

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL
MARACAY

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS F₁ HOLSTEIN-BRAHMAN EN
UN REBAÑO LECHERO: CRECIMIENTO, EFICIENCIA REPRODUCTIVA,
PRODUCCIÓN DE LECHE Y CAUSAS DE ELIMINACIÓN**

Ing. en Prod. Anim. HUMBERTO DÍAZ OSORIO

Tutor: PROF. RAFAEL ROMERO B.

Asesores: PROF. OMAR VERDE – PROF. GONZALO MARTÍNEZ

MARACAY FEBRERO DE 2017

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS F₁ HOLSTEIN-BRAHMAN EN
UN REBAÑO LECHERO: CRECIMIENTO, EFICIENCIA REPRODUCTIVA,
PRODUCCIÓN DE LECHE Y CAUSAS DE ELIMINACIÓN**

Ing. en Prod. Anim. HUMBERTO DÍAZ OSORIO

Trabajo de grado sometido a la consideración de las comisiones de Postgrado de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias como requisito para optar al grado de:

Magíster Scientiarum

Tutor: PROF. RAFAEL ROMERO

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL
MARACAY**

Maracay, febrero de 2017

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	5
II. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos específicos	7
III. REVISIÓN DE LITERATURA	8
3.1 Sistemas de Producción de leche en Venezuela	8
3.2 Cruzamiento de dos razas (producción de animales F ₁)	9
3.3 Comportamiento productivo de vacas F ₁ Holstein-Brahman	12
a. Ganancia diaria de peso	13
b. Intervalo entre partos y edad al primer parto	14
c. Producción de leche, producción por día de intervalo entre partos y duración de la lactancia	15
3.4 Factores no genéticos que afectan el crecimiento, la eficiencia reproductiva y la producción de leche en vacunos	17
a. Año de nacimiento o año de parto	18
b. Época de parto o mes de nacimiento	18
c. Edad de la madre al parto	19
3.5 Causas de eliminación	20
3.6 Valor relativo de peso promedio al destete	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1 Unidad de producción	23
a. Ubicación y extensión	23
b. Condiciones ambientales	23
c. Manejo	25

4.2 Datos	28
4.3 Caracteres	29
4.4 Distribución de frecuencias	30
4.5 Análisis estadístico	32
V. RESULTADOS	37
5.1 Estadística descriptiva	37
5.2 Análisis de varianza	38
a. Producción de leche corregida a los 244 días (PL244)	41
b. Intervalo entre partos (IEP)	44
c. Producción de leche por día de intervalo entre partos (PDIEP)	47
d. Edad al primer parto (EPP)	50
e. Ganancia día de peso predestete (GDP)	52
5.3 Causas de eliminación de vacas del rebaño	54
a. Generalidades	54
b. Según el número de lactancia de la F ₁	56
5.4 Relación entre el valor relativo del peso promedio al destete de las madres Brahman (VRP) y la producción de leche promedio por lactancia de sus hijas F ₁	57
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
VII. BIBLIOGRAFÍA	61

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°		Pág.
1	Promedios para intervalo entre partos (IEP) y edad al primer parto (EPP) reportados en diferentes grupos raciales generados en el trópico	15
2	Promedios para Producción total de leche por lactancia (PTOTAL) y Duración de la lactancia (DL) reportados en diferentes grupos raciales generados en el trópico	16
3	Promedios para producción de leche a 244 días (PL244) y por día de intervalo entre partos (PDIEP) reportados en diferentes grupos raciales generados en el trópico	17
4	Causas y cantidad de observaciones eliminadas para todas las variables	28
5	Causas y cantidad de observaciones eliminadas en cada variable	29
6	Distribución de frecuencias y sus porcentajes para PL244, IEP, PDIEP, EPP y GDP para los efectos simples y las interacciones estadísticamente significativas	31
7	Estadística descriptiva para todas las variables	37
8	Resumen de los análisis de variancia para PL244, IEP y PDIEP	40
9	Resumen de los análisis de variancia para EPP y GDP	40
10	Estatus, número, porcentaje y causas de eliminación de F ₁	55
11	Vacas activas, muertas y eliminadas según el número de lactancia	57
12	Correlación entre VR-PTOTAL, VR-PL244 y VRP	58
13	Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos AP, EP, EPOP, AP*EPOP y EP*EPOP para PL244	74
14	Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos AP, EP, EPOP y AP*EPOP para IEP	75
15	Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos AP, EP, EPOP y AP*EP para PDIEP	76
16	Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos EM, MN, AN y AN*MN para EPP	77
17	Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos EM, MN y AN para GDP	78

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1	Distribución de la precipitación promedio mensual (2008 al 2013)	24
2	Efecto de Año de parto sobre PL244 para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	41
3	Efecto de la Época de parto sobre PL244 para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	42
4	Efecto de la interacción AP*EPOP sobre PL244 para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	43
5	Efecto de EPOP*EP sobre PL244 para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	44
6	Efecto de AP sobre IEP para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	45
7	Efecto de la edad al parto sobre IEP para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	46
8	Efecto de la interacción AP*EPOP sobre IEP para un rebaño de vaca F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	47
9	Efecto de Año de parto sobre PDIEP para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	48
10	Efecto de la Época de parto sobre PDIEP para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	49
11	Efecto de la interacción AP*EP sobre PDIEP para un rebaño de vaca F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	50
12	Efecto de Año de nacimiento sobre EPP para un rebaño de vaca F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	51
13	Efecto de la interacción AN*MN sobre EPP para un rebaño de vaca F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	52
14	Efecto de Edad de la madre al parto sobre GDP para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	53
15	Efecto del Año de nacimiento sobre GDP para un rebaño de vacas F ₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes	53

DEDICATORIA

De forma especial, a Dios que me ha permitido estar donde estoy y a mi hermosa familia que es la base sobre la cual me sustentó.

A mis amigos y amigas que con el pasar de los años se han convertido en parte esencial de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Cumplir con este objetivo es la materialización de un arduo trabajo que implica tiempo y esfuerzo no solo mío, sino de una gran cantidad de personas. Especialmente quiero agradecer a todo el personal de la Cátedra de Genética FCV-UCV, a Luis Camaripano, a los asesores Dr. Gonzálo Martínez y Dr. Omar Verde y especial mención al Dr. Dieter Plasse quien estuvo al inicio de esta carrera que hoy tiene un punto y seguido.

También quiero agradecer a todo el personal del Hato que de alguna u otra forma estuvo involucrado en la obtención de los datos. Y finalmente al Prof. Rafael Romero (Tutor) quien estuvo desde el inicio guiando con gran dedicación el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

Se estudió una población de vacas F₁ Holstein-Brahman pertenecientes a un rebaño lechero ubicado en el estado Cojedes, con el objetivo de caracterizar su crecimiento, eficiencia reproductiva, producción de leche y causas de eliminación, usando para ello los caracteres: Ganancia diaria de peso promedio predestete (GDP), Edad al primer parto (EPP), Producción de leche (PTOTAL y PL244), Duración de la lactancia (DL), Intervalo entre partos (IEP) y producción por día de IEP (PDIEP), analizados mediante estadística descriptiva y análisis de varianza para determinar qué factores no genéticos los afectan. Las causas de eliminación de vacas se analizaron por medio de un análisis descriptivo y se midió la correlación existente entre el valor relativo de producción de leche (VRPTOTAL y VRPL244) de las F₁ y el valor relativo promedio del peso al destete de sus madres Brahman (VRP). Para los análisis se contó con 1279 observaciones para PTOTAL, PL244 y DL, 836 para IEP y PDIEP, 565 y 323 para EPP y GDP respectivamente, 774 para causas de eliminación y 581 para hallar la correlación VRPTOTAL/PL244-VRP. La estadística descriptiva y la correlación VRPTOTAL/PL244-VRP fueron realizadas mediante el paquete estadístico Statistix® y el análisis de varianza mediante la metodología de máxima verosimilitud (ML), utilizando el paquete estadístico SAS® (Littell *et al.*, 2002) con un modelo lineal aditivo con efectos fijos y aleatorios. Los efectos fijos incluidos fueron: año de nacimiento (AN), edad de la madre al parto (EM/EP), mes de nacimiento (MN), año de parto (AP), Época de parto (EPOP), variando cada modelo con algunas interacciones. El efecto padre fue incluido como aleatorio en los modelos de PL244, PDIEP y GDP. Para IEP se incluyó la covariable PTOTAL. Fue realizada una prueba de Tukey a las medias ajustadas de los efectos significativos. Los promedios ajustados obtenidos fueron: 2613,1 kg para PL244, 378,2 d para IEP, 8,4 kg/día para PDIEP, 27,6 meses para EPP y 0,800 kg para GDP. En el caso de PTOTAL y DL los promedios no ajustados fueron 3148,9 kg y 243,0 d, respectivamente. El AP afectó (P<0,01) a PL244, IEP y PDIEP, la EP sólo afectó (P<0,01) al IEP, mientras que la EPOP afectó (P<0,01) a PL244 y PDIEP. Las interacciones AP*EP y EP*EPOP afectaron (P<0,05) a PDIEP y PL244 respectivamente, mientras que AP*EPOP afectó (P<0,01) tanto a PL244 como a IEP. Para EPP y GDP se obtuvo que el AN tuvo efecto (P<0,01) para ambos caracteres, EM sólo afectó (P<0,05) a GDP y por último la interacción AN*MN afectó (P<0,05) a EPP. Se encontró que de todas las hembras que han entrado al rebaño de ordeño se ha eliminado el 36,4 %, siendo las causas más importantes la baja producción de leche, la mastitis y la baja eficiencia reproductiva, por otra parte se observó que más del 60 % de las eliminaciones fueron en vacas con dos lactancias o menos. Las correlaciones entre VRPTOTAL/PL244 y VRP, fueron cercanos a cero (0,0645 y 0,0879, respectivamente) siendo significativa estadísticamente sólo la correlación entre VRP244 y VRP. Las hembras F₁ Holstein-Brahman estudiadas presentaron comportamiento aceptable para las condiciones en las cuales se encuentran produciendo. Valores tanto de producción de leche así como reproductivos son iguales o superiores a otros reportados en la literatura. Sin embargo, para aprovechar ese potencial es necesario suministrar condiciones adecuadas para su correcto desarrollo y durante su etapa productiva, ya que, además de ser un genotipo altamente productivo, es igualmente exigente y susceptible a cambios ambientales.

Palabras clave: F₁, ganancia de peso, causas de eliminación, intervalo entre partos, factores no genéticos.

ABSTRACT

A population of F₁ Holstein-Brahman cows belonging to a dairy herd located in Cojedes state was studied, aiming to characterize their growth, reproductive efficiency, milk production and elimination causes, using the following characteristics: pre-weaning daily weight gain (GDP), milk production (PTOTAL and PL244), lactation duration (DL), calving interval (IEP) and production per day of IEP (PDIEP), analyzed using descriptive statistics and analysis of variance to determine which non-genetic factors affect them. The causes of cows elimination by descriptive analysis and also the correlation between the relative value of milk production (VRPTOTAL and VRPL244) of F₁ females and the average relative value of weaning weight of the Brahman cows (VRP). For the analyzes, 1279 observations were used for PTOTAL, PL244 and DL, 836 for IEP and PDIEP, 565 and 323 for EPP and GDP respectively, 774 for elimination causes and 581 for VRPTOTAL/PL244-VRP correlation. The descriptive statistics and the VRPTOTAL/PL244-VRP correlation were performed using the Statistix® statistical package and the analysis of variance using the maximum likelihood (ML) methodology, using the SAS® statistical package (Littell et al., 2002) with an additive linear model with fixed and random effects. The fixed effects included in the models were: year of birth (AN), age to calving (EM/EP), month of birth (MN), year of birth (AP), season of birth (EPOP), varying each model with some interactions. The bull father effect was included as random in the PL244, PDIEP and GDP models. In the IEP model the PTOTAL covariate was included. A Tukey test was performed on the adjusted means of significant effects. The adjusted means obtained were: 2613.1 kg for PL244, 378.2 d for IEP, 8.4 kg/day for PDIEP, 27.6 months for EPP and 0,800 kg for GDP. In the case of PTOTAL and DL the unadjusted means were 3148.9 kg and 243.0 d, respectively. The AP affected (P <0.01) to PL244, IEP and PDIEP, the EP only affected (P <0.01) the IEP, while the EPOP affected (P <0.01) to PL244 and PDIEP. The AP*EP and EP*EPOP interactions affected (P <0.05) both PDIEP and PL244 respectively, whereas AP*EPOP affected (P <0.01) both PL244 and IEP. For EPP and GDP it was obtained that the AN had effect (P <0.01) for both characters, EM only affected (P <0.05) to GDP and finally the interaction AN*MN affected (P <0.05) to EPP. It was found that 36.4 % of the females entering the milking herd were eliminated, being the most important the low milk production, mastitis and low reproductive efficiency. It was observed that more than 60 % of the eliminations were in cows with two lactations or less. The correlation values between VRPTOTAL/PL244 and VRP obtained were close to zero (0.0645 and 0.0879, respectively), being statistically significant only the correlation between VRP244 and VRP. The results indicate that the F₁ Holstein-Brahman females studied presented acceptable behavior for the conditions in which they are producing, since the values of both milk production and reproductive efficiency are equal to or higher than other values reported in the literature. However, to be able to take advantage of this potential, it is necessary to provide adequate conditions for its proper development and during its productive stage, to being highly productive, it is equally demanding and susceptible to environmental changes.

Key words: F₁, weight gain, elimination causes, calving interval, non - genetic factors.

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de producir alimentos es cada día mayor a nivel mundial, por una parte debido al déficit que actualmente existe y que provoca que una parte importante de la población no ingiera el alimento mínimo para satisfacer sus necesidades y, por otro lado, debido al incremento incesante de la población, que hoy en día se estima en alrededor de 7 mil millones de personas (Crosette, 2011). Si a esta situación se le adiciona que la disponibilidad de tierras para los cultivos y la cría de animales para el consumo se encuentra estancada, se detecta la necesidad urgente de producir alimentos de una forma mucho más eficiente, a menor costo y utilizando los recursos disponibles con el menor impacto ambiental posible.

En el caso de la proteína de origen animal, es conocido que la carne y la leche proveniente de bovinos ocupan un lugar importante en la alimentación de la población mundial y por supuesto de Venezuela, y el no tan reciente incremento en el consumo en algunos países como China e India ha limitado la disponibilidad de la leche a nivel mundial, modificando también los precios hacia el alza (Rosales y Kuwayama, 2007).

Aunado a ello, y particularmente en el caso de la producción de leche con bovinos, en las regiones tropicales incluyendo a Venezuela, es generalizada la poca eficiencia desde el punto de vista biológico y económico que existe en los sistemas dedicados a este rubro, por lo que muchas veces los países son incapaces de abastecer su mercado interno. Este panorama poco alentador sirve de base para realizar esfuerzos conducentes a mejorar la eficiencia de los sistemas de producción pecuarios donde la leche es un producto importante, sean estos sistemas de doble propósito o dedicados principalmente a la producción de leche.

Una de las estrategias que está siendo utilizada por algunos ganaderos es la producción de leche con animales cruzados, generados a partir de vacas de razas cebuínas como Brahman o Gyr apareadas con toros de razas *Bos taurus* especializadas en la producción de leche como Holstein, Jersey, Pardo Suizo o Carora. Una de las proporciones raciales más frecuente producto de dichos cruces son los animales $\frac{1}{2}$ *Bos taurus* – $\frac{1}{2}$ *Bos indicus*, genotipo que ha demostrado que en condiciones tropicales tiene ventajas sobre individuos contemporáneos

de las razas puras para una mayor producción de leche y mejor desempeño reproductivo que la raza *Bos indicus* y que la raza *Bos taurus*, respectivamente (Vaccaro, 1987).

Desde el punto de vista genético, se atribuye esta mejora al incremento en la variabilidad causada por los efectos genéticos no aditivos, que puede ser medida fenotípicamente a través de la heterosis (Warwick y Legates, 1980); sin embargo debido a la poca adaptación que tienen los animales *Bos taurus* a las condiciones tropicales, se dificulta su evaluación para la adecuada comparación con los animales cruzados (Plasse, 2000). A pesar de ello, se evidencia una superioridad en caracteres de importancia económica por parte de los animales F₁ sobre las razas que si están adaptadas a las condiciones tropicales, como las razas *Bos indicus* y animales Criollo (Vaccaro y López, 1994).

Actualmente el uso de bases de datos de mediciones de fenotipo de los caracteres de importancia económica y el pedigrí para calcular los valores genéticos constituyen la base fundamental para identificar los animales genéticamente superiores y se espera que en un futuro cercano siga siendo así, sin descartar mejoras en los métodos de ponderación económica de dichas características, el uso de nuevas herramientas de análisis, optimización de algoritmos genéticos y el desarrollo de métodos para incorporar la información genómica (Montaldo y Barria, 1998); por lo que la toma de información a nivel de campo de cada uno de los caracteres susceptibles de mejorar es de gran importancia para la evaluación del comportamiento productivo de los animales.

