

La producción de leche de un rebaño doble propósito

Genetic factors and not genetic on variation in milk production of a dual purpose cattle

*¹Rojas Bastidas Miguel A., ¹Torres de.Saavedra Audrey, ¹Gómez Gil Manuel G., ¹Lucena Seijas Carlos E., ²Martínez García Gonzalo E., ¹Pérez Quintero Gilberto A.

¹Decanato de Ciencias Veterinarias, UCLA. Barquisimeto, Venezuela. ²Instituto y Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, Venezuela.
email: miguelrojasvet@gmail.com, audreytorresm@gmail.com, manuel3@yahoo.com, carlosjlucena@gmail.com, gemg7235@gmail.com, gilbertoperez@ucla.edu.ve

RESUMEN

Obtener bovinos que expresen adaptabilidad y producciones eficientes en ambientes tropicales, es el objetivo en explotaciones de ganadería de doble propósito. A fin de evaluar los efectos genéticos y no genéticos que afectan la variación en la producción de leche en vacas de doble propósito, fueron analizados 3722 registros de lactancias ajustadas a 244 días (P244) de 1334 vacas, pertenecientes a una finca ubicada en el municipio La Ceiba, Estado Trujillo. El modelo I, permitió evaluar los efectos no genéticos y genéticos que afectan la variación de P244, estableciéndose como efectos fijos: mes de parto (MP), año de parto (AP), edad al parto (EP), número de partos (NP) y grupo racial (GR) y como efectos aleatorios: padre, madre de la vaca y residual, siendo evaluados a través de un análisis de varianza usando metodología de modelos mixtos del paquete estadístico SAS®. El modelo II determinó los componentes de (co)varianzas, parámetros genéticos y no genéticos, utilizando un modelo animal univariado con el conjunto de programas MTDFREML. Considerando como efectos fijos, aquellos que resultaron significativos ($P < 0,05$) del modelo I: (AP), (EP), (NP) y (GR). Se consideró como efectos aleatorios: el animal, el ambiente permanente de la vaca y el error. Se estimó varianza genética aditiva (σ^2_a), proporciones de la varianza fenotípica total (σ^2_F) debida a varianza ambiental permanente de la vaca (σ^2_{Ap}), varianza residual (e^2), índice de herencia (h^2) y coeficiente de repetición (r_i). Para P244 el promedio ajustado fue de $1562,26 \pm 150,06$ kg. Todos los efectos fijos resultaron significativos ($P < 0,05$), exceptuando el mes de parto. Los estimados del modelo univariado de σ^2_a , σ^2_{Ap} , e^2 , σ^2_F , h^2 y r_i para P244 fueron: 55970; 101127; 118896; 275993; 0,20 y 0,56 respectivamente. La P244 es altamente afectada por factores ambientales y genéticos.

Palabras clave: Ganadería doble propósito, producción de leche, efectos genéticos, parámetros genéticos, índice de herencia.

ABSTRACT

Obtaining cattle that express adaptability and efficient production in tropical environments is the objective in dual-purpose livestock research. In order to evaluate the genetic and non-genetic effects that affect the variation in milk production in dual-purpose cows, 3722 lactation records adjusted to 244 days (P244) of 1334 cows, belonging to a farm located in the municipality of La Ceiba, Trujillo State were analyzed. Model I, allowed to evaluate the non-genetic and genetic effects that affect the variation of P244, establishing as fixed effects: month of calving (MP), year of calving (AP), age at calving (EP), number of calving (NP), and racial group (GR), and as random effects: father, mother of the cow, and residual, being evaluated through an analysis of variance using mixed models methodology of the statistical package SAS®. Model II determined the components of (co) variances, genetic and non-genetic parameters, using a univariate animal model with the set of MTDFREML programs. Considering as fixed effects, those that were significant ($P < 0.05$) of model I: AP, EP, NP and GR. The random effects that were considered: the animal, the permanent environment of the cow and the error. Estimation of the additive genetic variance (σ^2_a), proportions of the total phenotypic variance (σ^2_F) due to permanent environmental variance of the cow (σ^2_{Ap}), residual variance (e^2), inheritance index (h^2), and repetition coefficient (r_i). Obtaining that for P244 the adjusted average was 1562.26 ± 150.06 kg. All the fixed effects were significant ($P < 0.05$), except for the month of calving. The univariate model estimates of σ^2_a , σ^2_{Ap} , e^2 , σ^2_F , h^2 and r_i for P244 were: 55970, 101127, 118896, 275993, 0.20, and 0.56, respectively. The P244 is highly affected by environmental and genetic factors.

