,11 $\pm$ 1,57 por animal día) que no favoreció a la PLT, contrariamente a lo observado para La Ahuadilla (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los reportados por López y Vaccaro (2002) y López-Ordaz *et al.* (2009), en los que confirman

que el manejo de la finca influye en los días de lactancia y por consiguiente sobre la producción total de leche. En cuanto a los resultados de producción de leche por vaca día obtenidos en el presente estudio, a excepción de la finca Bella Esperanza, no coinciden con los 6 a 8 kg reportados por Paredes *et al.* (2003) en un estudio realizado en Venezuela para vacas con más de ½ herencia europea, ni con los 2,73 a 8,73 kg de leche por vaca día reportado por Román-Ponce *et al.* (2013) para vacas C y sus cruces con Hs, Ps y Simmental en la región del trópico húmedo mexicano.

### Época de Parición

Al analizar la EP (Cuadro 4), no se observaron efectos de esta variable sobre el periodo de DL y PTL ( $P > 0,05$ ). Resultados similares fueron reportados por Rodríguez *et al.* (2002) y Rodríguez y de León (2011) al no encontrar efectos de la EP sobre esta misma variable de estudio. Sin embargo, existe una diferencia numérica de 140 Kg de leche favorable para la época seca, resultado que posiblemente es

Cuadro 4. Medias ( $\pm\sigma$ ) de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito en relación a la época del año.

Época de Parto	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	DS	$\bar{X}$ IP	IP	DA
Lluvias	289 $\pm$ 94 <sup>a</sup>	3520 $\pm$ 402 <sup>a</sup>	12,42 $\pm$ 7,91 <sup>a</sup>	157 $\pm$ 45 <sup>a</sup>	8,72 $\pm$ 5,90 <sup>a</sup>	445 $\pm$ 105 <sup>a</sup>	160 $\pm$ 105 <sup>a</sup>
Secas	286 $\pm$ 94 <sup>a</sup>	3660 $\pm$ 620 <sup>a</sup>	12,91 $\pm$ 4,52 <sup>a</sup>	145 $\pm$ 56 <sup>a</sup>	8,76 $\pm$ 4,37 <sup>a</sup>	432 $\pm$ 104 <sup>a</sup>	148 $\pm$ 104 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Medias con al menos una literal igual en la misma columna no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ; Tukey). DL: Duración de la lactancia, PLT: Producción por lactancia,  $\bar{X}$  DL: promedio de producción de leche por día, DS: Días secos,  $\bar{X}$  IP: producción de leche por día interparto, IP: Periodo interparto y DA: Días abiertos.

atribuido al manejo de las fincas en la época de estiaje. Hernández-Reyes *et al.* (2000) encontraron comportamientos similares en la PLT siendo mayor en la época seca con 1861,3 $\pm$ 85,1 Kg, mientras que en la época de lluvia fue de 1776,4 $\pm$ 80,2 kg. De igual manera, al determinar la influencia de la EP sobre la  $\bar{X}$  DL se reflejó una media de producción de 12,91 $\pm$ 4,52 kg de leche para la época seca y 12,42 $\pm$ 7,91 kg para época de lluvia (Cuadro 4). No se encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) para DS y DA, concordando con lo reportado por Tadesse y Dessie (2003), los cuales sugieren que en regiones tropicales cuando se realiza un manejo (alimenticio y reproductivo) adecuado, en ganado bovino de DP, el efecto de los factores climáticos puede ser poco o nulo.

Vergara *et al.* (2007) reportaron periodos interparto de hasta 469 $\pm$ 9 días encontrando que el efecto de la EP sobre IP fue significativo ( $P < 0,05$ ). En la presente investigación, a pesar de que no se detectaron diferencias significativas, se observó una diferencia numérica de 13 días adicionales para el IP, cuando la época de parto ocurrió en periodo lluvioso. Por otra parte, los resultados de DA obtenidos en esta investigación, son indicativos de baja eficiencia reproductiva, ya que de acuerdo a Salgado *et al.* (2003), los DA en bovinos de doble propósito deben ser 85 días, a fin de obtener un IP de un año.

### Número de Partos

En el análisis del efecto del NP sobre PLT mostró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), con una media general de 3599 $\pm$ 998 Kg de leche por lactancia, siendo las vacas con más de tres partos las de mayor producción con 3979 $\pm$ 329 Kg de leche en

promedio. Santos y Martínez (1989) reportaron resultados similares en un trabajo con ganado Hs en el trópico húmedo mexicano. Según Osorio-Arce y Segura-Correa (2005) este resultado se debe a que las vacas de primer parto todavía están en desarrollo, por consiguiente, cubren sus requerimientos para completar su crecimiento antes que para la producción de leche.