En vista de todo lo señalado, surge la necesidad de caracterizar el comportamiento productivo de vacas F₁, en este caso particular en una finca donde las condiciones de producción han sido mejoradas y el nivel tecnológico es relativamente alto comparados con otros sistemas de producción de leche, y así poder realizar aportes sobre el comportamiento productivo de este grupo genético con el fin de conocerlo mejor y facilitar las decisiones sobre su utilización.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar el crecimiento, la eficiencia reproductiva, la producción de leche y las causas de eliminación de vacas F₁ Holstein-Brahman de un rebaño lechero en un hato del estado Cojedes.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el crecimiento pre-destete de las hembras F₁ mediante la ganancia diaria de peso predestete.
2. Caracterizar la eficiencia reproductiva y la producción de leche de las vacas F₁ mediante: edad al primer parto, intervalo entre partos, producción de leche por lactancia corregida a 244 días y con el carácter compuesto producción de leche por día de intervalo entre partos.
3. Identificar y cuantificar los efectos no genéticos que afectan el crecimiento, la producción de leche, la eficiencia reproductiva y la producción de leche por día de intervalo entre partos de las vacas F₁.
4. Describir las causas de eliminación del rebaño de las vacas F₁.
5. Determinar la asociación que existe entre el valor fenotípico utilizado para medir habilidad materna en la vaca Brahman y la producción de leche de sus hijas F₁.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Sistemas de producción de leche en Venezuela

En Venezuela, los sistemas de producción animal con bovinos están dirigidos a la producción de carne, leche o de ambas simultáneamente (sistemas doble propósito), siendo éstos últimos los responsables de generar una gran proporción de la carne y la mayor parte de la leche que se produce en el país (Plasse, 1992) y que se caracterizan por una alta variabilidad dentro de sus componentes.

Existe una clasificación elaborada por Plasse (1992) donde se enumeran cinco diferentes tipos de sistemas de producción con bovinos: leche-carne, carne-leche, cría para carne, levante y ceba y centros genéticos; basado en características como: sus productos, el ritmo de rotación del capital, la calidad de los suelos, cantidad y calidad de la mano de obra, etc. La producción de leche está concentrada en los dos primeros sistemas y en menor cantidad en los centros genéticos, y de manera muy importante con el sistema de leche-carne (doble propósito) que es, además, el sistema de mayor estabilidad económica, ya que genera varios productos y es más flexible en su respuesta a cambios relativos de precios para leche y carne. Esto coincide con un enfoque planteado por Preston (1976) donde enfatiza la necesidad de considerar estos productos en forma conjunta.

La alta variabilidad a la que se hace referencia está dada por la inexistencia de paquete tecnológico adecuado para los sistemas doble propósito y se caracterizan por la venta de carne, leche líquida o queso y se encuentran localizados predominantemente en zonas bajas, comúnmente basados en el pastoreo con escasa o ninguna suplementación alimenticia. En ellos predomina el uso de animales producto de cruces indeterminados entre razas *Bos taurus* x *Bos indicus*, el ordeño puede ser estacional, sin patrón constante y con diferentes modalidades de amamantamiento y generalmente no se cuenta con programas de asesoramiento técnico ni programa genético (ALPA, 1988).

Sin embargo, aunque menos comunes, han existido también sistemas de producción donde la leche es el principal producto a generar, los cuales durante la segunda mitad del siglo XX se caracterizaban por explotar razas puras especializadas para la producción de

leche como la Holstein o Pardo Suizo, que son altamente exigentes, por lo que requerían del uso de forrajes de alta calidad y de grandes cantidades de alimento concentrado. El ordeño se realizaba sin la presencia de los becerros, los cuales se sacrificaban al nacer o se criaban artificialmente y los niveles de producción de leche podían alcanzar los 4000 kg por lactancia; todas estas características determinaban que mantener este tipo de sistema fuera muy costoso, además de crear una alta dependencia por insumos que muchas veces eran importados, por lo que su sostenibilidad resultó ser muy baja y prácticamente han quedado limitados a las zonas altas (Álvarez *et al.*, 1980). Este tipo de sistemas ha sido clasificado por algunos autores como intensivo especializado (ALPA, 1988)

Debido a esta problemática, una gran proporción de los sistemas de producción de leche está orientada al uso de animales menos exigentes, mestizos de varias razas producto de apareamientos no sistemáticos entre animales *Bos taurus* x *Bos indicus*, cuyo uso ha demostrado ser más rentable tomando en cuenta las condiciones del clima y disponibilidad de alimento del trópico (Holmann *et al.*, 1990; Holmann 1992).

Actualmente, dentro de la amplia variedad de este tipo de sistemas existe una creciente tendencia a ordeñar únicamente vacas F₁, producidas con semen importado de toros *Bos taurus* y vacas *Bos indicus* originadas en rebaños donde se practican técnicas de mejoramiento genético. Algunas experiencias se han dado durante los últimos años en rebaños ubicados en el suroeste del país, como lo describen Montoni *et al.* (2010), como también es el caso de otras fincas ubicadas en la misma región donde gracias a la incorporación de los animales F₁, el uso racional de la tecnología alimentaria y gerencia moderna de la unidad de producción, se ha logrado incrementar la productividad por un factor de 3 a 4 veces la producción promedio nacional (Padilla y Chacón, 2006).

3.2 Cruzamiento de dos razas (producción de animales F₁)

Entre las estrategias utilizadas para realizar mejoramiento genético animal se encuentran los sistemas de apareamiento, dentro de los cuales existen varios tipos, así como diferentes formas de aplicación. Existe una clasificación general que permite dividirlos en dos grandes grupos: apareamientos de individuos que pertenecen a una misma población o

raza y apareamientos entre individuos de diferentes poblaciones o razas. Estos últimos también llamados cruzamientos (Plasse y Salom, 1969).

La decisión de utilizar un sistema de apareamiento determinado viene dada por el objetivo del sistema de producción, las condiciones ambientales y la disponibilidad de animales para ser utilizados como parte del sistema. En el caso particular de los sistemas de producción de leche o doble propósito en la región tropical, debido a las condiciones de temperatura, humedad, calidad y cantidad de alimento, presencia de patógenos, etc., las razas europeas especializadas en producción de leche no se han desempeñado bien, debido a la poca adaptación a dichas condiciones, lo que se refleja en una baja eficiencia productiva (Vaccaro, 1979; Vaccaro y Steane, 1990), por lo que su utilización masiva como razas puras o en alto grado de mestizaje europeo no ha sido conveniente, salvo en algunas zonas altas o en sistemas intensivos, pero en los que se requiere de grandes cantidades de insumos (Wilkins *et al.*, 1979).

En vista de esta situación, desde hace mucho tiempo se ha recomendado usar estas razas lecheras de origen templado (*Bos taurus*) para ser cruzadas con razas *Bos indicus* y así combinar las características favorables de cada grupo racial, procurando aprovechar el potencial para mayor producción de leche y crecimiento del *Bos taurus* y la adaptabilidad y resistencia a las condiciones tropicales propias del *Bos indicus* (Preston, 1977; Cunningham y Syrstad, 1987; Vaccaro, 1987), siendo recomendable utilizar animales de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de herencia *Bos taurus* para ser usados en sistemas mejorados y por debajo de $\frac{1}{2}$ *Bos taurus* para sistemas con un manejo menos tecnificado.

El cruzamiento entre razas puede contribuir a mejorar las características de importancia económica como eficiencia reproductiva, sobrevivencia, crecimiento (peso a diferentes edades) y habilidad materna, entre otras. Los cruces entre animales *Bos taurus* y *Bos indicus* en regiones tropicales pueden ser una vía expedita para mantener en los rebaños efectos genéticos aditivos y no aditivos, tanto para la producción de leche como de carne (Aranguren y Yañez, 2005). Sin embargo, las experiencias recogidas hasta el momento indican que la superioridad que pueden presentar animales producto de un cruce de este tipo está supeditada a las mejores condiciones de alimentación y sanidad, ya que son genotipos con mayor grado

de exigencia que las poblaciones puras de ganado *Bos indicus* o ganado Criollo (Vaccaro, 1987).

Lo anteriormente descrito se ha realizado durante muchos años en diferentes sistemas de producción con diversos propósitos, en algunos de manera desorganizada y sin planificación, introduciendo material genético *Bos taurus* en poblaciones nativas, por lo que se han generado poblaciones conformadas por animales mestizos, en las que no se conoce la composición genética de los individuos (Madalena, 2002; Aranguren y Yañez, 2005), generando así rebaños doble propósito que producen una cantidad de leche por encima del promedio nacional, pero que siguen siendo susceptibles de ser ampliamente mejorados (Vaccaro *et al.*, 1985a).

No obstante, existe otra forma de aplicación de los apareamientos que permiten conocer efectivamente la composición racial de los animales que se obtienen. Ese es el caso del cruce de dos razas para la producción de animales F₁, que poseen 50 % los alelos de cada raza incluida y ha sido descrita como la proporción ideal (Vaccaro, 1990). A su vez, se debe tener en cuenta que el sistema de apareamiento que se implemente en un sistema de producción vacuno debe tener ciertas características para que su aplicación sea viable, como son: fácil implementación, estabilidad en la proporción de genes requerida, además de permitir una máxima eficiencia reproductiva y expresar los beneficios genéticos esperados.

También es necesario mencionar algunas desventajas de la producción de animales F₁, partiendo del hecho que es un sistema de cruzamiento discontinuo, que no produce sus hembras de reemplazo y en el que, además, se necesita de dos poblaciones o razas diferentes en las cuales seleccionar los animales que se van a aparear. En condiciones tropicales se han tenido experiencias exitosas al utilizar hembras de razas *Bos indicus* servidas con machos *Bos taurus*, bien sea con toros de razas Criollo adaptadas o con razas foráneas a través de la inseminación artificial (Plasse, 2000). Para esto, se requieren inversiones adicionales en tecnologías para poder generar los F₁ que muchas veces no están disponibles o que no resultan rentables, además de las complicaciones de manejo que se pueden presentar al necesitar más de un rebaño. Si bien es cierto que una alternativa es comprar las hembras F₁ disponibles en el mercado, éstas resultan costosas para la gran mayoría de los ganaderos y muchas veces su calidad genética puede estar en duda. Por otro lado, es necesario acotar que

existen en nuestro país sistemas de producción de carne de un alto nivel tecnológico, con rebaños *Bos indicus* que han sido sometidos a un proceso de mejoramiento genético durante varios años y donde se dispone de vacas de alto valor genético que pueden ser utilizadas para la producción de hembras F₁.

3.3 Comportamiento productivo de vacas F₁ Holstein-Brahman

Salvo en sistemas con un nivel bajo de manejo, los animales cruzados europeos x cebú han demostrado superioridad sobre otros genotipos bajo un rango amplio de condiciones (Vaccaro y López, 1994), lo que ya desde hace algún tiempo fue señalado por otros autores como Muñoz y Martín (1969), Plasse (1983) y Tewolde (1988), que hablaban de mejora en los caracteres de crecimiento y fertilidad. Se ha comprobado que los animales F₁ tienen un comportamiento productivo superior en sistemas de producción de leche o doble propósito sobre animales mestizos o de razas *Bos indicus*, siempre y cuando existan unas condiciones ambientales mejoradas que permitan expresar ese potencial (Vaccaro, 1987; Cárdenas y Parra, 2012).

Sin embargo, todavía existe alrededor de ese hecho algunas interrogantes, como por ejemplo: ¿Qué razas y qué animales se deben utilizar para producir los F₁? ¿Cómo debe ser el método de crianza de las hembras para poder ser utilizadas correctamente en el sistema de ordeño? ¿Cuál debe ser el manejo adecuado básico para poder explotar el potencial de estos animales? ¿Cuál es el comportamiento productivo de ese genotipo? ¿Qué hacer con los machos F₁ generados? ¿Con qué genotipo aparear las hembras F₁? etc.

Debido a esta cantidad de dudas que surgen, es necesario continuar con un trabajo que se ha iniciado desde hace algunos años y que tiene por objeto mejorar la eficiencia en los sistemas de producción de leche mediante el uso de animales cruzados. En ese sentido, además del carácter producción de leche, es conveniente medir y evaluar otros caracteres como el crecimiento, la eficiencia reproductiva y la sobrevivencia.

a. Ganancia diaria de peso

Una definición hecha por Trenkle y Marple (1983) establece que el crecimiento es el cambio observado en el peso corporal de los animales por unidad de tiempo, que puede ser graficado, generando curvas que describen su comportamiento, observando al individuo como un todo o también generando diversas curvas de crecimiento específicas para diferentes tejidos, como músculo o hueso. A partir del conocimiento de la dinámica del crecimiento, se ha tratado de clasificarlo en diferentes etapas, cada una con características específicas desde el punto de vista nutricional, fisiológico y tisular (número y tamaño celular). Autores como Hafez (1963) dividieron el crecimiento en prenatal y postnatal, existiendo dos tipos dentro de cada uno de ellos, la fase embrionaria y fetal y la fase pre y postdestete, respectivamente.

Asimismo, el crecimiento es una característica importante para un sistema de producción bovino, fácil de medir en campo y que se ha demostrado en numerosos trabajos de investigación que posee una variabilidad genética que permite obtener una adecuada respuesta al proceso de selección en un tiempo razonable (Aranguren *et al.*, 2006; Arias *et al.*, 2007). Por ello, su inclusión en un plan de mejoramiento genético resulta conveniente tanto en sistemas de producción de carne así como doble propósito o incluso en sistemas de producción de leche, debido a que un mayor nivel de crecimiento trae como consecuencia que se alcanza la pubertad a una edad más temprana y esto se traduce en animales disponibles con mayor prontitud para iniciar su etapa reproductiva (Plasse, 1988).

En vacunos, la forma de medir el crecimiento es básicamente a través del registro de los pesos a diferentes edades desde el momento del nacimiento hasta la edad al sacrificio y/o calcular la ganancia diaria de peso en cualquiera de las etapas a lo largo de su vida para ser usado como indicador del mismo.

Particularmente los datos que han sido reportados demuestran un crecimiento más rápido de los animales F₁, consiguiendo pesos adecuados para comenzar la etapa reproductiva antes que animales puros y animales mestizos. Es por ello que valores promedio de pesos al destete hasta de 193 kg (Vaccaro *et al.*, 1985b; Díaz *et al.*, 2013) y entre 330 y 423 kg en peso a 18 meses (Vaccaro *et al.*, 1985b; Díaz *et al.*, 2013) han sido encontrados en animales F₁ Holstein-Brahman, lo que acorta la entrada de las hembras a su productiva y, en el caso de los machos, permite que lleguen antes al peso final de venta a matadero.

Como consecuencia de este acelerado crecimiento la ganancia diaria de peso promedio predestete refleja valores altos, para los que se han conseguido promedios hasta los 700 g/día bajo condiciones intensivas de producción para animales F₁ de diferentes razas tanto de carne como de leche (Isea, 1994; Perozo *et al.*, 1994; Díaz *et al.*, 2013).

b. Intervalo entre partos y edad al primer parto

El intervalo entre partos (IEP) se define como el periodo de tiempo que transcurre entre dos partos sucesivos, medido en días y que incluye la duración de la gestación y un periodo llamado intervalo parto-concepción o periodo vacío. Para calcular el IEP existe una complicación en aquellas vacas que aún no han parido y llevan un largo periodo sin hacerlo, ya que en ese caso no existe registro y quedarían fuera de los análisis siendo animales deficientes reproductivamente. Sin embargo, el IEP es un indicador muy importante para medir la eficiencia reproductiva en vacas lecheras junto con otros intervalos entre eventos reproductivos como el intervalo parto-concepción (González, 2001).

Los datos reportados por algunos autores, específicamente para animales F₁ Holstein-Brahman (Montoni *et al.*, 2010; Cárdenas y Parra, 2012), indican una mejora del intervalo entre partos, donde se han encontrado valores promedio de apenas 368,1 días, lo que representa una superioridad con respecto a otros genotipos, ya que valores mayores (407 - 465 días) se han señalado en animales mestizos (Atencio *et al.*, 2000) o de razas *Bos indicus* (Bastidas *et al.*, 1978; Chan *et al.*, 1986).

Con respecto a la edad al primer parto (EPP), a pesar del acelerado crecimiento y de la precocidad que se observa en este genotipo (F₁), los valores reportados no son muy diferentes de otros genotipos lecheros. Sin embargo, esto puede deberse a manejo inadecuado para este tipo de animales que son más exigentes. En el Cuadro 1 se resumen los valores revisados para estas dos variables en diferentes grupos raciales bajo condiciones tropicales.

Cuadro 1. Promedios para intervalo entre partos (IEP) y edad al primer parto (EPP) reportados en diferentes grupos raciales generados en el trópico

Grupo racial	IEP (días)	EPP (meses)	Registros n	Fuente
Holstein puro	421,7	-	1568	Zambianchi <i>et al.</i> , 1999
Mestizos Doble propósito ^a	407,6	-	220	Atencio <i>et al.</i> , 2000
Mestizos Doble propósito ^a	460,0	-	3170	López y Vaccaro, 2002
Mestizos Doble propósito ^a	436,0	-	113	Osorio y Segura, 2006
F ₁ Holstein-Brahman	398,0	-	292	Padilla y Chacón, 2006
F ₁ Holstein-Indubrasil	438,0	-	134	Rodríguez <i>et al.</i> , 2007
Mestizos Doble propósito ^a	424,7	35,9	121	Ramírez, 2008
50% <i>Bos taurus</i> - 50 % <i>Bos indicus</i>	471,0	-	960	Pino <i>et al.</i> , 2009
Mestizos Doble propósito ^a	469,2	38,9	397	Vergara <i>et al.</i> , 2009
F ₁ Holstein-Cebú	382,7	33,2	276	López <i>et al.</i> , 2009
Pardo Suizo puro	418,7	-	1343	Pérez y Gómez, 2009
F ₁ Holstein-Cebú	378,0	-	672	Montoni <i>et al.</i> , 2010
Mestizos Doble propósito ^a	457,7	-	1491	Rodríguez y Martínez,
Mestizos Doble propósito ^a	398,0	-	641	García <i>et al.</i> , 2010
Mestizos Doble propósito ^a	432,9	35,7	759	Mejía <i>et al.</i> , 2010
F ₁ Holstein-Cebú	374,2	-	6774	Cárdenas y Parra, 2012
Sahiwal x Holstein Friesian	-	30,4	150	Singh <i>et al.</i> , 2016

^aVacas producto de cruzamiento de varias razas *Bos taurus* y *Bos indicus*

c. Producción de leche, producción por día de intervalo entre partos y duración de la lactancia

La producción de leche es uno de los principales caracteres para el control de un rebaño lechero y también como parte de un programa de mejoramiento genético, ya que está relacionada directamente con el rédito económico del sistema de producción y, además, responde favorablemente a la selección debido a su variabilidad genética (Martínez *et al.*, 2007; Galeano y Manrique, 2010). Existen varias formas de medir la producción de leche y la más común y sencilla es la cantidad de leche que produce una vaca en una lactancia completa, para la cual se han encontrado valores en la literatura que van desde 1389 hasta 5659 kg de leche para vacas con 50 % de genes *Bos taurus* y vacas *Bos taurus* puras, respectivamente, en sistemas de producción en el trópico (Cuadro 2). Esta forma de medir

ese carácter implica que la duración de la lactancia (número de días que la vaca se encuentra produciendo leche) influye en la cantidad total de leche que se puede producir, y esa duración puede presentar un amplio rango, encontrándose valores promedio desde 256,1 hasta 330 días, para diferentes grupos raciales.