Keywords: Livestock dual purpose, milk production, genetic effects, genetic parameters, inheritance index.

INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de producir alimentos en cantidad y calidad ha sido la preocupación constante de investigadores orientados a las ramas agrícolas y pecuarias con fines productivos. El transcurrir de los tiempos y el avance de las diferentes técnicas de mejoras del ganado han dado como resultado el establecimiento de razas específicas para la producción de leche, sólo que estas razas son originarias de países con climas templados y al ser introducidas en climas de tipo tropical no reflejan los mismos rendimientos productivos y reproductivos de sus sitios de origen [1]. La República de Cuba inicia en los años 60 un programa de cruzamiento para leche a partir de apareamientos planificados entre individuos cebú y semen de toros probados de la República del Canadá. El cruzamiento *inter sé*, entre los individuos con valores superiores para la producción de leche y otras características de interés económico dieron como resultado el origen de la raza Mambi de Cuba, cuyos promedios de lactancias a 305 días oscilan entre los 2086 kg y 2106 kg [2]. En la República Federativa del Brasil, estudios muestran que el ganado de la raza Guzerat presenta gran adaptabilidad y capacidad para producir leche de manera eficiente y rentable [3, 4]. Do Nascimento et al. [5], dentro de sus conclusiones indican que vacas de cinco y más partos muestran una media de producción de leche por días de lactancia de 9,14 kg y una duración del período de lactación de 282,96 días. Así como también que individuos con mayores valores genéticos para producción inicial de leche reflejarán mayores valores para la producción de leche total [5]. La República Bolivariana de Venezuela, al igual que el resto de los países latinoamericanos, cuenta con rebaños nativos provenientes de animales descendientes de los primeros bovinos que llegaron a tierras americanas, tal es el caso del ganado Criollo Limonero. Con el transcurrir del tiempo y la mejora de las técnicas productivas surge la raza Carora, la cual ha mostrado producción de leche de 2689,4 kg en lactancias de 296,2 días y período de servicio de 139,8 días [6]. Valores similares fueron obtenidos en estudio sobre la producción de leche en vacas de la raza Carora y mestizas Holstein x Brahman, entre 2948 y 3033 kg de leche en lactancias ajustadas a 244 días [7].

En diversas ocasiones se ha optado por la importación masiva de animales vivos con miras a mejorar las producciones nacionales, que en la mayoría de los casos han fracasado, unas veces por ser rebaños de razas nobles no adaptables a condiciones tropicales. La capacidad adaptativa, altos costos y riesgos zoonososanitarios asociados a la

importación, son factores limitantes a tener presentes dentro de los procesos de importación animal.

En Venezuela se cuenta con bovinos mestizos *Bos indicus* x *Bos taurus* distribuidos en diferentes sitios de la geografía nacional y que contribuyen con el 90 % de la producción total de leche y 45 % de carne [8]. Para el año 2017, publicaciones de la Caracterización de la Ganadería Nacional del Programa Integral de Desarrollo Lechero (PIDEL) reafirman que los sistemas de doble propósito contribuyen significativamente a la producción de leche y carne del país, siendo la modalidad del doble propósito, la que agrupa al 76 % de unidades de producción de leche y 10 % de las unidades de producción de carne [9]. Amplia es la información que se encuentra en la literatura relacionada con bovinos productores de leche de doble propósito [9, 10]. No obstante, reviste importancia la actualización continua de factores genéticos y no genéticos que afectan las poblaciones bovinas de ganado de doble propósito.

Dentro de los objetivos previstos estuvo: evaluar efectos genéticos (grupo racial), y no genéticos (año, mes, edad al parto, número de partos), que dieron origen a la variación en la producción de leche, así como también se estimó los componentes de (co)varianzas, cálculo de heredabilidad (h^2), repetibilidad (r), proporciones de varianza fenotípica debida a la varianza ambiental permanente (c^2) y temporal (e^2) para la producción de leche en un rebaño doble propósito del Estado Trujillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Unidad de Producción Valle Verde se encuentra localizada en el municipio La Ceiba, parroquia Santa Apolonia, Estado Trujillo. Cuenta con 360 ha de superficie y se localiza al noroeste del Estado Trujillo. El clima se ubica en la zona de vida que corresponde al bosque húmedo tropical (Bht) [11], presenta una altitud de aproximada de 300 msnm, con una temperatura promedio de 28° C y una precipitación media anual entre 900 y 1.300 mm. El régimen de lluvias se caracteriza por ser bimodal, presentándose durante el año, dos picos máximos y dos valores mínimos de precipitación.