Se encontró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en el efecto del NP sobre los DL, PLT,  $\bar{X}$  DL y  $\bar{X}$  IP (Cuadro 5), al observarse que las vacas entre dos y cuatro partos presentaron valores mayores de productividad que las primíparas y las de más de cinco partos; sin embargo, en un estudio realizado en Venezuela por Acostan *et al.* (1998) reportan que las vacas primíparas presentaron lactancias más largas que las vacas multíparas, debido que las vacas de primer parto presentan problemas de anestro posparto, provocando un retraso en la presentación del celo y posterior alargamiento de la lactancia de manera progresiva. Los resultados del presente estudio coinciden con Ceballos *et al.* (2012) quienes encontraron que el número de parto afecta significativamente la DL y en consecuencia la producción de leche.

### Sexo del becerro

No se detectó efecto del sexo del becerro ( $P > 0,05$ ) sobre DL y PLT (Cuadro 6), únicamente se observaron diferencias numéricas; vacas con crías machos presentaron un periodo de DL 7,32 días más largo y una producción de leche por lactancia que supera en 94 Kg a las vacas con crías hembras. Se ha reportado que las vacas que amamantan crías machos manifiestan periodos de DL más largos que las vacas que amamantan hembras y en consecuencia periodos de anestro

Cuadro 5. Medias ( $\pm\sigma$ ) de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito en relación al parto.

Número de parto	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	DS	$\bar{X}$ IP	IP	DA
1	280 $\pm$ 99 <sup>bc</sup>	2991 $\pm$ 146 <sup>c</sup>	10,85 $\pm$ 3,91 <sup>c</sup>	189 $\pm$ 52 <sup>a</sup>	7,77 $\pm$ 4,21 <sup>a</sup>	466 $\pm$ 127 <sup>a</sup>	181 $\pm$ 127 <sup>a</sup>
2	291 $\pm$ 91 <sup>ab</sup>	3426 $\pm$ 231 <sup>b</sup>	12,02 $\pm$ 4,41 <sup>b</sup>	152 $\pm$ 94 <sup>b</sup>	8,19 $\pm$ 5,11 <sup>a</sup>	439 $\pm$ 102 <sup>b</sup>	154 $\pm$ 102 <sup>b</sup>
3	300 $\pm$ 88 <sup>a</sup>	3979 $\pm$ 329 <sup>a</sup>	13,48 $\pm$ 7,56 <sup>ab</sup>	136 $\pm$ 74 <sup>bc</sup>	9,34 $\pm$ 8,69 <sup>a</sup>	438 $\pm$ 103 <sup>b</sup>	153 $\pm$ 103 <sup>b</sup>
4	304 $\pm$ 94 <sup>a</sup>	3893 $\pm$ 458 <sup>a</sup>	12,94 $\pm$ 4,74 <sup>ab</sup>	128 $\pm$ 68 <sup>c</sup>	9,19 $\pm$ 3,94 <sup>a</sup>	431 $\pm$ 93 <sup>bc</sup>	145 $\pm$ 93 <sup>bc</sup>
>5	276 $\pm$ 77 <sup>c</sup>	3827 $\pm$ 553 <sup>a</sup>	14,04 $\pm$ 5,24 <sup>a</sup>	139 $\pm$ 77 <sup>bc</sup>	9,32 $\pm$ 3,64 <sup>a</sup>	419 $\pm$ 89 <sup>c</sup>	134 $\pm$ 89 <sup>c</sup>

<sup>abcd</sup> Medias con al menos una literal igual en la misma columna no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ; Tukey). DL: Duración de la lactancia, PLT: Producción por lactancia,  $\bar{X}$  DL: promedio de producción de leche por día, DS: Días secos,  $\bar{X}$  IP: producción de leche por día interparto, IP: Periodo interparto y DA: Días abiertos.

Cuadro 6. Medias ( $\pm\sigma$ ) de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito en relación al sexo del becerro.