Cuadro 2. Promedios para Producción total de leche por lactancia (PTOTAL) y Duración de la lactancia (DL) reportados en diferentes grupos raciales generados en el trópico

Grupo racial	PTOTAL (kg)	DL (días)	Registros n	Fuente
F ₁ Holstein-Cebú	1809,0	264,0	1697	Vaccaro <i>et al.</i> , 1999
Holstein puro	5659,0	393,0	902	Colina <i>et al.</i> , 2000
F ₁ Holstein-BON	3351,0	259,0	29	Quijano y Montoya, 2000
50% <i>Bos taurus</i> - 50 % <i>Bos indicus</i>	1389,0	261,0	3256	López y Vaccaro, 2002
F ₁ Holstein-Cebú	2415,9	306,0	134	Rodríguez <i>et al.</i> , 2007
F ₁ Holstein-Cebú	4070,0	330,0	276	López <i>et al.</i> , 2009
Mestizos Doble propósito ^a	2369,7	-	641	García <i>et al.</i> , 2010
F ₁ Holstein-Cebú	3304,0	285,0	687	Montoni <i>et al.</i> , 2010
F ₁ Holstein-Cebú	3100,9	256,1	8413	Cárdenas y Parra, 2012

^aVacas producto de cruzamiento de varias razas *Bos taurus* y *Bos indicus*

Por lo anteriormente señalado surge la necesidad de corregir la cantidad de leche producida a una duración específica con el fin de poder comparar individuos adecuadamente y así mejorar el proceso de selección, por ejemplo la producción de leche corregida a 244 días de lactancia, que en condiciones tropicales es un tiempo adecuado, ya que las lactancias no suelen ser muy largas como en otras latitudes (Perea *et al.*, 2002). Otro carácter que se puede usar para medir la productividad es los kilogramos de leche producida por día de intervalo entre partos, carácter compuesto que es un estimador de producción de leche por cada día que dura la vaca entre dos partos consecutivos, por lo que este carácter no solo indica el nivel de producción de leche si no también la eficiencia reproductiva de las vacas y es usado para medir la productividad individual y, en consecuencia, del rebaño lechero (Montoni *et al.*, 2010).

Con respecto al nivel productivo de leche, se ha encontrado una superioridad de los animales F₁ sobre animales mestizos o de razas *Bos indicus*, ya que lactancias por encima de 3100 kg de leche han sido indicadas en F₁ Holstein-Brahman (Montoni *et al.*, 2010; Cárdenas

y Parra, 2012). Sin embargo, esos valores se han conseguido en sistemas donde las condiciones ambientales han sido mejoradas, como la suplementación durante el ordeño o el uso de pastos cultivados, debido a la mayor exigencia de los animales de ese genotipo. En el Cuadro 3 se observa con mayor detalle los valores encontrados en rebaños lecheros tropicales con diferentes grupos raciales, tanto para la producción de leche corregida a 244 días así como para la producción de leche por día de intervalo entre partos, aunque para esta última variable son escasos los estudios reportados.

Cuadro 3. Promedios para producción de leche a 244 días (PL244) y por día de intervalo entre partos (PDIEP) reportados en diferentes grupos raciales generados en el trópico

Grupo racial	PL244 (kg)	PDIEP (kg)	Registros n	Fuente
50% <i>Bos taurus</i> - 50 % <i>Bos indicus</i>	1806,5	-	85	Isea, 1994
F ₁ Holstein-Cebú	1583,0	-	1697	Vaccaro <i>et al.</i> , 1999
Holstein puro	4158,6	-	902	Colina <i>et al.</i> , 2000
Mestizos Doble propósito ^a	-	3,3	3170	López y Vaccaro, 2002
F ₁ Holstein-Cebú	-	9,7	276	López <i>et al.</i> , 2009
50% <i>Bos taurus</i> - 50 % <i>Bos indicus</i>	1791,0	-	1435	Pino <i>et al.</i> , 2009
F ₁ Holstein-Cebú	-	8,9	687	Montoni <i>et al.</i> , 2010
50% <i>Bos taurus</i> - 50 % <i>Bos indicus</i>	1512,4	-	2689	Rodríguez y Martínez,

^aVacas producto de cruzamiento de varias razas *Bos taurus* y *Bos indicus*

3.4 Factores no genéticos que afectan el crecimiento, la eficiencia reproductiva y la producción de leche en vacunos

La variabilidad encontrada en los caracteres de importancia económica es debida tanto al componente genético como también a factores no genéticos que interfieren en mayor o menor grado con su manifestación. En términos generales, suelen ser los mismos, con algunas variaciones dependiendo del sistema de producción y del manejo en general. Entre los factores no genéticos más relevantes que pueden causar variación se tienen: el año y la época de nacimiento o parto, el sexo del individuo, la edad de la madre al momento del parto, la finca o localidad, así como algún tratamiento especial que pueda ser aplicado a un grupo de animales y que previamente es tomado en cuenta al momento de analizar algún carácter.

a. Año de nacimiento o año de parto

Este efecto es debido, principalmente, a la relación que existe entre las condiciones diferenciales de manejo, de disponibilidad de alimento, clima e incidencia de patógenos que se presentan entre los años, sobretodo en condiciones tropicales donde la cantidad y calidad de forraje disponible (alimento básico) depende de las condiciones ambientales de cada año así como del efecto de la aplicación de programa de mejora genética. Incide sobre el desempeño de los animales en caracteres como crecimiento y sobrevivencia, pero también el año de nacimiento (AN) puede afectar la producción de leche desde el punto de vista del año en que la vaca tiene una cría y de cómo las condiciones particulares afectan su desempeño productivo y reproductivo subsiguiente. En ese caso es comúnmente llamado año de parto (AP).

Numerosos autores han reportado significancia estadística del año de nacimiento o año de parto para varios caracteres de importancia económica en sistemas de producción bovina. Así, para crecimiento se han encontrado diferencias de hasta 40 % para pesos predestete y hasta 50 % en pesos postdestete entre diferentes años (Hoogesteijn *et al.*, 1983a, 1983b; Pérez y Vaccaro, 1993; Vaccaro *et al.*, 1993a, 1993b, 1995; Plasse *et al.*, 1995, 1999, 2000; Bauer *et al.*, 1997; Arango *et al.*, 1999, 2000; Galdo *et al.*, 2002; Heras-Torres *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2008; Mejía *et al.*, 2010; Manzi *et al.*, 2012). También en el caso de producción de leche como efecto del año de parto, cuyas diferencias oscilan entre 400 kg y 2600 kg por lactancia entre distintos años: Djemali y Berger, 1992; Santoro *et al.*, 1992; Valle, 1995; Zambianchi *et al.*, 1999; Colina *et al.*, 2000; Contreras *et al.*, 2002; Vaccaro *et al.*, 2002; Pérez y Gómez, 2005; Rodríguez y Martínez, 2010; Cárdenas y Parra, 2012; y, de la misma forma para caracteres reproductivos: Pérez y Gómez, 2009; Rodríguez y Martínez, 2010; Cárdenas y Parra, 2012; con diferencias entre 11 y 120 días de intervalo entre partos entre distintos años evaluados.

b. Época de parto o mes de nacimiento

Otro efecto que puede tener influencia sobre caracteres de importancia económica y que está relacionado con el momento del nacimiento, es la época o mes de nacimiento o parto

(EPOP o MN). Su incidencia sobre la variación fenotípica es debida, al igual que el AN, a las diferencias causadas por elementos climáticos como el nivel de precipitaciones y la temperatura, con el consecuente efecto sobre las pasturas y la presencia de ecto y endoparásitos y otros patógenos que modifican la expresión del potencial genético. Una forma de corregir esta variación en los análisis estadísticos es agrupando los animales nacidos dentro de una misma época o un mismo mes, donde se supone las condiciones son más uniformes y así obtener resultados con una mayor precisión. Al igual que el año de nacimiento o parto, la EPOP/MN ha sido reportada con efecto significativo para caracteres de crecimiento, con diferencias máximas de 10 % para pesos (pre y postdestete) tomados en distintos meses o épocas de nacimiento (Hoogesteijn *et al.*, 1983b; Plasse *et al.*, 1995, 2000; Bauer *et al.*, 1997; Arango *et al.*, 1999, 2000; Galdo *et al.*, 2002; Salomón, 2004; Heras-Torres *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2008; Mejía *et al.*, 2010).

Por otro lado, el efecto de la época o mes de parto también se ha observado sobre la eficiencia reproductiva con variaciones hasta de 65 días para el intervalo entre partos (Valle y Moura, 1986; Valle, 1995; Magaña y Delgado 1998; Pérez y Gómez, 2009; Rodríguez y Martínez, 2010; Cárdenas y Parra, 2012), y su efecto también ha sido reportado para la producción de leche por algunos autores con diferencias superiores a los 300 kg entre diferentes épocas de parto (Cerón *et al.*, 2003; Cárdenas y Parra, 2012). Sin embargo, en la mayoría de los trabajos consultados se señala como no significativo el efecto de época de parto sobre este último carácter (Bodisco *et al.*, 1971; Silva y Verde 1985; Santoro *et al.*, 1992; Valle, 1995; Vargas y Solano, 1995; Zambianchi *et al.*, 1999; Colina *et al.*, 2000; Contreras *et al.*, 2002; Pérez y Gómez, 2005; Rodríguez y Martínez, 2010) pudiendo deberse principalmente a que las condiciones son más uniformes a lo largo de los meses o épocas del año en esos rebaños.

c. Edad de la madre al parto

La edad de la madre al momento del parto es un factor importante, ya que se ha indicado que madres jóvenes (con uno ó dos partos) así como aquellas que han llegado a una edad avanzada, tienden a parir y destetar becerros menos pesados que madres de edad intermedia. Esto se puede explicar porque las madres jóvenes aún no han concluido su desarrollo y

además son inexpertas en lo que a los cuidados de su cría se refiere, y las madres de edad avanzada comienzan a sufrir el desgaste fisiológico que aparece con la edad y que incluye la disminución en la producción de leche, lo que las limita a proporcionar un ambiente adecuado a sus crías.

Esta fuente de variación también puede ser medida o estudiada por el factor número de parto, ya que a medida que hay más cantidad de partos la edad de las vacas es mayor. Es por ello que la edad de la madre puede afectar el desempeño en crecimiento de sus hijos, así como también afecta el desempeño productivo de la vaca en la lactancia y su eficiencia reproductiva.

Su efecto sobre los caracteres de crecimiento ha sido señalado por varios autores, en la mayor parte de los casos sobre el crecimiento predestete, encontrándose que madres de edad intermedia pueden producir crías con valores de 10 a 15 % de superioridad sobre hijos de madres jóvenes y de edad avanzada (Penna *et al.*, 1982; Hoogesteijn *et al.*, 1983a, b; Euclides Filho *et al.*, 1991; Montoni *et al.*, 1992; Pérez y Vaccaro, 1993; Vaccaro *et al.*, 1993a, b, 1995; Plasse *et al.*, 1995, 1999, 2000; Bauer *et al.*, 1997; Arango *et al.*, 1999; Romero *et al.*, 2001; Galdo *et al.*, 2002; Salomón, 2004; Martínez *et al.*, 2008; Mejía *et al.*, 2010), así como sobre la producción de leche, con valores que pueden variar en 1000 kg de leche por lactancia entre las diferentes edades al parto, y en la eficiencia reproductiva, con intervalos entre partos que pueden ir desde 22 a 90 días de diferencia dependiendo de la edad de la vaca (Silva y Verde, 1985; Briñez *et al.*, 1996; Ribas *et al.*, 1999; Colina *et al.*, 2000; Pérez y Gómez, 2005, 2009; Cárdenas y Parra 2012).

3.5 Causas de eliminación

Dentro del proceso productivo de una finca, es normal la salida de animales del sistema, ya sea por causas involuntarias, como por ejemplo la muerte accidental o enfermedad, y en otras ocasiones por decisiones tomadas por el productor de forma voluntaria relacionadas con manejo del rebaño o con el mejoramiento genético, como sería el caso de la eliminación de animales menos productivos. Este aspecto está íntimamente relacionado con la disponibilidad de animales de reemplazo ya que, de ser pocos, el ganadero se encontraría

limitado para eliminar animales voluntariamente, lo que conllevaría a tener un rebaño con un potencial productivo por debajo del que tendría si pudiera eliminar todos los animales improductivos. Es por ello que se debe intentar reducir al mínimo las salidas involuntarias para poder incrementar las voluntarias y, así, disminuir los costos para generar animales de reemplazo (Rogers *et al.*, 1988).

En todo caso, este es un proceso de toma de decisiones que acarrea consecuencias, González (2005) asegura que la decisión de eliminar o no eliminar es un tema complejo que abarca criterios relacionados con la vaca y con el hato. En la vaca, los criterios podrían ser: edad, número de partos, tipo racial, valor genético, estadio de lactancia, niveles e índices de producción de leche (volumen, grasa, proteína, días en lactación), aspectos sanitarios (enfermedades crónicas, cojeras, pérdida de la ubre, etc.) y la eficiencia reproductiva. Como criterios del hato se señalan: estado de la finca (en expansión, consolidada o en disminución), dinámica de la explotación (días en lactación, vacas secas, vacas y novillas gestantes, producción por lactancia, longevidad y vida útil) o factores económicos determinados por los precios de las vacas para matadero y de los reemplazos, el valor de la leche y/o quesos y la disponibilidad de novillas de reemplazos.

Es por estas razones que es importante llevar un registro detallado de las salidas o eliminación de animales, ya que a través de su conocimiento se pueden detectar fallas en algunos aspectos básicos del sistema como por ejemplo el manejo sanitario, ya que si la eliminación de vacas en un momento dado por la incidencia de mastitis es muy alta con relación a otras épocas o a otras causas de salida, es un indicativo de deficiencias en la rutina de asepsia del ordeño, lo que permitiría la aplicación de correctivos necesarios para mejorar el sistema.

Dentro de las principales causas reportadas para la salida de vacas de un rebaño lechero en el trópico se encuentran los problemas reproductivos, alcanzando hasta cerca del 70 % del total de salidas (Cardozo y Vaccaro, 1983a, b, 1984; Ronda y Fernández, 1988; González, 1990; Guillen, 1994; Jadhav *et al.*, 1994 y Lemos *et al.*, 1996). Otra causa importante reportada es la mastitis, llegando a ser hasta el 23,0 % del total de salidas, y que se hace más frecuente a medida que el sistema de producción de leche es más intensivo (Lemos *et al.*, 1996).

También se ha reportado la baja producción de leche, que puede alcanzar cerca del 25,0 % del total de animales eliminados (Cardozo y Vaccaro, 1983a; González, 1990; Guillen, 1994; Jadhav *et al.*, 1994 y Lemos *et al.*, 1996). Otras razones que pueden ser causa de salida de vacas en un rebaño lechero son los problemas podales y la docilidad o temperamento, siempre dependiendo del sistema de producción implementado y del grupo racial del animal.

3.6 Valor relativo de peso promedio al destete

Intentar identificar con algún grado de certeza si una vaca Cebú es una candidata adecuada para producir animales F_1 es un aspecto al que no se le da la importancia adecuada. Sin embargo, si se pudiera conseguir algún parámetro que permitiera hacerlo, sería una ventaja adicional que ayudaría a mejorar la eficiencia del sistema de producción. Es por ello que existe la inquietud de relacionar el comportamiento productivo de la F_1 , particularmente en lo que se refiere a la producción de leche, con algún índice productivo de sus madres, en este caso de forma indirecta con la producción de leche, a través del valor relativo del peso promedio al destete de sus crías.

Dentro de la variedad de metodologías que existen hoy en día para estimar un valor genético, se encuentra el valor relativo, que es una aproximación con menor precisión pero que resulta muy sencillo de calcular y consiste en comparar los valores fenotípicos individuales obtenidos por cada animal para un carácter determinado, contra un valor que es el promedio del grupo de contemporáneos al que pertenece dicho animal. De modo que cada individuo de la población obtendrá un valor referencial que indica si su desempeño está por encima, por debajo o es similar al promedio de su grupo. Además, este valor puede servir de guía al momento de realizar el proceso de selección.