El rebaño estaba conformado por hembras bovinas de doble propósito, provenientes del cruzamiento entre individuos *Bos indicus* predominando las razas Brahman blanco y rojo, Gyr, Guzerat y *Bos taurus* donde predominan las razas Holstein negro y rojo, Pardo Suizo y Carora.

El sistema de alimentación fue semi-intensivo, a base de pasturas como: tanner (*Urochloa*

Efectos genéticos y no genéticos sobre la producción de leche

radicans), guinea (*Panicum maximum*), estrella (*Cynodon plectostachyus* y *Cynodon nlemfuensis*) *Brachiaria mutica* y *Echinochloa polystachya*, además de la suplementación de sal y minerales *ad libitum* a todos los animales. Los becerros recibieron una suplementación con alimento balanceado diaria de 0,5 kg hasta su destete. Las vacas recibieron al ordeño suplementación con alimento balanceado de 18 % de proteína cruda (PC) por vaca que oscilaba los 2 kg, dependiendo de la disponibilidad en el mercado y los costos del mismo.

Se realizaron dos ordeños diarios, empleando ordeño mecánico con apoyo del becerro, seguido por amamantamiento restringido por 30 min. Las producciones de leche fueron obtenidas a partir del quinto día de producción después del parto. Las hembras bovinas fueron servidas por primera vez en promedio a los 3,25 años de edad, con un peso entre 320-340 kg. La inseminación artificial se utilizó para todas las vacas en servicio. La detección del celo se realizó con ayuda de un toro retajo o vaca androgenizada. Todas aquellas hembras bovinas que no quedaban preñadas luego de tres (03) inseminaciones consecutivas, pasaban a monta natural controlada, por un período que osciló los tres celos, de no quedar preñadas eran eliminadas. De forma rutinaria se realizaron evaluaciones ginecológicas antes y posteriores al servicio.

Descripción de los datos y modelos utilizados:

En base a la información recopilada de los registros de lactancias ajustados a 244 días, obtenidos del programa informático de registro de información GanSoft®, versión 6.1, a los fines de

realizar un pre análisis a la información obtenida, se diseñó una hoja de cálculo en donde se cargó la identidad de los animales, fecha de nacimiento, se calculó la edad en meses y años al parto a partir del registro de inicio de lactancia, así como también el mes y año de parto, culminación de lactancia, composición racial, número de lactancias, días de producción, producción total de leche, producción ajustada a 244 días, identificación del padre y la madre de la vaca. El pesaje de la leche tanto del ordeño de la mañana (02:00 a.m.) como en la tarde (02:00 p.m.), fue realizado empleando una balanza convencional y una tolva con la producción obtenida por cada vaca luego del ordeño. La sumatoria de ambos pesajes (mañana y tarde) fue el valor de pesaje mensual, semanal y quincenal registrado de cada vaca ingresada en la base de datos. Dichas metodologías, se ajusta a las recomendaciones descritas por Vaccaro [12], para el registro de producciones de leche en bovinos de doble propósito en el trópico. A su vez, se realizaron distribuciones de frecuencias y estadística básica con SAS [13], para ayudar a la detección de datos anormales.

Se contó con una base de datos inicial de 4968 observaciones de lactancia, eliminando 1246 observaciones por datos sin registro individual de pesaje, datos repetidos y otras incongruencias entre los registros, la información eliminada correspondió a los años 1989 y 1995. Para contar con una base de datos definitiva de 3722 registros de lactancias correspondiente a 1334 vacas. La Tabla I muestra las observaciones utilizadas en los diferentes análisis estadísticos.