Sexo	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	DS	$\bar{X}$ IP	IP	DA
Hembra	284 $\pm$ 93 <sup>a</sup>	3552 $\pm$ 1613 <sup>a</sup>	12,68 $\pm$ 4,97 <sup>a</sup>	153 $\pm$ 98 <sup>a</sup>	8,80 $\pm$ 6,17 <sup>a</sup>	438 $\pm$ 107 <sup>a</sup>	153 $\pm$ 107 <sup>a</sup>
Machos	292 $\pm$ 90 <sup>a</sup>	3646 $\pm$ 2317 <sup>a</sup>	12,70 $\pm$ 7,27 <sup>a</sup>	148 $\pm$ 105 <sup>a</sup>	8,68 $\pm$ 6,34 <sup>a</sup>	438 $\pm$ 103 <sup>a</sup>	153 $\pm$ 103 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Medias con al menos una literal igual en la misma columna no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ; Tukey). DL: Duración de la lactancia, PLT: Producción por lactancia,  $\bar{X}$  DL: promedio de producción de leche por día, DS: Días secos,  $\bar{X}$  IP: producción de leche por día interparto, IP: Periodo interparto y DA: Días abiertos.

posparto prolongado, (Montoni y Riggs, 1978; Bellows *et al.*, 1982; Segura-Correa *et al.*, 2001); lo anterior puede estar relacionado con la mayor ingesta de leche de los becerros machos comparado con las hembras, debido a una mayor frecuencia de amamantamiento (Miranda *et al.*, 2002). Según Wettemann *et al.* (2003), el amamantamiento prolonga la inactividad ovárica postparto debido a su efecto inhibitorio sobre la secreción pulsátil de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).

### Grupo racial

El GR mostró efecto sobre el periodo de DL ( $P < 0,05$ ). Las lactancias más largas fueron para los grupos raciales  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C y  $\frac{3}{4}$  Ps x  $\frac{1}{4}$  C con 312 $\pm$ 99 y 299 $\pm$ 87 días respectivamente, no observándose diferencias significativas entre estos dos genotipos (Cuadro 7). Los resultados obtenidos en la presente investigación para la

variable DL, son mayores a los reportados por Hernández-Reyes *et al.* (2000), para vacas con diferentes proporciones raciales.

El GR tuvo efecto sobre PLT,  $\bar{X}$  DL y  $\bar{X}$  IP ( $P < 0,05$ ). Los grupos  $\frac{1}{2}$  Hs x  $\frac{1}{2}$  C y  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C presentaron mayor producción, con medias de entre 4029 $\pm$ 636 y 4504 $\pm$ 191 Kg de leche por lactancia respectivamente (Cuadro 7), esto probablemente causado por la mayor proporción racial Hs, altamente especializada. Resultados similares reportan Osorio-Arce y Segura-Correa (2005) en un estudio sobre factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de DP en el trópico húmedo de Tabasco, México. Cañas *et al.* (2009) en un estudio para estimar las curvas de lactancia en ganado Hs y BON x Hs en el trópico alto colombiano, observaron que las vacas con raza Hs tuvieron mayor producción.

En relación a las variables DS, IP y DA, se observó que estas fueron afectadas por el GR ( $P<0,05$ ). Los animales +Hs x C presentaron periodos de DS, IP y DA mayores, con valores de  $207\pm 99$ ,  $494\pm 45$  y  $209\pm 35$  días, respectivamente (Cuadro 8).

### Año del parto

El AP tuvo efecto sobre los DL ( $P<0,05$ ). La media más alta de  $347\pm 56$  días fue para el año 1992 y la más baja de  $235\pm 73$  días para el año 2008 (Cuadro 8). Estos resultados coinciden con la abundante precipitación ocurrida por única ocasión en el primer trimestre de 1992, misma que fue de 135.7 mm. Algunos autores han reportado que las variables productivas y reproductivas están influenciadas por factores ambientales (Ossa *et al.*, 2007; M-Rocha *et al.*, 2012).

El AP mostró efecto sobre la PLT ( $P<0,05$ ). En los años 1999, 2000 y 2001 se observaron las medias más altas de PLT con  $4440\pm 629$ ,

$4821\pm 592$  y  $4941\pm 346$  Kg, respectivamente (Cuadro 8). Lo anterior se atribuye a la distribución más prolongada de la precipitación media anual durante estos años a diferencia de los del resto del periodo de estudio, favoreciendo la disponibilidad y calidad forrajera. El efecto del año del parto sobre la producción de leche ya ha sido reportado en vacas con diferentes proporciones raciales en sistemas DP del trópico (Osorio y Segura, 2005; Contreras *et al.*, 2002; López-Ordaz *et al.*, 2009). Otros estudios encontraron efectos del número de parto y del año y mes de nacido del becerro sobre IP (Ossa *et al.*, 2007; Pérez y Gómez, 2009), variable que tiene correlación positiva con la producción de leche ajustada a  $305\text{ dr}_g=0,69$  (Pérez y Gómez, 2009); lo cual indica que los factores genéticos y no genéticos afectan la productividad de la finca, de esta manera en los años con mayor disponibilidad de forraje se ve incrementada la producción láctea reduciéndose la eficiencia reproductiva de la vaca.