En este caso, el valor relativo promedio de peso al destete se refiere a un valor que se calcula para cada vaca y que, como su nombre lo indica, consiste en un promedio de los valores relativos de los pesos al destete de todas sus crías. De esta forma se puede evaluar el desempeño histórico de cada vaca con relación a su habilidad para destetar crías más o menos pesadas que sus contemporáneas, lo que está directamente relacionado con su nivel de producción de leche. No se encontró en la literatura consultada ningún trabajo que haga referencia a este tipo de análisis.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Unidad de Producción

a. Ubicación y extensión

La información utilizada para la realización del presente trabajo fue obtenida de una unidad de producción ganadera ubicada en el estado Cojedes, entre los municipios Pao y Tinaco, en el sector Caño Benito, vía al caserío Las Garzas. Los poblados más cercanos son Tinaco a 77 km y El Baúl a 75 km. El hato tiene un área total de 3200 ha, de las cuales 2380 ha son utilizadas para la producción y el resto está destinada a reserva forestal. La unidad de producción pertenece al grupo de fincas que ha colaborado desde el año 1987 en proyectos de investigación en mejoramiento genético con la Cátedra de Genética de la FCV-UCV.

b. Condiciones ambientales

La región donde se ubica el hato está clasificada como zona de bosque seco tropical (Holdrige, 1987) y cuenta con dos estaciones climáticas bien definidas: la estación lluviosa que consta generalmente de siete meses, desde mayo hasta noviembre, y la estación seca de cinco meses, que va desde diciembre hasta abril. Registra un promedio histórico de precipitación de 1370 mm/año, con fluctuaciones que van desde 877 hasta 1740 mm/año. El promedio de precipitación anual entre los años 2008 y 2013, periodo en el que se generó el material analizado (2008-2010 para el crecimiento y 2011-2013 para los caracteres de producción de leche y eficiencia reproductiva) fue de 1219,3 mm. En la Figura 1 se puede apreciar el comportamiento de la precipitación en los años más recientes, siendo junio cuando ocurre el mayor volumen de precipitaciones, contrariamente a los meses de enero y febrero donde prácticamente no llueve.

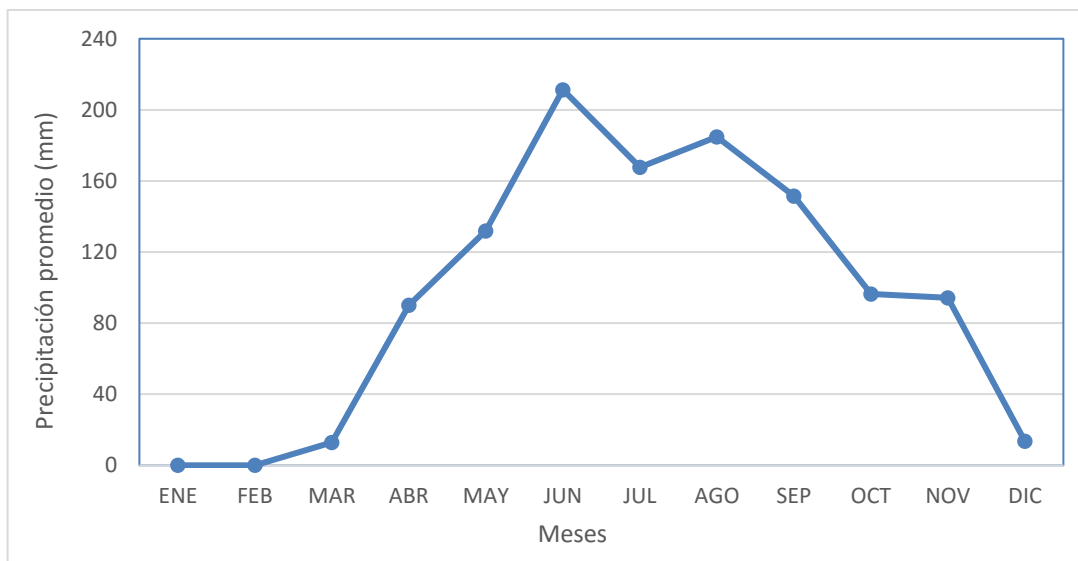


Figura 1. Distribución de la precipitación promedio mensual (2008 - 2013) en un hato del estado Cojedes

En cuanto a la topografía, el hato cuenta con zonas bien definidas, la zona alta que se encuentra elevada entre 5 y 20 m con respecto al resto del área y que representa aproximadamente el 50 % de la superficie total. El valor medio de materia orgánica es de 3,4 %, pH ácido (4,5 a 5,5), con disponibilidad media a baja de nutrientes, lo que constituye una limitación para el establecimiento de cultivos. En la zona alta los terrenos son desde ligeramente ondulados a planos, con buen drenaje y completamente mecanizables, a excepción de pequeñas áreas con formaciones rocosas. Los suelos que predominan son de tipo Oxisoles y Ultisoles (franco arcillosos, franco – arcillo – arenosos). La vegetación nativa predominante de esta zona son las sabanas de saeta (*Trachypogon* spp.), yaraguá (*Hypparrhenia rufa*), bosques de baja densidad con predominio de chaparro (*Quercus coccifera*), manteco (*Trichilia martiana*), cañafístola (*Cassia fistula*), alcornoque o alcornoco (*Bowdichia virgiloides*), acapro (*Tabebuia serratifolius*) y araguaney (*Tabebuia chrysanta*).

Con respecto a las características de la zona baja del hato, se tiene que es 100 % mecanizable y totalmente plana. Existen áreas de drenaje medio hasta algunas donde hay serios problemas de drenaje, lo que limita su uso durante la época lluviosa. Los suelos que predominan son Alfisoles y Ultisoles, de textura fina (arcillosos, arcillo limosos), pH ácido (4,8 a 5,8) y fertilidad de media a baja, mejorando en las zonas cercanas a los bosques, caños

y ríos. La vegetación predominante en los bancos y calcetas es gamelotillo (*Paspalum plicatulum*) y yaraguá (*Hyparrhenia rufa*), mientras que en los bajos y esteros domina lamedora (*Leersia hexandra*). En los bosques se encuentran el samán (*Pithecellobium saman*), masaguaro (*Stryphnodendron polystachum*), carocaró (*Enterolobium cyclocarpum*), drago (*Croton lechleri*), mora (*Rubus glaucus*), roble (*Quercus robur*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), gateado (*Astronium graveolens*) y guaica (*Rochefortia spinosa*). Con relación a los pastos cultivados, éstos se encuentran en los potreros que son utilizados para el rebaño Brahman élite y para las vacas F₁ en crecimiento y en ordeño y las especies de pastos con las que se cuenta son: *Panicum maximum*, *Urochloa brizantha* y en menor proporción *Urochloa decumbens*, *Cynodon plestostachyus*, *Urochloa humidicola* y *Echinochloa polystachya*.

c. Manejo

Tradicionalmente el principal rubro de producción ha sido el ganado de carne, con un centro genético de la raza Brahman que maneja un rebaño élite y otro comercial, donde se ha aplicado por varios años un programa de mejoramiento genético con resultados positivos sobre características de crecimiento, reproducción y habilidad materna. Sin embargo, en los últimos años se ha iniciado un programa de producción con animales F₁, generados a partir de semen de toros probados de razas *Bos taurus*, principalmente Holstein, sobre vacas Brahman puras del rebaño comercial o de descarte del rebaño élite. Los animales F₁ son destinados para la producción de leche dentro de la misma finca o para la venta. En vista de ello, se han creado las instalaciones necesarias, tales como sistema de ordeño mecánico y adecuación de potreros, entre otras.

La reproducción de las vacas Brahman que generan F₁ es a través de inseminación artificial (IA), bajo una temporada de servicio (TS) limitada a 90 días, entre los meses de junio y agosto. Las vacas no lactantes y las novillas entran 30 días antes a la TS con el fin de aumentar la probabilidad de volverse a preñar en la siguiente TS. Las revisiones ginecológicas se realizan periódicamente desde antes del inicio de los servicios, luego a los 30 y 80 días dentro de la TS y a los 60 días después de finalizada la misma, con el fin de realizar el diagnóstico definitivo de la preñez en la temporada.

El manejo general del rebaño consiste en: una vez iniciado el periodo de nacimientos, entre los meses de enero y mayo, donde las condiciones climáticas son favorables para los recién nacidos, se realiza observación continua de las hembras próximas a parir y una vez ocurrido el parto se procede a la identificación del becerro con tatuaje en la oreja derecha de su número individual y en la oreja izquierda con el número de su madre. Además, se realiza la cura del ombligo y se toma el peso al nacer dentro de las primeras 24 horas de nacido. A su vez, se realizan las anotaciones correspondientes a cualquier observación importante para la evaluación de la supervivencia del animal.

Los becerros son destetados aproximadamente a los 7 meses de edad. Se realizan destetes mensuales entre los meses de septiembre y diciembre. Previo al destete se identifican mediante el hierro incandescente, con su número individual y con el hierro del hato. Además, se toma el peso correspondiente al destete que posteriormente será corregido a los 205 días, tanto en animales Brahman como en los F₁. Una vez realizado este procedimiento, los becerros son separados de sus madres y son llevados a potreros destinados para tal fin, donde se procura garantizar pasto de excelente calidad (no lignificado y fertilizado), suministrándoles a su vez alimento balanceado a razón de 1 kg/día durante un mes.

Posterior a ese mes postdestete, son separados por sexo y las mautas de levante son mantenidas en los mejores potreros y se les suministra alimento balanceado con 20 % de proteína cruda, a razón de 1 % de su peso vivo hasta el momento del servicio, con el fin de explotar su potencial genético de crecimiento. Llegado el momento, las hembras F₁ entran a su etapa reproductiva con un peso superior a los 330 kg, son inseminadas con semen de toros Brahman y, al igual que las vacas de carne, esto ocurre bajo una TS de 90 días en la misma época. Luego se realiza el diagnóstico reproductivo y pasan a su etapa de gestación y parto en potreros dispuestos para tal fin. La reproducción de estas hembras a partir del primer parto se realiza a través de monta natural con toros Brahman que están con el rebaño de ordeño.

El ordeño se realiza dos veces por día, uno a las 5 am y el otro a las 3 pm mediante ordeño mecánico sin apoyo del becerro. Para el momento se contaba con una vaquera equipada con instalaciones de ordeño tipo tandem de 16 puestos. La alimentación de las vacas en producción se basa en pastoreo rotacional y, además, se suplementan con una ración elaborada a base de semilla de algodón, cascarilla de soya, harina de maíz, urea, minerales y

sal, que puede variar en función de las condiciones ambientales y de la disponibilidad de las materias primas para su elaboración, además del suministro *ad libitum* de agua y minerales. Durante la época de lluvias el pastoreo ocurre solamente de noche, mientras que en el día se encuentran confinadas y, en la época seca, las vacas están en confinamiento las 24 horas. Adicionalmente, hay que mencionar que el suplemento elaborado para ser suministrado a las vacas cambia periódicamente para ajustarse a las necesidades de los animales en un patrón de trimestres iniciando en diciembre, lo cual generó una distribución particular para el efecto época de parto que fue incluido en los análisis estadísticos.

Con respecto al manejo del ordeño hay varios aspectos que es importante destacar, tales como el uso de lactotropina y oxitocina; la primera se aplica cada 14 días a todas las vacas en producción a partir de los 45 días de iniciada la lactancia. En algunos casos de vacas que no apoyen bien se aplica antes de los 45 días y, en vacas de primera lactancia con poco desarrollo de ubre, se aplica en la primera semana de lactancia. Por otro lado, se administra 1 ml diario de oxitocina vía intramuscular en vacas con producciones menores a 5 kg diarios de leche desde el inicio de la lactancia.

Los pesajes de leche se realizan cada 14 días a todos los lotes en producción. Luego se analizan los resultados para tomar decisiones de cambio de lote de producción o secado de las vacas. El lote de transición-calostro se pesa semanal para evaluar el apoyo de la vaca recién parida y decidir si es necesario el uso de oxitocina para mejorar el apoyo.

Para el secado de las vacas se revisa la producción y el tiempo de gestación. Se secan vacas con producción diaria menor a 4 kg y vacas con gestaciones mayores a 210 días sin importar la producción de leche; al seleccionar las vacas candidatas a secado, no se les coloca lactotropina 14 días antes de éste, luego el día de secado las vacas se ordeñan de forma normal y culminado el ordeño se aplica un pomo intramamario (tomorrow secado) en cada pezón. Antes de enviar la vaca a su lote correspondiente se realiza el pesaje y se le aplican 10 ml de ivermectina al 1%, 30 ml de Antrimin Forte y 40 ml de Baytril Max.

El manejo de la vaca postparto incluye la revisión del paritorio diariamente y se llevan a la vaquera las vacas recién paridas, con aproximadamente 12 horas de paridas, se retira el becerro, la vaca se ordeña con el equipo de ordeño y se descarta la leche calostro, se le aplica

10 ml de ivermectina al 1%, 30 ml de antrimin forte y 30 ml de oxitetraciclina L.A. Posteriormente ingresa al lote de transición-calostro, donde permanecerá por lo menos 15 días.

4.2 Datos

La información que fue utilizada para los análisis corresponde a una base de datos que incluía inicialmente 1343 lactancias entre los años 2010 y 2014, que provienen de 827 hembras F₁ Holstein-Brahman nacidas en el hato, producidas a través de inseminación artificial, hijas de toros Holstein (semen importado) y madres Brahman. En cada caso se eliminaron observaciones dependiendo de la disponibilidad de información y de la calidad de la misma.

Las causas y cantidad de información eliminada para los análisis estadísticos de todas las variables se encuentran resumidas en el Cuadro 4 y en el Cuadro 5 se especifican las observaciones eliminadas posteriormente en cada variable. Conviene acotar que en el caso de GDP la disponibilidad inicial fue de 813 observaciones debido a que las 1338 lactancias corresponden a ese número de animales y solo hay un valor de GDP por individuo.

Cuadro 4. Causas y cantidad de observaciones eliminadas para todas las variables

Causa de eliminación	n	%
Disponibles al inicio	1343	100
Raza diferente de F ₁ Holstein - Brahman	1	0,07
Sin información correcta de la lactancia	4	0,3
Total disponible para todas las variables	1338	99,6

El número de observaciones utilizadas para el análisis de cada variable fue distinto en función a la disponibilidad de la información completa y de los ajustes hechos en algunos casos donde la distribución de los datos no era la más idónea para la correcta aplicación de los modelos. Para la variable Producción de leche corregida a 244 días (PL244) el número de observaciones fue el mayor, mientras que para la Ganancia diaria de peso promedio predestete (GDP) fue el menor ya, que no todos los pesos al nacer y al destete estaban

disponibles. En el caso de la Edad al primer parto (EPP) sucedió lo mismo con las fechas al nacer, dato sin el cual no se puede calcular la edad. Y en el caso del Intervalo entre partos (IEP) y la Producción de leche por día de intervalo entre partos (PDIEP) el número de observaciones se restringe a vacas con más de un parto. Esta información se encuentra resumida en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Causas y cantidad de observaciones eliminadas en cada variable

Causa de eliminación	PL244		IEP y PDIEP		EPP		GDP	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Disponibles al inicio	1338	100	1338	100	1338	100	813*	100
Pocas observaciones (2010 y 2014)	16	1,2	2	0,1	-	-	-	-
Pocas observaciones (2007, 2008 y 2012)	-	-	-	-	49	3,7	-	-
Sin fecha de nacimiento	43	3,2	27	2,0	32	2,4	-	-
Sin edad de madre	-	-	-	-	24	1,8	9	1,1
Vacas con un solo parto	-	-	466	34,8	-	-	-	-
Vacas con más de 1 parto	-	-	-	-	528	39,4	-	-
Mes de nacimiento mayo a diciembre	-	-	-	-	140	10,4	115	14,1
Sin peso al nacer y/o al destete	-	-	-	-	-	-	366	45,0
Valores no corresponden con variable	-	-	7	0,5	-	-	-	-
Total eliminados	59	4,4	502	37,4	773	57,8	490	60,2
Total disponible	1279	95,6	836	63,1	565	42,2	323	39,8

*Número de animales correspondiente a 1338 lactancias

4.3 Caracteres

Los caracteres analizados fueron: la producción de leche por lactancia corregida a los 244 días (PL244) medida en kilogramos (kg), la eficiencia reproductiva mediante el IEP y la EPP medidas en días, y el crecimiento a través de la GDP medida en kg. Por otra parte, también se incluyó el carácter compuesto PDIEP (kg) como medida que integra la producción de leche y la eficiencia reproductiva. Dos caracteres adicionales son PTOTAL, que son los kilogramos de leche total producidos por vaca por lactancia y DL que representa la duración de la lactancia en días, pero para los que sólo se realizó análisis estadístico descriptivo.

La PTOTAL, DL, IEP y la PDIEP se obtuvieron directamente de reportes hechos mediante el programa SuperLeche®, mientras que para PL244 se realizó la corrección de las

lactancias mediante el uso de Excel, teniendo el archivo de pesajes de leche con las fechas, los días acumulados y el peso de leche. Dicha corrección se realizó truncando las lactancias a los 244 días, es decir, a las lactancias con una duración superior se les restó la cantidad de leche producida durante ese periodo de exceso, mientras que en aquellas con una DL igual o menor a 244 días la producción de leche se dejó igual. Igualmente se procedió con los caracteres EPP y GDP, ya que el programa no los genera directamente. Usando las fechas de nacimiento y de primer parto se calculó la EPP y con el peso al nacer, al destete y las fechas correspondientes se calculó la GDP.

Por otra parte, se describe la dinámica de las eliminaciones de vacas en la finca, especificando las causas reportadas por las que se excluyen animales del rebaño y cuantificando dichas salidas con el fin de identificar los aspectos más importantes que pueden estar relacionados con el manejo dentro del sistema de producción o de los propios animales.