Tabla 1. Observaciones utilizadas en los análisis estadísticos

Años de parto	n	Grupo racial	n	Número partos	n	Mes parto	n
1996	75	1	116	1	775	Ene	310
1997	167	2	147	2	865	Feb	264
1998	111	3	1667	3	703	Mar	402
1999	169	4	863	4	499	Abr	356
2000	270	5	868	5	335	May	253
2001	256	6	61	6 o más	545	Jun	248
2002	264	--	--	--	--	Jul	312
2003	271	--	--	--	--	Ago	241
2004	249	--	--	--	--	Sep	298
2005	237	--	--	--	--	Oct	375
2006	227	--	--	--	--	Nov	387
2007	277	--	--	--	--	Dic	276
2008	355	--	--	--	--	--	--
2009	374	--	--	--	--	--	--
2010	338	--	--	--	--	--	--
2011	82	--	--	--	--	--	--
Total	3722	--	3722	--	3722	--	3722

Modelos estadísticos

A los fines de conocer, los efectos que tienen significancia en la variación de la producción de leche ajustada a 244 días, construir los modelos matemáticos finales y definir los efectos no genéticos a incluir en la estimación de los componentes de varianza y parámetros genéticos, se realizó un análisis de varianza usando modelos mixtos y la metodología de máxima verosimilitud restringida (REML) del paquete estadístico SAS [13]. Se consideraron como efectos fijos: la edad en meses al parto, año de parto, mes de parto, grupo racial y el número de lactancias de la vaca. Como efectos aleatorios se incluyeron el padre de la vaca, la madre de la vaca y el residual.

Los componentes de (co)varianzas y parámetros genéticos fueron estimados, utilizando un modelo animal univariado a través del conjunto de programas MTDFREML (*Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood*) descrito por Boldman y col. [14]. Se incluyeron para los análisis, los efectos resultantes como significativos del análisis de varianza con modelos mixtos.

Los modelos estadísticos a usar se describen a continuación:

Modelo I. Se analizaron los efectos no genéticos: año, mes, edad al parto, número de parto y el efecto genético del grupo racial sobre la variación de la producción de leche.

$$Y_{ijklmnop} = \mu + a_i + m_j + t_k + v_l + n_m + g_n + \beta_1 p_{ijklmno} + e_{ijklmnop}$$

Dónde:

$Y_{ijklmnop}$ = producción de leche por lactancia ajustada a 244 días de la vaca "o" cuyo parto ocurrió en el año "a_i" y en el mes "m_j", hija del toro "t_k" y de la vaca "v_l", al número de parto "n_m", a la edad "p_{ijklmno}" y grupo racial "g_n".

μ = media teórica de la población.

a_i = efecto del año de parto "i" (i = 1996, ..., 2011).

m_j = efecto del mes de parto "j" (j = enero, febrero, ..., diciembre).

t_k = efecto del padre "k" (k = 1, 2, ..., 203), normal, independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2_t .

v_l = efecto de la madre "l" (l = 1, 2, ..., 924), normal, independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2_v .

n_m = efecto fijo del número de parto "m" (m = 1, 2, ..., 6 o más)

g_n = efecto del grupo racial (n = g₁, g₂, ..., g₆)

1 = F₁ HOLSTEIN

2 = F₁ PARDO SUIZO

3 = > CEBÚ

4 = > HOLSTEIN

5 = > PARDO SUIZO

6 = INDEFINIDO

p_{ijklmno} = edad de la vaca al parto como covariable, como desviación del promedio.

β_1 = regresiones de $Y_{ijklmnop}$ sobre la edad de la vaca al parto p_{ijklmno} lineal.

e_{ijklmnop} = residual, normal, independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2_e .

Modelo II. Para obtener los componentes de (co)varianzas, el índice de herencia y las proporciones de la varianza fenotípica que se deben al ambiente permanente de la vaca (c²) y al residual (e²), se utilizó un modelo animal univariado a través del conjunto de programas MTDFREML descrito por Boldman y col. [14].

El modelo final para la característica fue:

$$y = X\beta + Za + Wp + e$$

Dónde:

y = vector de observaciones (producción de leche ajustada a 244 días).

X, Z, W = matrices de incidencia conocida.

β = vector de efectos fijos.

a = vector de efectos aleatorios genéticos aditivos.

p = vector de efectos aleatorios del ambiente permanente de la vaca.

e = vector de efectos residuales.