Cuadro 7. Medias ( $\pm\sigma$ ) de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito en relación al grupo racial.

Grupo racial	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	DS	$\bar{X}$ IP	IP	DA
½ Hs x ½ C	286 ± 90 <sup>ab</sup>	4029 ± 636 <sup>ad</sup>	14,55 ± 5,49 <sup>ab</sup>	140 ± 69 <sup>b</sup>	9,92 ± 4,43 <sup>a</sup>	421 ± 90 <sup>b</sup>	136 ± 90 <sup>b</sup>
½ Ps x ½ C	269 ± 90 <sup>b</sup>	2816 ± 189 <sup>bd</sup>	10,71 ± 3,40 <sup>cd</sup>	146 ± 78 <sup>b</sup>	6,86 ± 2,52 <sup>a</sup>	417 ± 89 <sup>b</sup>	132 ± 89 <sup>b</sup>
¾ Hs x ¼ C	312 ± 99 <sup>a</sup>	4504 ± 191 <sup>a</sup>	14,78 ± 4,98 <sup>a</sup>	135 ± 80 <sup>b</sup>	10,29 ± 4,02 <sup>a</sup>	447 ± 85 <sup>b</sup>	162 ± 75 <sup>b</sup>
¾ Ps x ¼ C	299 ± 87 <sup>a</sup>	3444 ± 433 <sup>d</sup>	11,71 ± 4,12 <sup>c</sup>	140 ± 83 <sup>b</sup>	8,21 ± 4,95 <sup>a</sup>	439 ± 91 <sup>b</sup>	154 ± 91 <sup>b</sup>
+Hs x C	294 ± 98 <sup>ab</sup>	3234 ± 379 <sup>be</sup>	11,07 ± 5,67 <sup>cd</sup>	207 ± 99 <sup>a</sup>	10,60 ± 6,25 <sup>a</sup>	494 ± 45 <sup>a</sup>	209 ± 35 <sup>a</sup>
+Ps x C	293 ± 86 <sup>a</sup>	3834 ± 565 <sup>d</sup>	13,31 ± 6,74 <sup>b</sup>	147 ± 80 <sup>b</sup>	9,05 ± 6,56 <sup>a</sup>	440 ± 66 <sup>b</sup>	155 ± 66 <sup>b</sup>
Mosaico	278 ± 92 <sup>b</sup>	3645 ± 623 <sup>de</sup>	13,21 ± 4,29 <sup>b</sup>	154 ± 98 <sup>b</sup>	8,72 ± 3,83 <sup>a</sup>	432 ± 79 <sup>b</sup>	147 ± 89 <sup>b</sup>
+C x Hs	231 ± 91 <sup>ab</sup>	2375 ± 617 <sup>bode</sup>	10,64 ± 2,68 <sup>cd</sup>	171 ± 97 <sup>ab</sup>	5,80 ± 2,73 <sup>a</sup>	405 ± 27 <sup>b</sup>	120 ± 47 <sup>b</sup>
+C x Ps	253 ± 80 <sup>b</sup>	2137 ± 287 <sup>c</sup>	9,00 ± 4,66 <sup>d</sup>	151 ± 75 <sup>b</sup>	4,97 ± 2,83 <sup>a</sup>	429 ± 90 <sup>b</sup>	145 ± 90 <sup>b</sup>

<sup>abcd</sup> Medias con al menos una literal igual en la misma columna no presentan diferencias significativas ( $P<0,05$ ; Tukey). DL: Duración de la lactancia, PLT: Producción por lactancia,  $\bar{X}$  DL: promedio de producción de leche por día, DS: Días secos,  $\bar{X}$  IP: producción de leche por día interparto, IP: Periodo interparto y DA: Días abiertos.

Cuadro 8. Medias ( $\pm\sigma$ ) de los atributos productivos y reproductivos de vacas en un sistema de doble propósito en relación al año del parto.