Por último, se determinó la correlación entre el valor fenotípico de un estimado en la vaca Brahman (madres de las F₁) para producción de leche, calculado a través del valor relativo promedio para peso a 205 días de las crías Brahman (VRP) y el valor relativo promedio de la producción de leche por lactancia de su(s) hija(s) F₁ usando las variables PTOTAL y PL244, calculados aplicando una corrección por número de lactancia de las vacas F₁.

4.4 Distribución de frecuencias

En el Cuadro 6 se observa la información de la distribución de las observaciones para cada una de los caracteres según todos los efectos simples y las interacciones que resultaron ser significativas en los análisis. Para algunos efectos incluidos, la distribución para IEP y PDIEP es la misma por lo que se presenta la información una sola vez.

Cuadro 6. Distribución de frecuencias y sus porcentajes para PL244, IEP, PDIEP, EPP y GDP para los efectos simples y las interacciones estadísticamente significativas

Variable					Variable			
Efecto	Niveles	PL244	IEP	PDIEP	Efecto	Niveles	EPP	GDP
AP	2011	356 (27,8)	289 (34,6)		AN	2009	244 (43,2)	-
	2012	552 (43,2)	397 (47,5)			2010	218 (38,6)	219 (67,8)
	2013	371 (29,0)	150 (17,9)			2011	103 (18,2)	104 (32,2)
EP	2	644 (50,3)	503 (60,2)	503 (60,2)	EM	3	235 (41,6)	156 (48,3)
	3	395 (30,9)	255 (30,5)	333 (39,8)		5	66 (11,7)	22 (6,8)
	4	240 (18,8)	78 (9,3)	-		6	80 (14,2)	40 (12,4)
						7	74 (13,1)	38 (11,98)
					8	110 (19,5)	67 (20,7)	
EPOP	1	282 (22,0)	202 (24,2)		MN	1	138 (24,4)	73 (22,6)
	2	546 (42,7)	391 (46,8)			2	158 (27,9)	87 (26,9)
	3	283 (22,1)	193 (23,1)			3	139 (24,6)	76 (23,5)
	4	168 (13,2)	50 (6,0)			4	130 (23,0)	87 (26,9)
AP*EP	2011-2	-	-	254 (30,4)	AN*MN	2009-1	65 (11,5)	-
	2011-3	-	-	35 (4,2)		2009-2	71 (12,6)	-
	2012-2	-	-	208 (24,9)		2009-3	63 (11,2)	-
	2012-3	-	-	189 (22,6)		2009-4	45 (7,9)	-
	2013-2	-	-	41 (4,9)		2010-1	45 (7,9)	-
	2013-3	-	-	109 (13,0)		2010-2	51 (9,0)	-
AP*EPOP	2011-1	49 (3,8)	37 (4,4)	-	2010-3	62 (10,9)	-	
	2011-2	189 (14,3)	150 (17,9)	-	2010-4	60 (10,7)	-	
	2011-3	100 (7,8)	84 (10,0)	-	2011-1	28 (4,9)	-	
	2011-4	24 (1,9)	18 (2,2)	-	2011-2	36 (6,4)	-	
	2012-1	146 (11,4)	118 (14,1)	-	2011-3	14 (2,5)	-	
	2012-2	195 (15,2)	141 (16,9)	-	2011-4	25 (4,4)	-	
	2012-3	157 (12,3)	106 (12,7)	-				
	2012-4	54 (4,3)	32 (3,8)	-				
	2013-1	87 (6,8)	47 (5,6)	-				
	2013-2	168 (13,2)	100 (12,0)	-				
	2013-3	26 (2,0)	3 (0,4)	-				
	2013-4	90 (7,0)	-	-				
	EP*EPOP	2-1	65 (5,1)	-	-			
2-2		302 (23,6)	-	-				
2-3		212 (16,6)	-	-				
2-4		65 (5,1)	-	-				
3-1		107 (8,4)	-	-				
3-2		175 (13,7)	-	-				
3-3		56 (4,4)	-	-				
3-4		57 (4,4)	-	-				
4-1		110 (8,6)	-	-				
4-2		69 (5,4)	-	-				
4-3		15 (1,1)	-	-				
4-4		46 (3,6)	-	-				

Observando el efecto AP casi la mitad de las observaciones corresponden al 2012, sin embargo ninguno de los niveles está por debajo del 15 %. Igualmente sucede con la distribución de EP ya que más del 50 % de las observaciones corresponden a hembras con 2 años y el menor grupo son las vacas de 4 años dentro de la variable IEP. La distribución de los datos en cuanto a la EPOP se presenta más adecuada para PL244 oscilando entre el 13,2 y el 42,7 %. Sin embargo, para IEP/PDIEP las observaciones para vacas de 4 años se reducen al 6 %, consecuencia lógica del menor número de registros totales en esas dos variables.

En el caso de las interacciones, aunque su distribución resulta ser más desigual, el número de observaciones en cada nivel de efectos no impidió obtener resultados consistentes. Por su parte los efectos que se incluyeron en los modelos de EPP y GDP, en el Cuadro 6 se observa que el AN 2009 y 2010 presentan el mayor porcentaje de observaciones para EPP y GDP respectivamente, entre tanto las F₁ de 3 años representan cerca de la mitad del total seguidas por las de 8 o más años para ambas variables.

La distribución de frecuencias para el MN es la más equitativa, con valores cercanos al 25 % para cada uno de los cuatro niveles existentes y ocurre tanto para EPP como para GDP. Por último, la interacción MN*AN presenta un rango entre 2,5 y 12,6 % de observaciones dentro de cada uno de los niveles.

4.5 Análisis Estadístico

Inicialmente se realizó estadística descriptiva para las variables incluidas (PTOTAL, DL, PL244, IEP, PDIEP, EPP y GDP) con el fin de describir cada una de las características dentro de la población. Posteriormente se procedió a realizar un análisis de variancia para los caracteres ya mencionados (excepto PTOTAL y DL), para lo cual se contó con una base de datos para cada uno. El modelo lineal aditivo incluyó efectos fijos y aleatorios (modelos mixtos) debido a la incorporación de factores no genéticos y genéticos. Únicamente para los modelos de IEP y EPP sólo se usaron efectos fijos.

Dichos análisis se realizaron mediante el método de máxima verosimilitud (ML), utilizando el paquete estadístico SAS® (Littell *et al.*, 2002). Luego de obtener las medias ajustadas por cada efecto se aplicó una prueba de Tukey a aquellos efectos con significancia

estadística para determinar los mejores y peores niveles de cada uno y así enriquecer el análisis de los resultados.

De manera general, los efectos no genéticos incluidos, dependiendo de cada carácter fueron: año de nacimiento (AN: 2008, 2009 ó 2010), mes de nacimiento (MN: enero, febrero, marzo o abril), edad de la madre al parto (EM: desde 3 hasta ≥ 8), año de parto (AP: 2011, 2012 ó 2013), época de parto (EPOP: 1, 2, 3 ó 4) y edad al parto (EP: 2, 3 ó 4). Para el modelo de IEP se incluyó como covariable la PTOTAL que corresponde a la lactancia que se inicia con el primero de los dos partos que generan el intervalo. Por otra parte, el efecto genético del padre (PAD) fue incluido en algunos modelos como aleatorio, sólo con la finalidad de reducir la varianza del error y no para su evaluación.

Dentro de cada análisis, primero se incluyeron todos los efectos simples y sus interacciones y en función a la significancia estadística y los valores de máxima verosimilitud de cada modelo se escogió el más adecuado. Los modelos seleccionados se presentan a continuación:

Producción de leche (PL244):

$$Y_{ijklm} = \mu + AP_i + EPOP_j + EP_k + (AP * EPOP)_{ij} + (AP * EP)_{ik} + (EPOP * EP)_{jk} + PAD_l + E_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : producción de leche corregida a 244 días (kg) de la “ m -ésima” vaca, con un parto en el “ i -ésimo” año, en la “ j -ésima” época, con una “ k -ésima” edad, hija del padre “ l ”

μ : media teórica de la población para los kg de producción de leche corregida a 244 días

AP_i : efecto fijo del año de parto ($i = 2011, 2012$ ó 2013)

$EPOP_j$: efecto fijo de la época de parto ($j = 1, 2, 3$ ó 4)

EP_k : efecto fijo de la edad al parto ($k = 2, 3$ ó 4 años)

PAD_l : efecto aleatorio del padre “ l ” con media cero y varianza σ_p^2

E_{ijklm} : efecto del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2

Intervalo entre partos (IEP):

$$Y_{ijklm} = \mu + AP_i + EPOP_j + EP_k + (AP * EPOP)_{ij} + (AP * EP)_{ik} + (EPOP * EP)_{jk} + \beta_l PTOTAL_{ijkl} + E_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : intervalo entre partos (días) de la “ m -ésima” vaca, con un parto en el “ i -ésimo” año, en la “ j -ésima” época, con una “ k -ésima” edad, con una “ l -ésima” producción de leche

μ : media teórica de la población para los días de intervalo entre partos

AP_i : efecto fijo del año de parto ($i = 2010, 2011$ ó 2012)

$EPOP_j$: efecto fijo de la época de parto ($j =$ seca o lluviosa)

EP_k : efecto fijo de la edad al parto ($k = 2, 3$ ó 4 años)

β_l : regresión de Y_{ijklm} sobre la PTOTAL

$PTOTAL_{ijkl}$: efecto de la producción de leche por lactancia como covariable

E_{ijklm} : efecto del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2

Producción de leche por día de intervalo entre partos (PDIEP):

$$Y_{ijklm} = \mu + AP_i + EPOP_j + EP_k + AP_i * EP_k + (EPOP * EP)_{jk} + PAD_l + E_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : producción de leche por día de intervalo entre partos (kg) de la “ m -ésima” vaca, con un parto en el “ i -ésimo” año, en la “ j -ésima” época, con una “ k -ésima” edad, hija del padre “ l ”

μ : media teórica de la población para los kg de producción de leche por día de intervalo entre partos

AP_i : efecto fijo del año de parto ($i = 2011, 2012$ ó 2013)

$EPOP_j$: efecto fijo de la época de parto ($j = 1, 2, 3$ ó 4)

EP_k : efecto fijo de la edad al parto ($k = 2$ ó 3 años)

PAD_l : efecto aleatorio del padre “ l ” con media cero y varianza σ_p^2

E_{ijklm} : efecto del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2

Edad al primer parto (EPP):

$$Y_{ijklm} = \mu + AN_i + MN_j + EM_k + (AN * MN)_{ij} + (AN * EM)_{ik} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijklm} : edad al primer parto (meses) de la “ m -ésima” vaca, nacida en el “ i -ésimo” año, en el “ j -ésimo” mes, con una madre de “ k -ésima” edad, hija del padre “ l ”

μ : media teórica de la población para la edad al primer parto en días

AN_i : efecto fijo del año de nacimiento ($i = 2009, 2010$ ó 2011)

MN_j : efecto fijo del mes de nacimiento ($j =$ enero, febrero, marzo o abril)

EM_k : efecto fijo de la edad de la madre al parto ($k = 3, 5, 6, 7$ ó ≥ 8)

E_{ijkl} : efecto del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2

Ganancia diaria de peso promedio predestete (GDP):

$$Y_{ijklm} = \mu + AN_i + MN_j + EM_k + (AN * EM)_{ik} + PAD_l + E_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : Ganancia diaria de peso promedio predestete (kg) de la “ m -ésima” vaca, nacida en el “ i -ésimo” año, en el “ j -ésimo” mes, con una madre de “ k -ésima” edad, hija del padre “ l ”

μ : media teórica de la población para ganancia diaria de peso promedio predestete en kg

AN_i : efecto fijo del año de nacimiento ($i = 2010$ ó 2011)

MN_j : efecto fijo del mes de nacimiento ($j =$ enero, febrero, marzo o abril)

EM_k : efecto fijo de la edad de la madre al parto ($k = 3, 5, 6, 7$ ó ≥ 8)

PAD_l : efecto aleatorio del padre “ l ” con media cero y varianza σ_p^2

E_{ijklm} : efecto del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2

Adicionalmente, también se realizó la descripción y cuantificación general de las causas de eliminación del rebaño de las hembras F_1 y según el número de lactancia, para ello se trabajó con todas las vacas que habían cerrado al menos una lactancia, menos aquellas eliminadas en la primera fase de depuración de los datos (Cuadro 4 y 5) por lo que se incluyen

los mismos años que en los análisis de varianza, quedando disponibles 774 vacas. En este análisis se utilizó el programa Excel® para cuantificar, primero, el estatus de las vacas, es decir, si se encontraban activas dentro del rebaño o no, y posteriormente la información referente a aquellas que habían salido del sistema de producción y la causa de dicha salida. Luego esa misma información se cuantificó según el número de lactancia, con el fin de indagar un poco más en aspectos relacionados con la dinámica de las eliminaciones de las vacas de ordeño dentro del hato.

Finalmente, para dar cumplimiento a la estimación de la asociación que existe entre el valor fenotípico utilizado para medir habilidad materna en la vaca Brahman y la producción de leche de sus hijas F_1 , se creó una base de datos que incluía el valor relativo del promedio de las variables PTOTAL y PL244 de cada vaca F_1 corregido por número de lactancia, y la identificación de su madre con el correspondiente valor de índice de destete, que es el promedio de los valores relativos de los pesos al destete de sus crías corregido a 205 días (VRP), en este caso calculado sólo con los datos de sus hijos de raza Brahman para no sobreestimar o subestimar los valores si se incluyeran también datos de hijos F_1 . Esta base de datos contó con 581 observaciones. Para llevar a cabo los análisis se utilizó el paquete estadístico Statistx® y se aplicó una correlación de Pearson para evaluar la asociación entre esas variables y determinar su significancia estadística.

V. RESULTADOS

5.1 Estadística descriptiva

En el Cuadro 7 se resume la información de la estadística descriptiva de cada uno de los caracteres, el número total de observaciones, el promedio ajustado, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el valor mínimo y máximo encontrado, así como el promedio ajustado para aquellas variables que fueron analizadas con los modelos lineales aditivos. El promedio de PTOTAL se encuentra por encima de rebaños de vacas mestizas que en algunos casos se componen de vacas F₁ de diferentes razas, tanto *Bos indicus* como *Bos taurus* (Vaccaro *et al.*, 1999; Contreras *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2007; García *et al.*, 2010), y es parecido a valores provenientes de sistemas con el mismo componente racial (Padilla y Chacón 2006; Montoni *et al.*, 2010; Cárdenas y Parra, 2012). En el caso de DL el promedio obtenido es inferior a los reportados por otros autores tanto de rebaños de F₁ Holstein-Brahman, así como de rebaños de otros tipos raciales para sistemas doble propósito semi-intensivos (Vaccaro *et al.*, 1999; Colina *et al.*, 2000; Quijano y Montoya, 2000; López y Vaccaro, 2002; Rodríguez *et al.*, 2007; Ramírez, 2008; López *et al.*, 2009; Montoni *et al.*, 2010; Cárdenas y Parra, 2012).

Cuadro 7. Estadística descriptiva para todas las variables

Carácter (unidad)	n	Promedio no ajustado	Promedio ajustado	D.E.	C.V.	Mínimo	Máximo
PTOTAL (kg)	1279	3148,9	-	1473,2	47,5	0	7749,0
DL (días)	1279	243,0	-	88,6	36,5	2	573
PL244 (kg)	1279	2819,0	2613,1	1159,1	42,3	0	5713,3
IEP (días)	836	407,5	378,2	102,3	25,1	296	829
PDIEP (kg/día)	836	8,99	8,35	3,2	35,6	0	18,9
EPP (meses)	565	27,42	27,58	1,7	10,9	23,7	41,9
GDP (kg/día)	323	0,781	0,800	0,08	10,3	0,509	1,040

En cuanto a los valores de promedio ajustado y no ajustado para PL244, ambos se encuentran por encima de valores reportados anteriormente, tanto para animales mestizos como para F₁ (Isea, 1994; Vaccaro *et al.*, 1999; Pino *et al.*, 2009; Rodríguez y Martínez,

2010) pero inferiores a valores de vacas puras de la raza Holstein mantenidas en condiciones tropicales (Colina *et al.*, 2000). En el Cuadro 7 también se puede observar el promedio de IEP (ajustado y no ajustado) y el mismo se encuentra por debajo de la mayoría de los valores señalados en fincas con animales mestizos con tendencia al doble propósito (Zambianchi *et al.*, 1999; López y Vaccaro, 2002; Osorio y Segura, 2006; Rodríguez *et al.*, 2007; Ramírez, 2008; Pérez y Gómez, 2009; Vergara *et al.*, 2009; Mejía *et al.*, 2010), aunque existen datos observados iguales o menores en sistemas especializados en producción de leche con hembras F₁ (Atencio *et al.*, 2000; García *et al.* 2010; Padilla y Chacón, 2006; López *et al.*, 2009; Montoni *et al.*, 2010; Cárdenas y Parra, 2012).

Para el carácter PDIEP se encontraron promedios ajustados y no ajustados iguales o ligeramente mayores que los señalados para sistemas similares con la misma proporción racial (López y Vaccaro, 2002; López *et al.*, 2009; Montoni *et al.*, 2010). El valor de promedio ajustado de EPP es menor, en al menos tres meses, en comparación a los valores reportados para este carácter tanto para hembras F₁ como para otros grupos raciales en sistemas de producción de leche (Ramírez, 2008; López *et al.*, 2009; Vergara *et al.*, 2009, Mejía *et al.*, 2010; Cárdenas y Parra, 2012; Singh *et al.*, 2016), lo que demuestra que bajo condiciones adecuadas de manejo y alimentación las vacas F₁ pueden lograr mejor comportamiento como se esperaría por ser animales cruzados. Finalmente, con relación a la GDP se encontraron referencias provenientes de rebaños de animales mestizos, dentro de los cuales existen animales F₁ de distintas razas, inclusive algunos con tendencia a la producción de carne (Perozo *et al.*, 1994; Atencio *et al.*, 2000; González *et al.*, 2006) y los valores obtenidos en la presente investigación resultaron ser mayores.