La esperanza matemática del modelo fue:

$$E[y] = X\beta$$

Y la varianza:

$$V[y] = \text{Var} \begin{pmatrix} a \\ Ap \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma^2_a & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma^2_{Ap} \\ 0 & 0 & I\sigma^2_e \end{pmatrix}$$

Dónde:

A = matriz de parentesco I = matriz de identidad

σ^2_a = varianza genética aditiva

σ^2_{Ap} = variancia ambiental permanente

σ^2_e = varianza del residual

La heredabilidad fue calculada a partir de la formula siguiente

$$h^2 = \frac{\sigma^2_a}{\sigma^2_F}$$

Dónde:

h^2 = índice de heredabilidad

σ^2_a = varianza genética aditiva

σ^2_F = varianza fenotípica total

Efectos genéticos y no genéticos sobre la producción de leche

La repetibilidad se calculó con la fórmula siguiente

$$r_i = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{Ap}^2}{\sigma_F^2}$$

Dónde:

r_i = coeficiente de repetición

σ_a^2 = varianza genética aditiva

σ_{Ap}^2 = varianza ambiental permanente

σ_F^2 = varianza fenotípica

1562,26 con un error estándar (et) de 150,06 kg, un valor mínimo de 18,75 kg y un valor máximo de 3741,30 kg, y la no ajustada 1635,29 kg (et = 8,93 kg), la producción de leche a 244 días refleja valores superiores (90,26 Kg) a los valores reportados en la literatura que en promedio no ponderado para los resultados consultados fue de 1472 kg a 244 días de lactancia [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21], muy inferiores a otros reportes [22, 23]. La Tabla II resume los valores de "F" del análisis de varianza sobre las variables objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche promedio ajustada a 244 días de las 3722 observaciones fue de

Tabla II. Análisis de varianza

Efecto	GL ^a	Valor de F	Probabilidad
Año de parto	15	19,50	<0,0001**
Grupo racial	5	23,53	<0,0001**
Número de partos	5	3,74	0,0022*
Mes de parto	11	1,14	0,3254 ^{ns}
Edad en meses	1	3,87	0,0492*

^aGrados de libertad; ns = no significativo; * = significativo (P<0,05); ** = altamente significativo (P<0,0001)

El año de parto, tuvo un efecto altamente significativo (P< 0,0001) en la producción de leche. El mejor año fue 1998 (2059,03 ± 46,01) kg mientras que las producciones más bajas en promedio se reflejan en los años 2002 (1512,48 ± 33,77) kg y 2006 (1526,41 ± 36,27) kg al determinar la diferencia entre el año de mayor y menor producción se tiene que fue de 546,55 kg. Estas diferencias encontradas se pueden relacionar con factores climáticos variantes, cambios en el manejo productivo, fallas en el registro de la información, mejoras ambientales como alimentación y manejo que afectaron notablemente la producción de las vacas [5, 10]. La mejora productiva observada en el año 1998, se asoció con suministro de alimento concentrado y sales minerales, en cantidad y calidad suficientes a los animales en producción.

El efecto grupo racial, fue altamente significativo (P < 0,0001) en la producción de leche. En la literatura, tienden a señalar producciones mayores para animales ½ sangre de herencia europea [7,

21]. En los resultados obtenidos se encontró que el menor promedio de producción de leche ajustada a 244 días fue obtenido de las vacas con mayor e igual proporción Cebú (gr₃) con producciones de 1498,03 kg. Los valores mayores fueron obtenidos por vacas con mayor e igual proporción Holstein (gr₄) con una producción promedio ajustada a 244 días de 1805,09 kg (FIG. 1), seguido de vacas con mayor e igual proporción Pardo Suizo (gr₅) con un promedio de producción ajustada a 244 días de 1751,94 kg, siendo la diferencia entre gr₄ y gr₅ de 53,15 kg. Adicionalmente, vacas del grupo F₁ Holstein (gr₁) mostraron promedios de producción de leche ajustada a 244 días de 1748,94. En el caso de las vacas con mayor e igual proporción Cebú (gr₃) se obtuvieron valores por debajo de los reportados en la literatura [4, 24]. Incremento o disminución de proporciones de genes *Bos taurus*, *Bos indicus* influyen significativamente en la producción lechera.