Año de Parto	DL	PLT	$\bar{X}$ DL	DS	$\bar{X}$ IP	IP	DA
1990	293 $\pm$ 45 <sup>cde</sup>	1699 $\pm$ 804 <sup>k</sup>	5,78 $\pm$ 1,61 <sup>f</sup>	175 $\pm$ 16 <sup>abcd</sup>	3,64 $\pm$ 1,57 <sup>f</sup>	469 $\pm$ 92 <sup>abc</sup>	184 $\pm$ 92 <sup>abc</sup>
1991	309 $\pm$ 85 <sup>abcd</sup>	2461 $\pm$ 996 <sup>jk</sup>	7,93 $\pm$ 2,60 <sup>ef</sup>	154 $\pm$ 12 <sup>abcdefg</sup>	5,40 $\pm$ 2,13 <sup>ef</sup>	466 $\pm$ 91 <sup>abc</sup>	181 $\pm$ 91 <sup>abc</sup>
1992	347 $\pm$ 56 <sup>a</sup>	2813 $\pm$ 995 <sup>hij</sup>	8,16 $\pm$ 1,81 <sup>ef</sup>	140 $\pm$ 9 <sup>bcdefgh</sup>	5,74 $\pm$ 1,69 <sup>def</sup>	494 $\pm$ 35 <sup>a</sup>	209 $\pm$ 34 <sup>a</sup>
1993	338 $\pm$ 45 <sup>a</sup>	2693 $\pm$ 584 <sup>ij</sup>	7,92 $\pm$ 1,95 <sup>ef</sup>	137 $\pm$ 30 <sup>defgh</sup>	5,62 $\pm$ 1,90 <sup>ef</sup>	478 $\pm$ 19 <sup>ab</sup>	193 $\pm$ 19 <sup>ab</sup>
1994	338 $\pm$ 26 <sup>ab</sup>	3071 $\pm$ 399 <sup>ghij</sup>	9,16 $\pm$ 2,81 <sup>de</sup>	124 $\pm$ 80 <sup>efgh</sup>	6,75 $\pm$ 2,41 <sup>cdef</sup>	466 $\pm$ 15 <sup>abc</sup>	181 $\pm$ 15 <sup>abc</sup>
1995	312 $\pm$ 88 <sup>ab</sup>	3425 $\pm$ 362 <sup>defghi</sup>	11,10 $\pm$ 3,21 <sup>cd</sup>	120 $\pm$ 59 <sup>fgh</sup>	8,03 $\pm$ 2,80 <sup>bcdef</sup>	434 $\pm$ 89 <sup>bode</sup>	149 $\pm$ 89 <sup>bode</sup>
1996	303 $\pm$ 77 <sup>bcd</sup>	3876 $\pm$ 342 <sup>bocdef</sup>	12,97 $\pm$ 4,28 <sup>b</sup>	109 $\pm$ 44 <sup>h</sup>	9,56 $\pm$ 3,42 <sup>abcde</sup>	410 $\pm$ 80 <sup>de</sup>	125 $\pm$ 79 <sup>de</sup>
1997	292 $\pm$ 66 <sup>cde</sup>	3978 $\pm$ 444 <sup>bcd</sup>	13,58 $\pm$ 3,75 <sup>b</sup>	119 $\pm$ 67 <sup>fgh</sup>	9,87 $\pm$ 3,23 <sup>abcde</sup>	408 $\pm$ 81 <sup>de</sup>	123 $\pm$ 81 <sup>de</sup>
1998	294 $\pm$ 76 <sup>cd</sup>	4136 $\pm$ 539 <sup>bc</sup>	13,93 $\pm$ 3,67 <sup>b</sup>	127 $\pm$ 75 <sup>efgh</sup>	9,94 $\pm$ 3,47 <sup>abcde</sup>	423 $\pm$ 98 <sup>de</sup>	138 $\pm$ 98 <sup>de</sup>
1999	262 $\pm$ 79 <sup>efgh</sup>	4440 $\pm$ 629 <sup>ab</sup>	17,02 $\pm$ 5,48 <sup>a</sup>	146 $\pm$ 62 <sup>cdefg</sup>	11,07 $\pm$ 4,00 <sup>abcd</sup>	403 $\pm$ 79 <sup>e</sup>	118 $\pm$ 79 <sup>de</sup>
2000	275 $\pm$ 82 <sup>defg</sup>	4821 $\pm$ 592 <sup>a</sup>	17,31 $\pm$ 3,38 <sup>a</sup>	136 $\pm$ 58 <sup>defgh</sup>	11,63 $\pm$ 3,88 <sup>abc</sup>	417 $\pm$ 81 <sup>de</sup>	132 $\pm$ 82 <sup>de</sup>
2001	279 $\pm$ 69 <sup>cdefg</sup>	4941 $\pm$ 346 <sup>a</sup>	17,36 $\pm$ 7,48 <sup>a</sup>	154 $\pm$ 40 <sup>abcdefg</sup>	11,96 $\pm$ 4,32 <sup>abc</sup>	432 $\pm$ 16 <sup>bode</sup>	147 $\pm$ 16 <sup>bode</sup>
2002	278 $\pm$ 92 <sup>cdefg</sup>	3890 $\pm$ 477 <sup>bocdef</sup>	14,12 $\pm$ 3,03 <sup>b</sup>	163 $\pm$ 24 <sup>abcde</sup>	14,0 $\pm$ 5,55 <sup>a</sup>	429 $\pm$ 10 <sup>cde</sup>	144 $\pm$ 10 <sup>cde</sup>
2003	288 $\pm$ 96 <sup>cdef</sup>	3661 $\pm$ 368 <sup>cdefgh</sup>	13,10 $\pm$ 3,73 <sup>bc</sup>	159 $\pm$ 94 <sup>abcdef</sup>	13,99 $\pm$ 3,29 <sup>bocdef</sup>	447 $\pm$ 14 <sup>abcd</sup>	162 $\pm$ 14 <sup>abcc</sup>
2004	281 $\pm$ 83 <sup>cdefg</sup>	3747 $\pm$ 486 <sup>bocdefg</sup>	13,42 $\pm$ 3,89 <sup>bc</sup>	182 $\pm$ 93 <sup>abc</sup>	8,44 $\pm$ 3,40 <sup>bocdef</sup>	464 $\pm$ 18 <sup>abc</sup>	179 $\pm$ 28 <sup>abc</sup>
2005	276 $\pm$ 54 <sup>defg</sup>	3345 $\pm$ 600 <sup>defghi</sup>	12,23 $\pm$ 3,88 <sup>bc</sup>	191 $\pm$ 78 <sup>a</sup>	7,49 $\pm$ 3,54 <sup>bocdef</sup>	470 $\pm$ 35 <sup>abc</sup>	185 $\pm$ 35 <sup>abc</sup>
2006	249 $\pm$ 97 <sup>gh</sup>	3152 $\pm$ 422 <sup>efghij</sup>	12,92 $\pm$ 3,98 <sup>bc</sup>	185 $\pm$ 73 <sup>ab</sup>	7,57 $\pm$ 3,58 <sup>bocdef</sup>	440 $\pm$ 17 <sup>bode</sup>	155 $\pm$ 17 <sup>bode</sup>
2007	253 $\pm$ 86 <sup>fgh</sup>	3272 $\pm$ 722 <sup>efghi</sup>	12,78 $\pm$ 4,25 <sup>bc</sup>	190 $\pm$ 89 <sup>a</sup>	7,62 $\pm$ 3,61 <sup>bocdef</sup>	441 $\pm$ 18 <sup>bode</sup>	156 $\pm$ 11 <sup>bode</sup>
2008	235 $\pm$ 73 <sup>h</sup>	2960 $\pm$ 430 <sup>hij</sup>	12,54 $\pm$ 4,46 <sup>bc</sup>	188 $\pm$ 75 <sup>a</sup>	7,93 $\pm$ 3,76 <sup>bocdef</sup>	412 $\pm$ 81 <sup>de</sup>	127 $\pm$ 21 <sup>de</sup>