5.2 Análisis de Varianza

Al aplicar los modelos correspondientes a cada una de las bases de datos se obtuvieron los valores de F que indican los niveles de significancia de cada efecto fijo, la varianza de padre (efecto aleatorio), la varianza del error, las medias ajustadas por cada nivel de efecto fijo y los errores estándar.

En el Cuadro 8 se muestran los valores de F y la significancia estadística para las primeras tres variables (PL244, IEP y PDIEP). Inicialmente se puede observar que el efecto

de AP resultó ser altamente significativo ($P < 0,01$) para esas tres variables, con valores de F superiores a 5,0. Lo que indica que las diferencias en las condiciones particulares de cada año evaluado (manejo, clima, alimentación, etc.) influyen en la expresión de estos tres caracteres productivos, resultados coincidentes con la mayoría de los señalados por otros autores (Zambianchi *et al.*, 1999; Colina *et al.*, 2000; Quijano y Montoya, 2000; Contreras *et al.*, 2002; López y Vaccaro, 2002; Pérez y Gómez, 2009; Pino *et al.*, 2009; García *et al.*, 2010; Mejía *et al.*, 2010; Rodríguez y Martínez, 2010; Cárdenas y Parra, 2012), aunque existen resultados donde no se ha observado dicho efecto (López *et al.*, 2009; Vergara *et al.* 2009).

Por su parte la EP solo afectó al IEP ($P < 0,01$) como en algunas referencias encontradas (Zambianchi *et al.*, 1999; Pérez y Gómez, 2009; García *et al.*, 2010; Mejía *et al.*, 2010; Rodríguez y Martínez, 2010). Sin embargo, difiere con el resultado obtenido por Osorio y Segura (2006). Esta misma variable no se vio afectada por la EPOP, que en la mayoría de los resultados revisados si tiene efecto significativo (Atencio *et al.*, 2000; López y Vaccaro, 2002; Pérez y Gómez, 2009; Pino *et al.*, 2009; Vergara *et al.* 2009; Cárdenas y Parra, 2012), igualmente que sobre las variables PL244 y PDIEP.

En el caso de las interacciones, las variables IEP y PL244 se vieron afectadas por AP*EPOP ($P < 0,01$), mientras que AP*EP solo afectó la PDIEP ($P < 0,05$). Además la EP*EPOP se incluyó en los tres modelos y sólo tuvo efecto sobre la PL244 ($P < 0,05$). Para finalizar, la covariable PTOTAL mostró un efecto sobre el IEP ($P < 0,01$), lo que indica que los niveles de producción de leche por lactancia influyen sobre la duración del intervalo entre partos, como ha sido reportado y explicado anteriormente (González, 1980; Pérez y Gómez, 2009). Para el modelo de PL244 el efecto AP fue el que tuvo el mayor valor de F mientras que para IEP fue la covariable PTOTAL y en el caso de PDIEP fue la EPOP.

Cuadro 8. Resumen de los análisis de variancia para PL244, IEP y PDIEP

Fuente de Variación	Valor de F - nivel de significancia		
	PL244	IEP	PDIEP
Efectos Fijos			
Año de Parto (AP)	8,73 **	5,81 **	5,37 **
Edad al parto (EP)	2,27 ns	5,72 **	0,04 ns
Época de parto (EPOP)	6,91 **	0,36 ns	6,93 **
AP*EP	1,04 ns	0,32 ns	4,69 *
AP*EPOP	4,13 **	4,38 **	-
EP*EPOP	2,54 *	1,13 ns	1,06 ns
PTOTAL	-	108,32 **	-
Efecto Aleatorio	σ^2	σ^2	σ^2
Padre	159485	-	0,2749
Error	1116434	8059,0	9,1446

*P < 0,05, ** P < 0,01, ns: no significativo

Continuando con los resultados de los análisis de variancia, en el Cuadro 9 se muestran los dos caracteres restantes, EPP y GDP, y se puede observar que en el primer caso el AN y la interacción AN*MN afectaron (P < 0,01 y P < 0,05 respectivamente), lo que indica la importancia que tienen el manejo y las condiciones ambientales (que cambian tanto entre años y meses) sobre la EPP, resultados que coinciden con lo señalado por Mejía *et al.* (2010), y en el segundo caso se evidencia el efecto que la EM (P < 0,05) y el AN (P < 0,01) tienen sobre la GDP. La discusión de los resultados se hará en función a los efectos que resultaron ser significativos estadísticamente para cada uno de los caracteres, sin embargo en los cuadros presentados como anexos (Cuadros 13 al 17) se presentan los resultados de promedios ajustados, no ajustados y errores estándar obtenidos para todos los niveles de los efectos simples incluidos en cada modelo y las interacciones significativas estadísticamente.

Cuadro 9. Resumen de los análisis de variancia para EPP y GDP

Fuente de Variación	Valor de F - nivel de significancia	
	EPP	GDP
Efectos Fijos		
Año de nacimiento (AN)	7,39 **	11,34 **
Edad de la madre (EM)	0,85 ns	2,05 *
Mes de nacimiento (MN)	1,04 ns	0,50 ns
AN*EM	0,50 ns	0,34 ns
AN*MN	2,81 *	-
Efecto Aleatorio	σ^2	σ^2
Padre	-	0,000107
Error	2,6129	0,0055

*P < 0,05, ** P < 0,01, ns: no significativo

a. Producción de leche corregida a los 244 días (PL244)

Como se indicó anteriormente, la PL244 fue afectada por el AP, EPOP y las interacciones de EPOP con AP y con EP. En la Figura 2 se presentan las medias ajustadas de PL244 para cada año evaluado, y se observa un promedio superior en aproximadamente 250 kg de leche de 2012 sobre 2011 que representa un 9,6 % y de 422,7 kg de superioridad de 2012 sobre 2013 que se traduce en 17,5 %, siendo esta última diferencia la única con significancia estadística ($P < 0,05$), y que es superior a la señalada por otros autores donde no sobrepasa los 300 kg de leche entre diferentes años evaluados en rebaños lecheros doble propósito (Pino *et al.*, 2009; Rodríguez y Martínez, 2010).

Se debe señalar que a pesar del manejo más controlado al que son sometidas las vacas del rebaño evaluado, el efecto de AP sigue siendo alto, lo que puede deberse entonces a la alta incidencia de los factores climáticos y otros factores no genéticos que escapan del control y afectan la expresión del carácter.

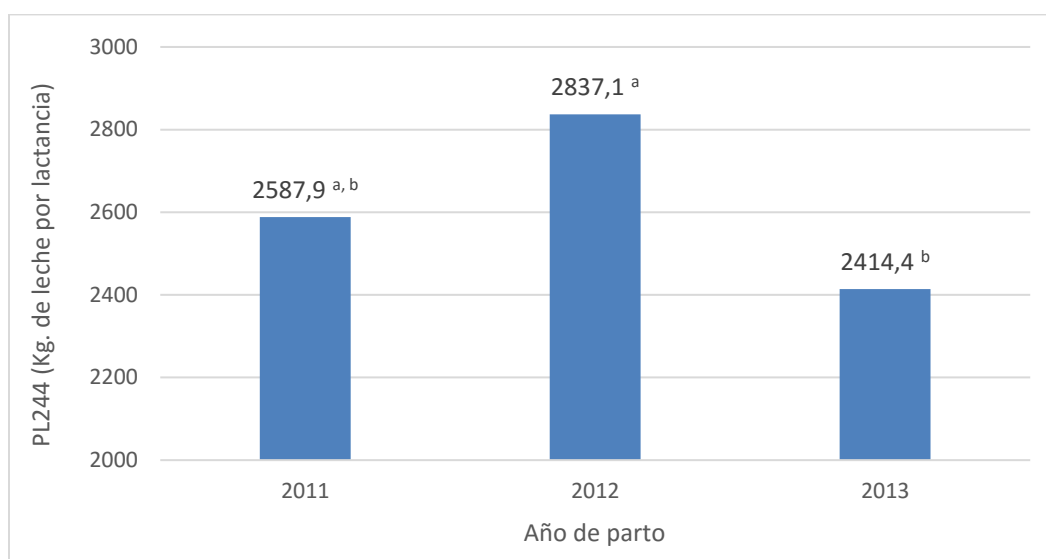


Figura 2. Efecto de Año de parto sobre PL244 para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

En la Figura 3 se muestran los resultados referidos al efecto de la EPOP sobre la PL244. Allí se observa un decrecimiento progresivo en los niveles productivos a lo largo del año y que la época en la que paren los animales y son más productivos es la 1, que incluye los meses de diciembre a febrero. La media ajustada de PL244 para la EPOP 1 es superior al peor trimestre que resultó ser EPOP 4 (septiembre – noviembre) en 24,1 % (567,9 kg), y a su

vez es diferente $P < 0,05$ a todas las demás épocas, mientras que estas son estadísticamente iguales entre ellas. Esta diferencia encontrada entre las distintas épocas es muy superior a la señalada con anterioridad para rebaños lecheros con vacas mestizas en donde la variación entre épocas no supera el 5 % (Rodríguez y Martínez, 2010).

Por otro lado, estos resultados coinciden con el patrón de precipitaciones registrado, ya que las lactancias iniciadas en los meses de la época 1 ocupan su mayor espacio de tiempo durante las épocas 2 y 3, cuando se encuentran los meses de mayores precipitaciones (Figura 1), lo que implica mejores condiciones para la producción láctea, contrariamente a lo que ocurre con las lactancias iniciadas en la época 4, ya que gran parte de ellas transcurren durante los meses de la época seca.

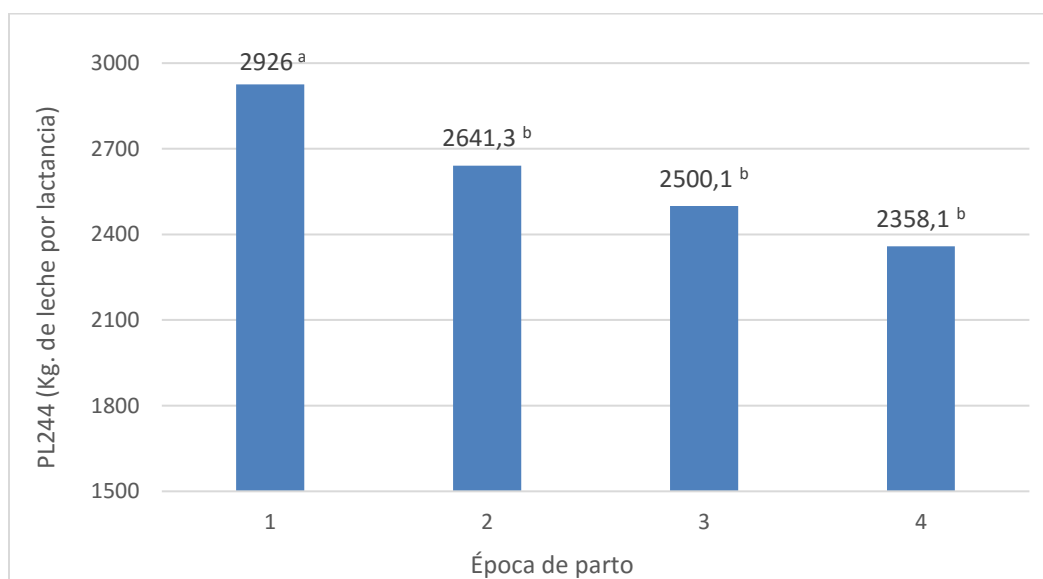


Figura 3. Efecto de la Época de parto sobre PL244 para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

En el caso de la interacción AP*EPOP en la Figura 4 se observa el cambio en los niveles de PL244 para las diferentes épocas en cada uno de los años, la época 1 se mantiene con la mayor producción en 2011 y 2012, y cae al segundo lugar en 2013 al ser superada por la época 2 en 3,6 %. Por su parte, los menores niveles de producción se observan en la época 4 para los años 2011 y 2013 y en la época 3 en 2013, siendo la mayor diferencia encontrada de 1234,3 kg de leche (60,5 %) entre 2012-1 y 2013-4. Esta diferencia entre niveles de la interacción AP*EPOP resultó ser muy superior al ser comparada con otras reportadas, donde

la máxima diferencia estuvo alrededor de los 500 kg entre épocas de distintos años para vacas lecheras mestizas de segunda lactancia (Rodríguez y Martínez, 2010).

En cuanto a las diferencias estadísticas ($P < 0,05$) se tiene que existe un grupo superior a los demás integrado por la época de parto 1 en los años 2011 y 2012, época 3 del año 2011 y las épocas 2 y 4 del año 2012 que están por encima de los 2730 kg (PL244) evidenciándose de esta forma la alta variabilidad en el comportamiento de las vacas para cada época en años diferentes.

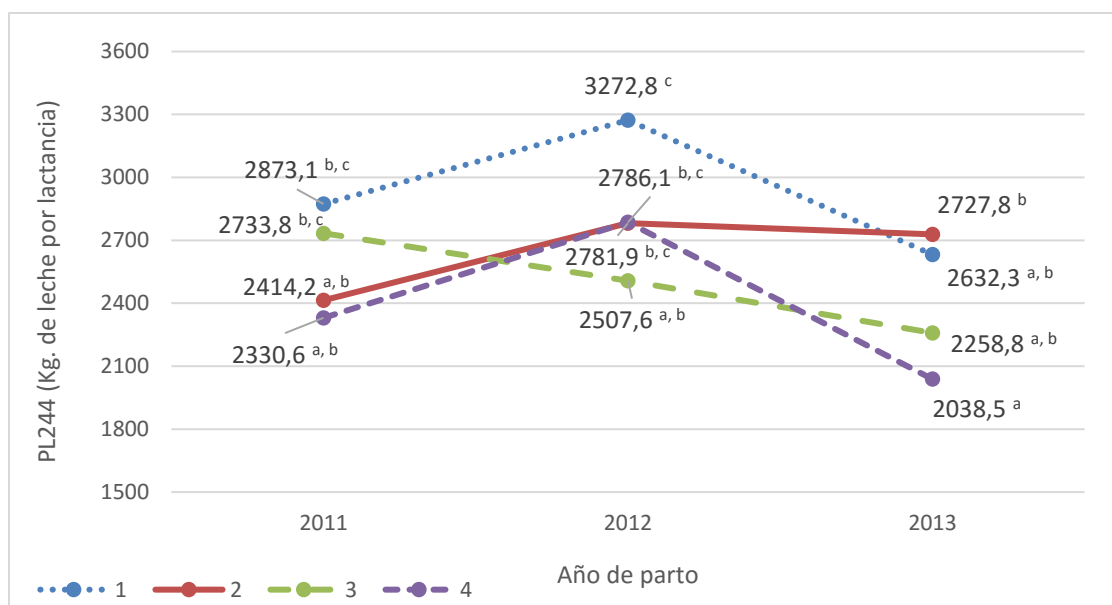


Figura 4. Efecto de la interacción AP*EPOP sobre PL244 para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

En la Figura 5 se encuentran representados los promedios ajustados de PL244 según la interacción EPOP*EP, allí se puede observar que para dos épocas (1 y 2) los mayores promedios de PL244 los obtuvieron las vacas que paren con 4 años de edad, siendo más marcada esa superioridad (18,7 %) en la época 1 con respecto a los otros dos grupos de edad. En la época 3 todos los grupos de edad tienen promedios estadísticamente iguales con tendencia a ser menos productivas las vacas que parieron con dos años. Por otro lado, en la época 4 ocurre lo opuesto, ya que las vacas más jóvenes (2 años) mostraron niveles productivos más altos que los otros dos grupos en al menos 13,9 % y es estadísticamente diferente al peor grupo de edad, que son las vacas de tres años. No se encontraron referencias donde se estudie el efecto del AP*EP para la producción de leche corregida a los 244 días.