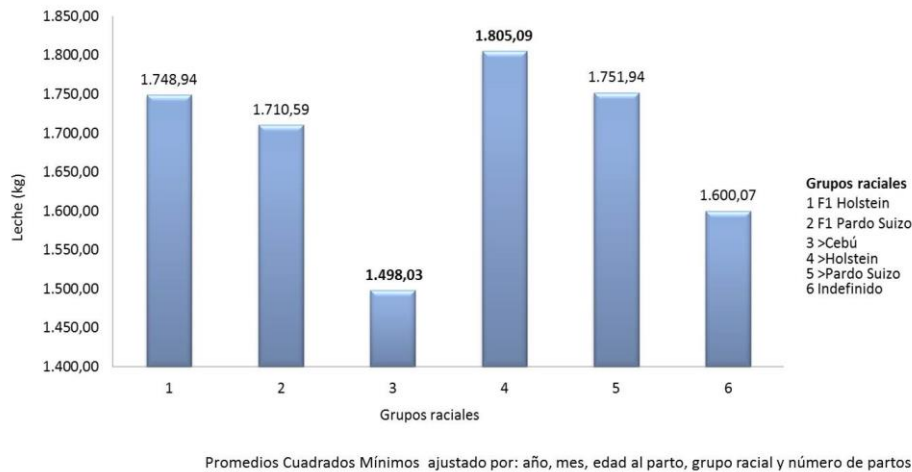


Figura 1. Producción de leche ajustada a 244 días de lactancia por grupo racial.

El efecto número de partos, influyó significativamente ($P < 0,05$) la producción de leche. Se observó la menor producción promedio en el lote de animales ubicados en el primer parto ($1628,87 \pm 37,81$) kg, notándose la mayor producción promedio al quinto parto ($1729,57 \pm 37,12$) kg. Esta diferencia obedece a razones fisiológicas, a medida que se incrementan el número de lactancias existe un desarrollo proporcional de la glándula mamaria. La menor producción de leche observada en la primera lactancia obedece a un inicio fisiológico del sistema mamario, encontrándose el animal aún en crecimiento, donde el tejido mamario secretor no representa la totalidad del que debe mostrar para expresar su máximo nivel productivo, concordado con lo reportado en trabajos de ganadería tropical [3, 5, 25].

El efecto mes de parto, no influyó de manera significativa ($P > 0,05$) en la producción de leche. Se obtuvo la menor producción de leche promedio ajustada ($1641,84 \pm 32,17$) kg durante el mes de noviembre y la mayor producción de leche promedio ajustada ($1730,42 \pm 35,43$) kg durante el mes de marzo. La diferencia entre ambos meses fue de 88,58 kg. Coincide con lo reportado [12, 20] en investigaciones realizadas en latitudes tropicales. La abundancia de pastos en cantidad y calidad, su disposición a los animales en el momento en donde presentan su mejor valor nutritivo, asociado con un régimen de lluvia, que se mantiene uniforme durante todos los meses, con sus excepciones entre años, permite deducir la no significancia del efecto en estudio.

El efecto edad en meses, influyó de manera significativa ($P > 0,05$) en la producción de leche. Indicando que a medida que avanza la edad de las vacas la producción de leche aumenta de manera gradual, hasta un nivel máximo de

producción que es alcanzado a 103 meses de edad, decreciendo luego progresivamente, coincidiendo con [2, 24]. Fisiológicamente la novilla se encuentra en crecimiento cuando reproductivamente corresponde su servicio, manteniendo su crecimiento corporal y acondicionamiento de la glándula mamaria hasta el segundo parto, vacas *Bos taurus* muestran sus mejores rendimientos productivos para leche, durante las primeras tres lactancias consecutivas, contrastando con vacas cebú en donde la mayor producción de leche fue obtenida en vacas de más de 5 lactancias, a pesar de ello se mostró que la duración de la lactancia se redujo en relación a las primeras [4, 5]. El promedio de la edad al servicio del rebaño en estudio fue a los 39 meses, con la edad incrementan, en condiciones normales, el número de partos y consecuentemente el número de lactancias, posteriormente llega a un punto máximo de producción y un descenso consecutivo en la vida productiva del animal, para el caso del rebaño en estudio fue de 103 meses de edad (8,58 años). Publicaciones en ganadería tropical reportan una vida productiva media de vacas entre 9 y 10 años, según su patrón racial [3, 26, 27].

Componentes de varianza y parámetros genéticos

La Tabla III resume los componentes de varianza así como también el estimado de índice de herencia (h^2) de 0,20 y repetibilidad (r_i) de 0,56 para producción de leche. Ambos índices se ubican dentro de los rangos reportados en ganado Holstein especializado: (h^2) 0,25, (r_i) 0,53 [25]; en ganado Guzerat lechero: (h^2) 0,23 [28]; en ganado raza Mambi de Cuba: (h^2) 0,22 [2]; en ganado raza Gyr: (h^2) 0,21, (r_i) 0,51 [27]. Muy por debajo a los obtenidos en rebaños mestizos de doble propósito

Efectos genéticos y no genéticos sobre la producción de leche

en el Estado Zulia: (h^2) de 0,46 en producciones de leche ajustadas a 244 días [26], asociándose estas diferencias a las proporciones de genes de razas especializadas para la producción de leche dentro del rebaño, jugando un gran papel la interacción genotipo x ambiente. Calidad de los datos, modelo matemático y algoritmo para el

cómputo de datos, pueden influir sobre los resultados en los parámetros genéticos. La repetibilidad (r_i) estimada para producción de leche (0,56), indica una correlación positiva entre registros sucesivos de la misma vaca, permitiendo decidir el retiro de vacas a partir de sus primeros registros de producción de leche.