<sup>abcdefghij</sup> Medias con al menos una literal igual en la misma columna no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ; Tukey).

DL: Duración de la lactancia, PLT: Producción por lactancia,  $\bar{X}$  DL: promedio de producción de leche por día, DS: Días secos,  $\bar{X}$  IP: producción de leche por día interparto, IP: Periodo interparto y DA: Días abiertos.

## CONCLUSIONES

Los factores que influyeron sobre los atributos de la producción de leche y la actividad reproductiva de las vacas fueron: la finca, el número y año del parto y el grupo racial. Los resultados observados permiten sugerir el uso de los grupos raciales  $\frac{3}{4}$  Hs x  $\frac{1}{4}$  C y  $\frac{1}{2}$  Hs x  $\frac{1}{2}$  C por ser los más apropiados para la producción de leche con la mayor habilidad reproductiva, en los sistemas de producción con ganado bovino de doble propósito de la huasteca baja veracruzana.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, J., S. Padrón, N. Pereira, E. Rincón, Z. Chirinos, R. Villalobos y D. Marin. 1998. Producción de leche de ganado mestizo en una zona de bosque seco tropical. Rev. Cient. FVZ. LUZ., 8(2):99-104
- Becerril, P., H. Román-Ponce y H. Castillo. R. 1981. Comportamiento productivo de vacas Holstein, Suizo Pardo y sus cruces con Cebú F1 en clima tropical. Téc. Pecu. Méx., 10:16-21.