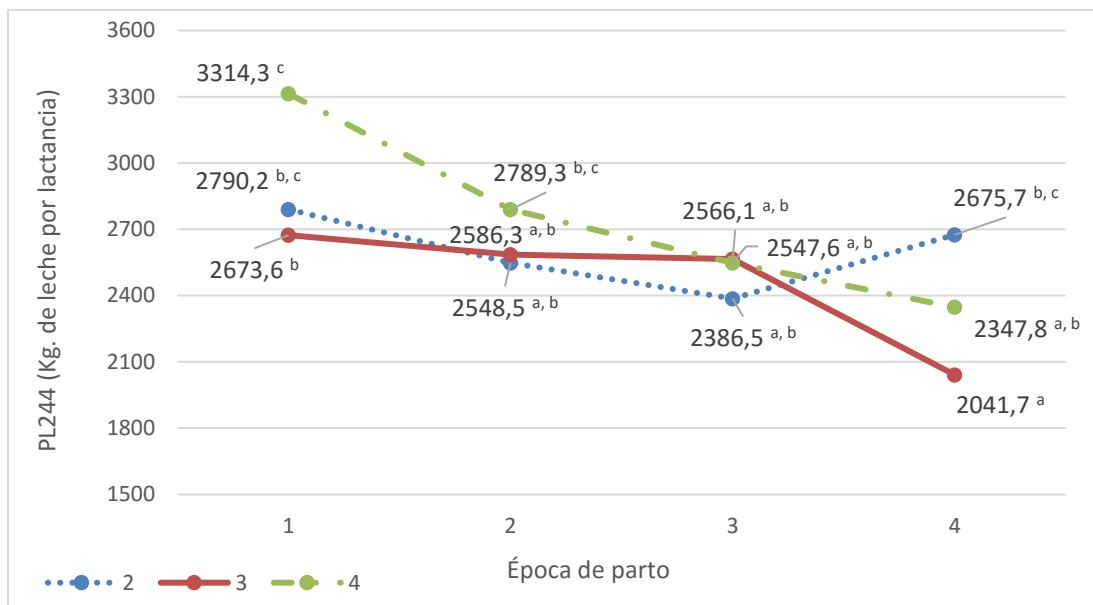


Figura 5. Efecto de EPOP*EP sobre PL244 para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

b. Intervalo entre partos (IEP)

Los resultados del modelo de IEP indicaron que el AP, la EP y la interacción de AP*EPOP tuvieron efectos estadísticamente significativos, asimismo la covariable PTOTAL. En el primer caso (Figura 6) se muestran los valores de promedio ajustado de IEP según el AP, obteniéndose intervalos más largos en 2012 en un 14,2 % con respecto al 2013, cuando se encuentra el promedio ajustado de intervalo más corto (357.3 d). Esta diferencia se encuentra cerca del límite inferior del rango de algunos resultados señalados previamente para vacas cruzadas en sistemas doble propósito tropicales donde la mayor diferencia encontrada para los promedios de IEP entre años está entre el 13,0 y el 42,0 % (Atencio *et al.*, 2000; Mejía *et al.*, 2010; Pino *et al.*, 2009; Rodríguez y Martínez, 2010; López y Vaccaro, 2012), resultados que son esperados, ya que al ser un sistema de producción más controlado se tiene como consecuencia un manejo más uniforme entre los años en comparación con otros sistemas. La prueba de medias arrojó que el 2013 y 2011 son estadísticamente iguales pero diferentes ($P < 0,05$) al peor año (2012). Es necesario señalar que este resultado coincide con que en el 2012 fue cuando se obtuvo el promedio más alto de PL244, lo que es acorde con lo esperado, ya que lactancias de mayores niveles de producción inciden negativamente sobre la tasa de preñez de vacas, lo que alarga el intervalo entre partos.

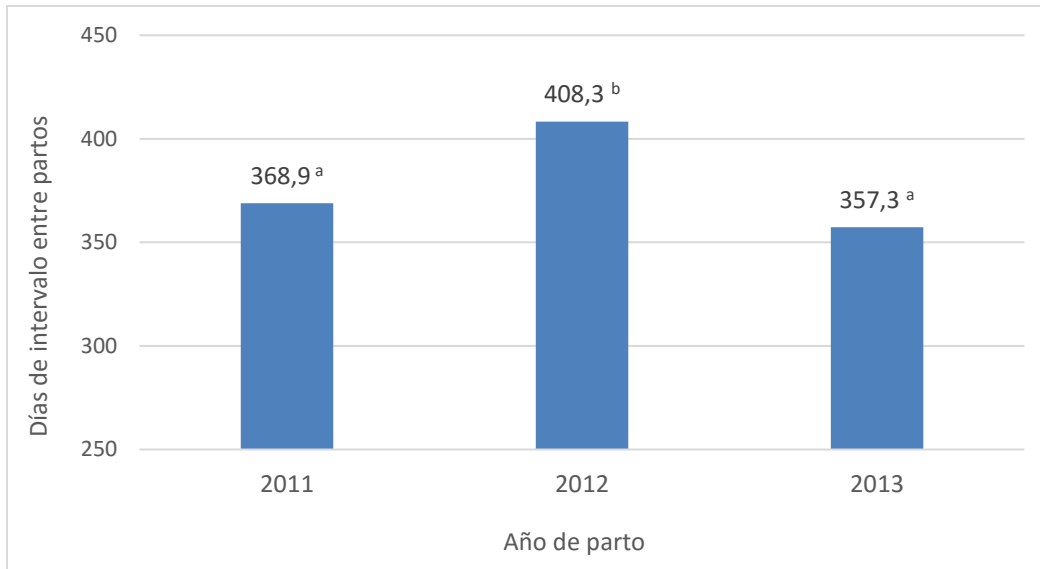


Figura 6. Efecto del año de parto sobre IEP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

Por su parte en la Figura 7 se muestra el efecto de la EP sobre el IEP, y se observa que vacas más jóvenes tienen intervalos más largos, y que a medida que la edad se incrementa el promedio ajustado de IEP se va haciendo más corto, contrario a lo observado en algunos rebaños de Holstein puro en Brasil, donde sucede que a mayor edad aumenta levemente el promedio de IEP (Costa, 1980; Manso *et al.*, 1980; Zambianchi *et al.*, 1999), aunque sería necesario evaluar niveles superiores de este efecto, es decir, vacas de más de 4 años para poder ofrecer alguna conclusión definitiva. En este caso el promedio ajustado obtenido es un 19,6 % menor para vacas con 4 años *versus* las que paren a los 2 años de edad, diferencia que resultó ser estadísticamente significativa $P < 0.05$. Esto puede ocurrir porque las hembras F₁ son generalmente más precoces que otros genotipos de razas puras tropicales y los animales jóvenes se encuentran menos desarrollados y sumado al gasto energético que ocurre durante la lactancia, se impide que la función reproductiva se exprese adecuadamente hasta la edad adulta, por lo que se genera un primer intervalo entre partos más largo que los posteriores.

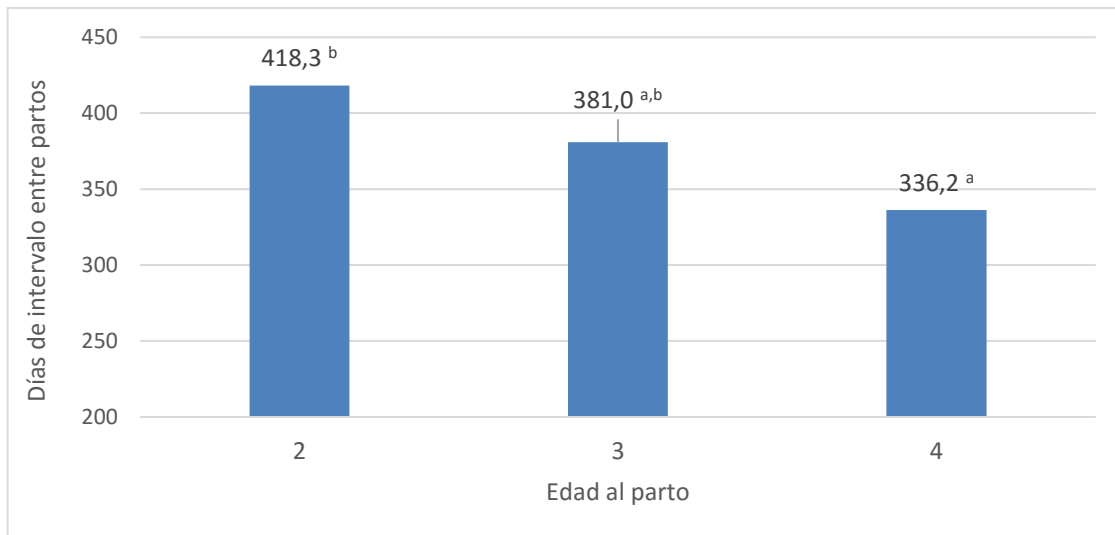


Figura 7. Efecto de la edad al parto sobre IEP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

La interacción AP*EPOP fue el otro efecto que tuvo influencia significativa ($P < 0,01$) sobre el IEP, en la Figura 8 se tienen los promedios ajustados para cada nivel y se observa que en cada año el comportamiento de los animales en cada época fue distinto. La EPOP 1 fue cuando las vacas tuvieron peores IEP en dos años (2011 y 2013) pero fue la de mejor resultado en el año 2012 (385,1 d), comportamiento completamente opuesto a la época 3, en la que las vacas tuvieron los mejores IEP en 2011 y 2013 con 352,5 y 353,4 días respectivamente y el peor en 2012 con 430,9 días.

La mayor diferencia encontrada fue de 78,4 días, que representa el 18,2 % de superioridad de los IEP de vacas que parieron en la época 3 del año 2011 *versus* la misma EPOP del 2012, resultado que se encuentra por debajo de lo observado por Pino *et al.*, (2009), quienes en un rebaño de vacas mestizas lecheras en un sistema doble propósito registraron que la mayor diferencia de IEP para esta interacción fue de casi el 40 % (248 d), lo que puede reflejar un manejo más uniforme a lo largo del tiempo en el sistema lechero más intensivo del hato en estudio, además de las diferencias inherentes al genotipo. En cuanto a los resultados de la prueba de medias, se evidencia que el grupo conformado por las EPOP 2 y 3 del 2012 y la EPOP 1 del 2013 tuvieron los IEP más largos y se diferencian ($P < 0,05$) del grupo con IEP más cortos.

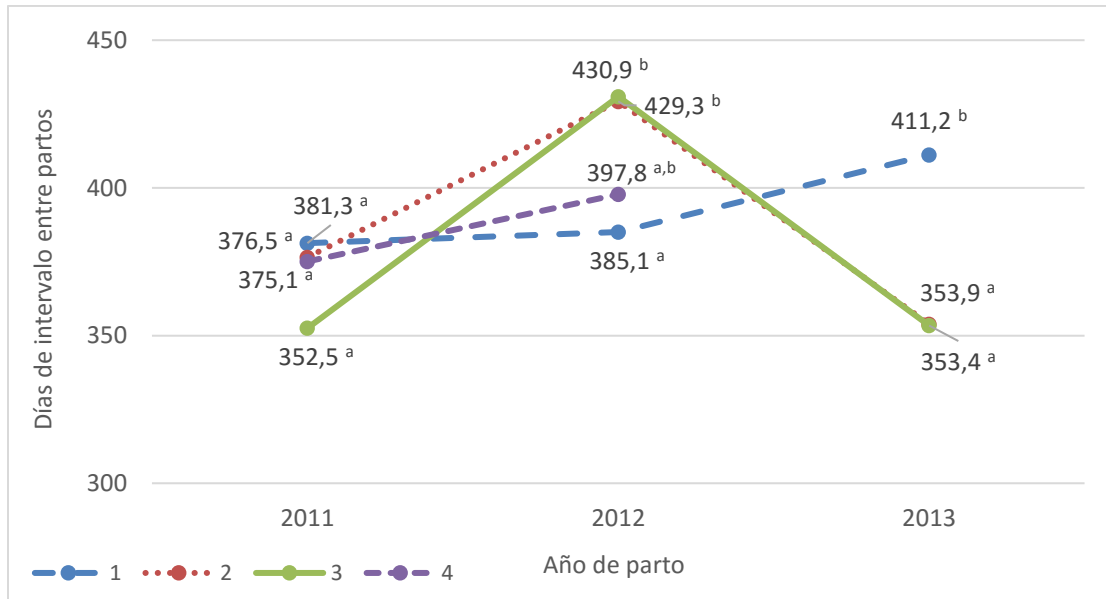


Figura 8. Efecto de la interacción AP*EPOP sobre IEP para un rebaño de vacas F1 Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

Finalmente, resultó que la PTOTAL afecta de manera significativa ($P < 0,01$) y obtuvo el mayor valor de F en el modelo IEP, obteniéndose un estimador igual a 0,02715, que se puede interpretar que por cada 100 kg de leche que aumenta la PTOTAL, el IEP aumenta en 2,7 días, por lo que se espera que vacas con altos volúmenes de producción de leche tiendan a tardar más en preñarse y, por lo tanto, se alargue el periodo que hay entre un parto y el siguiente. Este efecto ha sido observado y reportado ampliamente en vacas lecheras de diferentes razas (González, 1980; Hansen *et al.*, 1983; Zambianchi *et al.*, 1999; López *et al.*, 2009; Pérez y Gómez, 2009), por lo que es recomendable identificar y seleccionar vacas que tengan un comportamiento adecuado para los dos caracteres, ya que se espera que si una hembra es muy sobresaliente en alguno de los dos caracteres, el otro se vea perjudicado, así como su productividad a largo plazo.

c. Producción de leche por día de intervalo entre partos (PDIEP)

Para el carácter PDIEP, se obtuvo mediante el análisis de varianza que los efectos con algún grado de significancia fueron AP, EPOP y la interacción AP*EP. En la Figura 9 se muestra el efecto del AP, siendo el 2011 superior a los otros dos años en al menos 13,1 %, llegando los niveles de producción hasta 9,12 kg, de leche, lo que indica que las lactancias

iniciadas ese año fueron de mayor producción de leche y de menores IEP. La mayor diferencia encontrada es de 1,25 kg lo que representa el 15,8 %, valor que se encuentra muy cerca del límite inferior del rango encontrado para este efecto que va desde 16 al 21 % para la mayor diferencia entre años en rebaños doble propósito con vacas mestizas (López *et al.*, 2009 y López y Vaccaro, 2002). Adicionalmente, el 2011 difiere estadísticamente de los otros dos, los cuales resultaron ser iguales ($P > 0,05$) entre ellos.

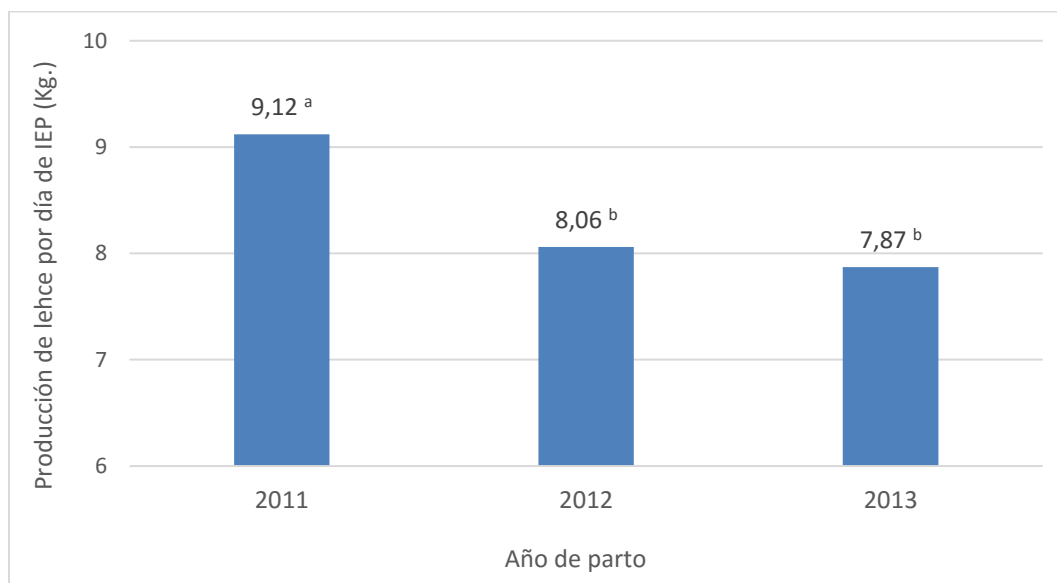


Figura 9. Efecto de Año de parto sobre PDIEP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

Por su parte, en la Figura 10 están representados los promedios ajustados de PDIEP según la EPOP, y se observa que en las épocas 1 y 2 fue cuando se obtuvieron los mayores valores con 9,37 y 8,66 kg de leche por día de IEP respectivamente, y la mayor diferencia encontrada fue de 1,73 kg, lo que representa 22,6 % de superioridad del promedio ajustado de PDIEP en la época 1 *versus* la época 4, debido probablemente a que las lactancias iniciadas en los meses de la época 1 (diciembre, enero y febrero) transcurren su mayor parte en la época de lluvias y, por tanto, con mejoras en la disponibilidad de alimento de superior calidad y menor estrés, dando como resultado una mayor producción de leche, lo que incide sobre el carácter PDIEP, mientras que las lactancias iniciadas en la EPOP 4 transcurren durante la época seca. Esta diferencia se encuentra muy por encima de la señalada por López *et al.* (2009) que fue de apenas el 9 % entre épocas. Sin embargo, allí sólo se tenían dos épocas al año (lluviosa y sequía) y, además, que era un rebaño manejado en condiciones menos

intensivas y con animales cruzados de diferentes proporciones raciales (*Bos indicus* y *Bos taurus*). La prueba de medias realizada muestra que las EPOP 1 y 2 son iguales entre ellas y, a su vez, la EPOP 1 difiere de las épocas 3 y 4 ($P < 0,05$), que también son iguales estadísticamente entre ellas.