Tabla III. Componentes de varianza y parámetros genéticos

	σ_a^2 ^a	σ_{Ap}^2 ^b	e^2 ^c	σ_F^2 ^d	h^2 ^e	r_i ^f
Producción de leche a 244 Días	55970	101127	118896	275993	0,20±0.006	0.56

^aVarianza genética aditiva; ^bVarianza ambiental permanente; ^cVarianza residual; ^dVariación fenotípica total; ^eÍndice de herencia; ^fCoeficiente de repetición

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La variable P244 fue influenciada de manera importante por factores ambientales y el grupo racial, incrementos en el grado de sangre *Bos taurus* para leche contribuyen con el incremento considerable de la producción láctea, sin embargo efectos ambientales condicionan el desempeño productivo en determinadas épocas del año.

Los efectos no genéticos: año de parto, mes de parto, edad en meses y número de partos influyeron de manera significativa ($P < 0,05$) sobre la variación de la producción de leche ajustada a 244 días en el rebaño en estudio.

El valor obtenido para el índice de herencia, indica que parte de la variación fenotípica para la producción de leche ajustada a 244 días, es por efecto aditivo de los genes, esperándose una respuesta fenotípica intermedia por unidad de tiempo al incluir la producción de leche ajustada a 244 días en la selección.

La repetibilidad estimada para producción de leche ajustada a 244 días, indica una correlación positiva entre registros sucesivos de la misma vaca, permitiendo la eliminación de vacas luego de la obtención de sus primeros registros de producción de leche. Permitiendo un ahorro de tiempo al programa de mejora genética. El valor máximo de la edad productiva de las vacas, se presenta como un posible indicador para justificar el retiro productivo de vacas de igual o mayores a esta edad.

El valor de producción de leche a 244 días ajustada por los efectos del Modelo I podría incrementarse, tomando en consideración mejoras de factores ambientales, favoreciendo la producción de forrajes en cantidad y calidad, así como la adopción e implementación de tecnologías de suplementación y complementación estratégicas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Bodisco B, Cevallos E, Rincón EJ, Mazarri G, Fuenmayor YC. Efectos de algunos factores ambientales y fisiológicos sobre la producción de leche de vacas Holstein y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. *Agron Trop* 1971; 21:549-563.

[2] Hernández AR, Ponce de León M, Guerra D, García SM. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en lactancias de vacas Mambi de Cuba. *Arch Zoot* 2011; 30: 60-67.

[3] Cobuci J, Euclides R, Teodoro R, Da Silva R, Sávio P, De Almeida M. Aspectos genéticos y ambientales de la curva de lactancia de vacas de la raza Guzerat. *Rev Brasil Zoot* 2001; 30: 1204-1211.

[4] Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) Ganado de Leche. Programa Nacional de Mejoramiento de Guzerat para leche. Resultados de test de progenie, del programa de mejoramiento genético de cebuinos de ABC y de núcleos MOET 2011; 144:11-12.

[5] Do Nascimento A, Correia P, Freitas R, Patto L, De Lima D. Desempeño productivo lechero en vacas Guzerat. *Rev Verde Agroecol Desarrll Sustent* 2009; 4:85-89.

[6] Valle A, Moura FA. Herencia de los principales parámetros productivos y reproductivos en vacas mestizas (5/8 Pardo Suizo-3/8 Criollo) Tipo Carora. *Rev Zoot Trop* 1986; 4:49-65.

[7] Vaccaro RD, Enjoy G, Sabaté C. Curvas de lactancia de vacas Carora y cruzadas Holstein

Friesian x Brahman. Rev Científ FCV-UCV 1999; 40: 37-44.

[8] Soto Belloso E. La ganadería de doble propósito en Venezuela. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2004.