- Bellows, R. A., R. Short y G. Richardson. 1982. Effects of sire, age of dam and gestation feed level on dystocia and postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.*, 55(1):18-27.
- Cañas, J. J., L. Restrepo, J. Ochoa, A. Echeverri y M. Cerón-Muñoz. 2009. Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y Bon X Holstein en trópico alto Colombiano. *Rev. Lasallista Investig.*, 6(1): 35-42.
- Ceballos, M. C., G. Correa y J. Echeverri. 2012. Prediction of total protein percentage from partial sampling and adjustment of environmental effects. *Rev. MVZ Córdoba.*, 17(1): 2884-2890.
- Contreras, G., S. Zambrano, M. Pirela, O. Abreu y H. Cañas. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas mestizas Criollo Limonero x Holstein. *Rev. Cient. FVZ. LUZ.*, 2(1):15-18.
- Duarte, O. A., W. Thorpe and A. Tewolde. 1988. Reproductive performance of purebred and crossbreed beef cattle in the tropic of Mexico. *Anim. Prod.*, 47: 11-20.
- Galeano, A. y C. Manrique. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 57(2): 119-131.
- García, E. 1987. Modificaciones a la clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 276 p.
- González-Rebeles, C. I., Tania, G. F., Francisco, G. H., 2015. Recursos naturales y uso de las tierras ganaderas en el trópico. Capítulo I. **En:** O. Rodríguez R. Libro Técnico. Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. Red de investigación e innovación tecnológica para la ganadería bovina tropical (REDGATRO). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). ©REDGATRO CONACyT. México, D. F. pp. 38-47.
- Hernández-Reyes, E., V. Segura-Correa, J. Segura-Correa y M. Osorio-Arce. 2001. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Agrociencia.*, 35(6) pp. 699-705.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía Generación e integración de información, Estados Unidos Mexicanos) Estadística geográfica sobre el territorio, la población y la economía de México, 2014. Disponible en línea: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx> [Mar. 23, 2014].
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Estados Unidos Mexicanos) Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015. Disponible en línea: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825078966> [May. 13, 2015].
- López-Ordaz R., R. García-Carreón, G. García-Muñiz y R. Ramírez-Valverde. 2009. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Téc. Pecu. Méx.*, 47(4): 435-447.
- López-Ordaz, R., C. Vite-Cristóbal, J. García-Muñiz y P. Martínez-Hernández. 2009. Reproducción y producción de leche de vacas con distinta proporción de genes *Bos taurus*. *Arch. Zootec.*, 58(224): 683-694.
- López, J. y L. Vaccaro. 2002. Comportamiento productivo de cruces Holstein Friesian-cebú comparados con Pardo Suizo-cebú en sistemas de doble propósito en tres zonas de Venezuela. *Zoot. Trop.*, 20(3): 397-414.
- Magaña, M. J. G., G. Ríos A. y J. C. Martínez G. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 14 (3) pp.105-114.
- Mahecha, L., L. A. Gallego y F. J. Peláez. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 15(2) pp. 213-225.
- Miranda, J., M. Benezra y O. Colmenares. 2002. Efecto de la suplementación estratégica con germen de maíz sobre la producción