[9] Programa Integral de Desarrollo Lechero (PIDEL). Caracterización Ganadera Nacional. 2017. En Línea: <http://www.observatoriolacteo.org/>

[10] Tovar A. Factores genéticos y no genéticos que afectan el intervalo entre partos y la producción de leche en vacas doble propósito. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay 2009; 74-78.

[11] Ewel J, Madriz A. Tosi J. Zonas de vida Venezuela. Segunda edición. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela 1976; 270-275.

[12] Vaccaro L. Un programa genético simple para para rebaños doble propósito. En: III Cursillo de Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela 1987; 25-46.

[13] SAS. User's Guide: Statistics. Ver 8.0 SAS Inst. Inc., Cary NC, USA. 1999.

[14] Boldman KG., Kriese LA, Van Vleck D, Van Tassell CP, Kachman SD. A Manual for use of MTFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). USDA. ARS. 1995; 114-130.

[15] Ferrer J, Vaccaro L, Vaccaro R. Estimación de la producción de leche en bovinos de doble propósito a partir de muestras tomadas de distintos intervalos de tiempo. Informe Anual del Instituto de Producción Animal 1990-1991. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía 1991; 107-108.

[16] Khali R, Vaccaro L, López A, Vaccaro R, Verde O. Cambios en los niveles productivos en rebaños integrantes de un proyecto de genética de bovinos de doble propósito. Arch. Latinoam Prod. Anim 1997; 1:515-517.

[17] Pino T, Martínez G, Galíndez R, Castejón M, Tovar A. Efecto del grupo racial y algunos factores no genéticos sobre la producción de leche e intervalo entre partos en vacas de doble propósito. Rev. Científ. FCV-UCV 2009; 50:93-104.

[18] Vaccaro R, Vaccaro L, Verde O. Interacción genotipo x ambiente en ganado doble propósito. En Plasse, D. (ed). X Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela 1994; 119-134.

[19] Vaccaro L, Mejías H, Pérez A. Factores genéticos y no genéticos que afectan la producción de bovinos de doble propósito. Seminario Internacional de Estrategias de Mejoramiento Genético en la Producción Bovina Tropical, Medellín, Colombia 1995; 70-79.

[20] Vaccaro L; Mejías H, Pérez A. Correlations between first and successive records on four traits as basis for culling dual purpose cattle. Livest Res Rural Develop 1996; 8:55-59.

[21] Vaccaro L, Pérez A, Mejías H, Khalil R, Vaccaro R. Cuantificación de la interacción genotipo ambiente en sistemas de producción con bovinos doble propósito. Informe anual del Instituto de Producción Animal 1996-1997. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía 1997; 104-105.

[22] Galíndez R. Factores genéticos y ambientales que afectan las características productivas de un rebaño de doble propósito. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela 1995; 31-36.

[23] López J, Vaccaro L. Comportamiento productivo de la raza Holstein Friesian comparada con la Pardo Suizo en cruzamiento con cebú en rebaños venezolanos de doble propósito. Zoot Trop 2002; 20:397-414.

[24] Colina J, Verde O, Hahn M, Barrios D. Comportamiento productivo de un rebaño Holstein puro bajo condiciones tropicales. Rev Científ FCV-UCV 2000; 41:25-32.

[25] De Abreu DJ, Borquis RR, Araujo FR, Cabral RR, Jiménez AE, Manrique GW et al. Estudio de efectos ambientales y genéticos que influyen en la producción de leche y duración de lactación en bovinos de raza Guzarat. Livest Res Rural Develop 2011; 23:7-12.

[26] Aranguren-Méndez J, Román-Bravo R, Villasmil-Ontiveros Y, Yáñez-Cuellar F. Evaluación genética de la ganadería mestiza de doble propósito en Venezuela. Arch. Latinoam. Prod. Anim 2007; 15: 1-6.

[27] Balieiro ES, Pereira JC, Valente J, Verneque RS, Balieiro JC, Ferreira WJ. Estimativas de parâmetros genéticos e de tendências fenotípica, genética e de ambiente de algumas características produtivas da raça Gir Leiteiro. *Arquiv Brasil Med Vet Zoot* 2000; 52:3-8.

[28] Peixoto MG, Verneque RS, Pereira MC, Penna VM, Machado CH, Machado MA et al. Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para leite: resultados do Teste de Progênie, do Arquivo Zootécnico Nacional e do Nucleio MOET. *Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite* 2010; 60-67.