- de leche y reproducción de vacas de doble propósito. *Zootecnia Trop.*, 30(1): 31-47.
- Montoni, D. y J. Riggs. 1978. Efecto del amamantamiento limitado sobre el comportamiento productivo y reproductivo de un rebaño Brahman. *Agron. Trop.*, 28(6): 551-571.
- M-Rocha, J. F., J. Gallego, R. Vásquez, J. Pedraza, J. Echeverri, M. Cerón-Muñoz y R. Martínez. 2012. Estimación de parámetros genéticos para edad al primer parto e intervalo entre partos en poblaciones bovinas de la raza Blanco Orejinegro (BON) en Colombia. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 25(2): 220-228.
- Murcia, R. y G. Martínez. 2013. Factores que afectan la vida útil de vacas doble propósito. *Revista MVZ Córdoba.*, 18(2): 3459-3466.
- Orantes-Zebadúa M, Á., D. Platas-Rosado, V. Córdova-Avalos, D. los Santos-Lara, M. del Carmen y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Eco. Rec. Agrop.*, 1(1): 49-58.
- Osorio-Arce, M. M., y J. Segura-Correa. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Téc. Pecu. Méx.*, 43(1): 127-137.
- Ossa, G. A., M. A. Suárez y J. E. Pérez. 2007. Factores ambientales y genéticos que influyen la edad al primer parto y el intervalo entre partos en hembras de la raza criolla Romosinuano. *Rev. Corpoica – Cienc. Tecn. Agrop.*, 8(2): 74-80.
- Palma, G. J. M. 2014. Escenarios de sistemas de producción de carne de bovino en México. *Rev. Avan. Inv. Agrop.*, 18(1):53-62.
- Paredes, L., V. Hidalgo, T. Vargas y A. Molinett. 2003. Diagnósticos estructurales en los sistemas de producción de ganadería doble propósito en el municipio Alberto Arvelo Torrealba del estado Barinas. *Zootecnia Trop.*, 21(1): 87-108.
- Pérez, P., R. Rojo, A. Álvarez, J. García, C. Ávila, S. López, J. Villanueva, H. Chalate, E. Ortega y J. Gallegos. 2003. Necesidades Investigación y Transferencia de Tecnología de la Cadena de Bovinos de Doble Propósito en el Estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz, México. 170 pp.
- Pérez, Q. G. y M. Gómez. 2009. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño pardo suizo en el trópico. 2. Intervalo entre partos y su relación con la producción de leche. *Rev. Cient. FCV-LUZ*, 19 (1): 77-83.
- Pino, T., G. E. Martínez, R. Galíndez, M. Castejón y A. Tovar. 2009. Efecto del grupo racial y algunos factores no genéticos sobre la producción de leche e intervalo entre partos en vacas de doble propósito. *Rev. Fac. Cienc. Vet.*, 50(2) pp. 224-228.
- Rodríguez, R., M. Mejía, B. Camberos, R. Ochoa, F. Ruvuna y A. Schunemann. 2002. Producción de leche de los diferentes cruzamientos con Holstein en el CEIEGT FMVZ UNAM de Martínez de la Torre, Veracruz. *Boletín Técnico Virtual.*, 13 (5): 1-6.
- Rodríguez, Y. y R. de León. 2011. Caracterización de la producción lechera (1986 hasta 2007) de los genotipos vacunos Cebú Lechero Cubano ( $\frac{3}{4}$  Cebú:  $\frac{1}{4}$  Holstein) y sus mestizos. *Rev. Cubana Ciec. Agríc.*, 45(3): 231-236.
- Román-Ponce S, I., F. Ruiz-López, H. Montaldo, R. Rizzi y H. Román-Ponce. 2013. Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 4(4): 405-416.
- Salgado, R., J. Álvarez, M. Bertel, M. González, L. Maza y L. Torregroza. 2003. Efecto de la época del parto y del sistema de amamantamiento sobre la eficiencia reproductiva de vacas del sistema doble propósito. *Rev. MVZ Córdoba.*, 8(2): 323-328.
- Santos, J. L. y F. Martínez. 1989. El ganado Holstein en el trópico húmedo mexicano. V.

- Efecto de época del año, granja y número de parto en las curvas de lactancia y nivel de producción., *Rev. Univ. Cienc.*, 6(11): 43-50.
- Segura-Correa, V. M., S. Anderson, R. Delgado-León y J. Segura-Correa. 2001. Efecto del destete temporal en el comportamiento reproductivo postparto de vacas de doble propósito bajo condiciones tropicales. *Liv. Res. Rural Dev.*, 13(1): 2001.
- Soto-Belloso, E. 2004. La ganadería de doble propósito en Venezuela. *Memorias XII Congreso Venezolano de Producción Animal*. Maracay, Edo. Aragua – Venezuela. 22-25/11. pp. 221-229.
- StatSoft, I. 2003. *Statistica 7 for windows*. Statsoft Inc., 2300 East, 14th Street, Tulsa, Oklahoma, USA.
- Tadesse, M. y T. Dessie. 2003. Milk production performance of Zebu, Holstein Friesian and their crosses in Ethiopia. *Liv. Res. Rural Dev.*, 15(3): 28-37.
- Vergara, O., R. Salgado, L. Maza, L. Botero, C. Martínez, C. Medina y J. Pestana. 2007. Factores que afectan el primer intervalo de parto de hembras bovinas manejadas bajo el sistema doble propósito. *Liv. Res. Rural Dev.*, 19(10): 140.
- Vite-Cristóbal, C., R. López-Ordaz, J. García-Muñiz, R. Ramírez-Valverde, A. Ruiz-Flores. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Rev. Vet. Méx.*, 38(1) pp. 63-79.
- Wettemann, R. P., C. A. Lents, N. H. Ciccioli, E. J. White and I. Rubio. 2003. Nutritional and suckling mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.*, (Suppl. 2): 48-59.