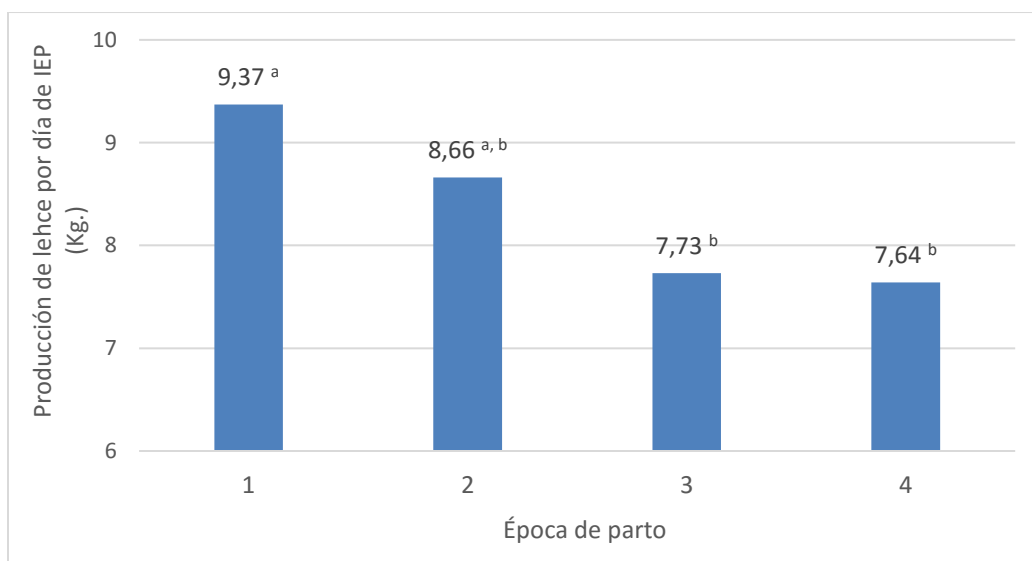


Figura 10. Efecto de la Época de parto sobre PDIEP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

El efecto que tiene la interacción AP*EP se puede observar en la Figura 11. Para el 2011 las vacas que parieron con dos años de edad obtuvieron un promedio ajustado mayor que las de 3 ó 4 años en 16,7 %, mientras que en los dos años posteriores (2012 y 2013) el comportamiento de las vacas con 3 ó 4 años de edad fue superior en 11,7 y 10,0 % que las de dos años respectivamente. También se puede observar que el comportamiento de las vacas que parieron con 3 ó 4 años de edad fue más uniforme en los años, pudiendo indicar que vacas más jóvenes pueden ser más susceptibles a los cambios en el manejo y las condiciones ambientales. Por otro lado, es necesario acotar que las hembras que parieron con dos años de edad en el 2011 tuvieron un promedio ajustado superior y estadísticamente diferente ($P < 0,05$) a aquellas que lo hicieron con esa misma edad pero durante el 2012 y 2013. No se encontraron resultados reportados donde se incluyera esta interacción para este carácter.

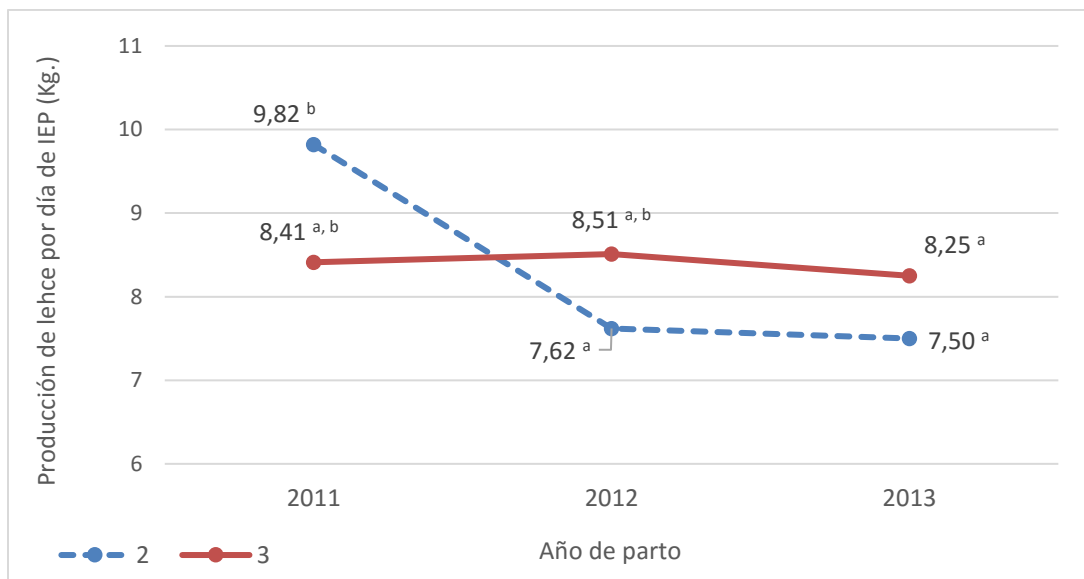


Figura 11. Efecto de la interacción AP*EP sobre PDIEP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

d. Edad al primer parto (EPP)

Con respecto al carácter EPP se tiene, en primer lugar, que fue afectado estadísticamente ($P < 0,05$) por el AN y por la interacción de AN*MN. En la Figura 12 se observa que en el año de nacimiento 2011 las vacas obtuvieron el promedio ajustado más alto de los tres años evaluados (28,01 meses), siendo igual estadísticamente al 2010, pero ambos diferentes ($P < 0,05$) al 2009. En este último las vacas parieron en promedio a los 27,07 meses, prácticamente un mes antes que el año 2011. La diferencia porcentual fue de 2,23 y 3,34 % del año 2009 *versus* el promedio de EPP del 2010 y 2011 respectivamente, y es menor que la reportada previamente para vacas lecheras cruzadas en condiciones tropicales, en donde se observa una diferencia máxima de 15 % entre distintos niveles de este efecto (Mejía *et al.*, 2010).

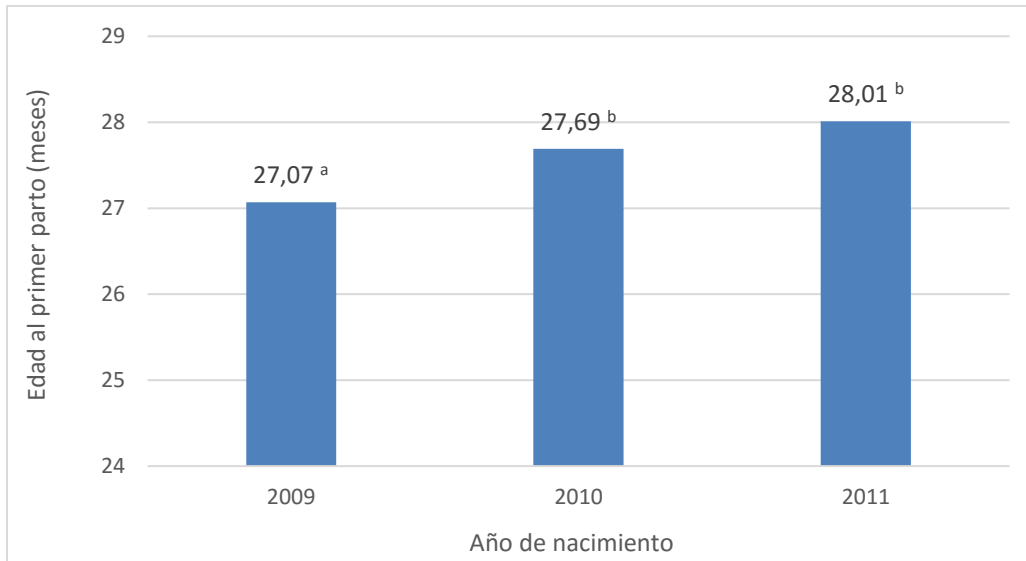


Figura 12. Efecto de Año de nacimiento sobre EPP para un rebaño de vacas F1 Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

En el caso de la interacción AN*MN en la Figura 13 se observan los resultados de los promedios ajustados y, como es lógico esperar, es clara la tendencia de que para el año 2011 se encuentren los valores más altos de EPP. Sin embargo, existen diferencias entre los meses, ya que para las hembras nacidas en enero y febrero de ese año los promedios son estadísticamente iguales al menor valor de todos, el cual se obtuvo para las hembras nacidas en febrero de 2009 (26,82 meses). Allí mismo se puede observar que, en líneas generales, el comportamiento de la EPP de los meses para el 2009 y 2011 fue similar, al ser enero y febrero los meses con los mejores promedios, con la diferencia que en 2009 todos los meses son iguales estadísticamente. En el 2010 los mejores promedios se obtuvieron para hembras nacidas en marzo y abril. Para finalizar, los meses con los peores promedios corresponden a febrero de 2010 (28,49 meses) y marzo y abril de 2011 (28,57 y 28,93 meses, respectivamente). Para esta interacción no se encontraron resultados reportados previamente donde se muestre su influencia sobre la EPP.

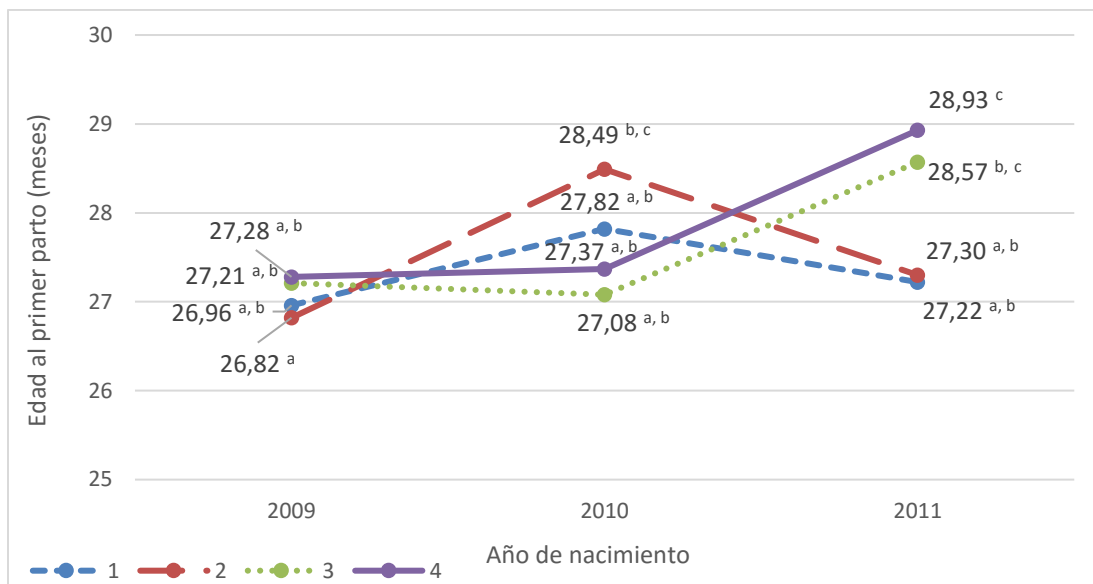


Figura 13. Efecto de la interacción AN*MN sobre EPP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

e. Ganancia diaria de peso promedio predestete (GDP)

En el caso de la GDP, en la Figura 14 se muestran los promedios ajustados obtenidos según el efecto de la EM, que junto con el AN fueron los efectos que afectaron estadísticamente ($P < 0,05$) a la GDP. Inicialmente, los valores más bajos se obtuvieron de madres con 3 y 8 años de edad al parto (0,776 y 0,792 kg respectivamente), y son estadísticamente ($P < 0,05$) diferentes al mayor promedio, que proviene de madres con 7 años con 0,826 kg/día. Este comportamiento coincide con lo esperado, ya que madres muy jóvenes o de edad avanzada tienden a producir menos leche, lo que se ve reflejado en la disminución de la ganancia diaria de peso promedio predestete y, como consecuencia, estas vacas destetan crías menos pesadas, debido a que la alimentación primordial en esa etapa de la vida es la leche materna. La mayor diferencia encontrada corresponde a 0,05 kg de superioridad de vacas con 7 años *versus* vacas de 3 años de edad al parto, que porcentualmente representa 6,8 %.

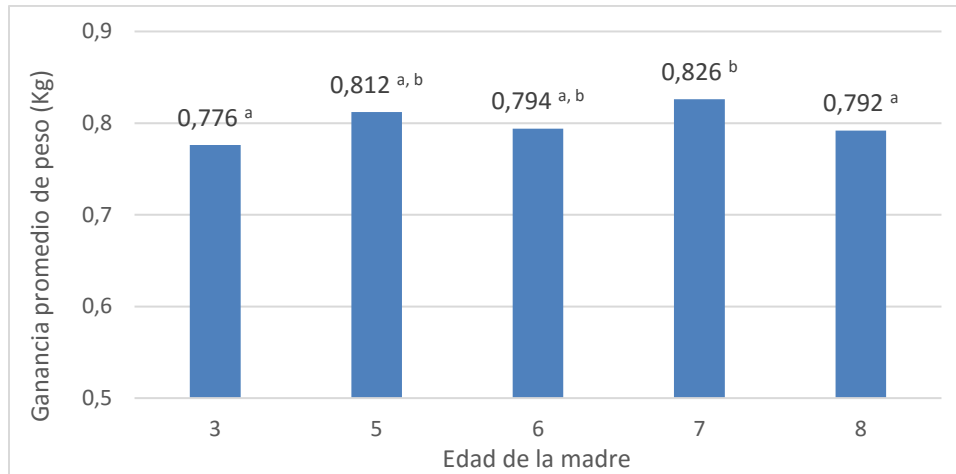


Figura 14. Efecto de Edad de la madre al parto sobre GDP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

Por último, se tiene en la Figura 15 el efecto del AN sobre la GDP, y se observa que los dos años fueron diferentes ($P < 0,05$) estadísticamente, con una superioridad del 2011 sobre el 2010 de 0,052 kg, diferencia de 7,18 %. Como era de esperar el AN es un efecto no genético importante sobre el crecimiento, ya que en este efecto están reflejadas las diferencias en condiciones tanto climáticas como de manejo asociadas a los diferentes años y que afectan principalmente la disponibilidad y calidad del alimento, aspectos que son determinantes en el desarrollo de los animales y que se ve reflejado en su comportamiento productivo. No se encontraron referencias en las que se señale el efecto de EM y AN sobre la GDP en vacas F₁ en regiones tropicales. Sin embargo su comportamiento sigue la tendencia de animales en sistemas de producción de carne.

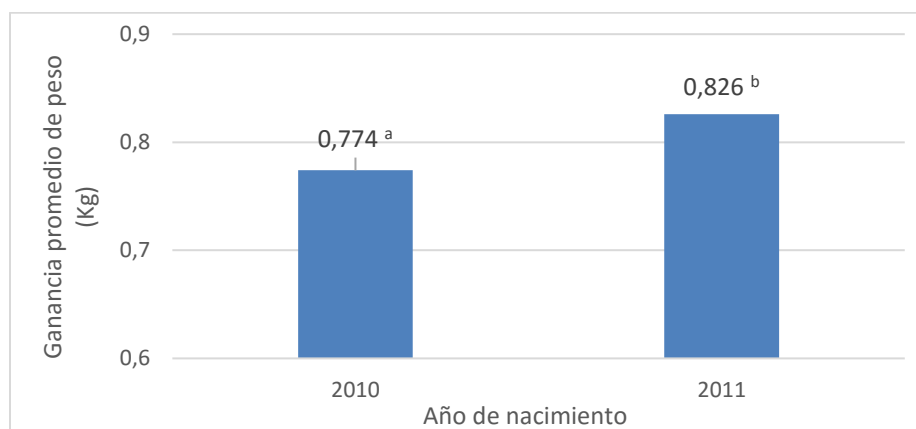


Figura 15. Efecto del Año de nacimiento sobre GDP para un rebaño de vacas F₁ Holstein – Brahman ubicado en el estado Cojedes

5.3 Causas de eliminación de vacas del rebaño

a. Generalidades

Luego de resumir y cuantificar las causas de eliminación durante el periodo de evaluación, se encontraron tres posibles estatus para una vaca: 1.- **Activa**, que representa un animal en producción, 2.- **Muerta**, por enfermedad o causa desconocida y 3.- **Eliminada**, animal que ya ha salido del sistema por causas conocidas (clasificadas en seis diferentes causas) o no. En el Cuadro 10 se encuentra resumida la información y allí se puede observar que poco más del 62 % de las vacas que han finalizado al menos una lactancia se encuentran activas dentro del sistema y 36,4 % han sido eliminadas, quedando clasificadas en el estatus como muertas sólo el 1,2 %, en su mayor parte por razones desconocidas (55,6 %).

En el caso de las razones por las que se eliminaron vacas, la causa conocida de mayor importancia ha sido la baja producción de leche, que ha generado 20,9 % de las eliminaciones, seguida por la mastitis con 16,0 % y los problemas reproductivos en tercer lugar con 12,4 %. Es necesario señalar que para una proporción importante (45,7 %) de eliminaciones no existe causa especificada, lo que representa un indicativo de que se puede mejorar la prueba de producción para poder realizar un diagnóstico más preciso. Las otras tres causas de eliminación son: abortos, enfermedades y defecto de ubre que juntas suman el 5,0 % de las eliminaciones.

Estas causas de eliminación ya han sido señaladas con anterioridad por diferentes autores (Cardozo y Vaccaro, 1983a, b; Cardozo y Vaccaro, 1984; Ronda y Fernández, 1988; González, 1990; Guillen, 1994; Jadhav *et al.*, 1994; Lemos *et al.*, 1996; Florio, 2000). Sin embargo, en la mayoría de los trabajos la principal causa de eliminación de vacas ha sido problemas reproductivos, que como se pudo observar en este caso es la tercera causa, después de la baja producción de leche y de la mastitis. Inclusive, si se incluyen los abortos dentro de esa categoría, esta seguiría en el tercer lugar. Chirinos *et al.* (1999) también observaron en un rebaño de animales mestizos, donde se incluye la raza Holstein, que la mayor causa de salida de vacas (40,8 %) es la baja eficiencia reproductiva, al ser comparada con otros tipos raciales.

Con respecto a la aparición de la mastitis como segunda causa de eliminación, el valor encontrado (16,0 %) se encuentra dentro del rango reportado por los mismos autores, que va desde 1,6 al 23,2 % del total de eliminaciones, lo que se puede deber al nivel de intensidad del sistema, a su vez asociado con el nivel de producción de las vacas, ya que mientras es mayor, los problemas asociados a la ubre tienden a aumentar (Lemos *et al.*, 1996). Sin embargo, no se debe descartar que el proceso de asepsia durante el ordeño deba ser mejorado y controlado para evitar la incidencia de mastitis dentro del rebaño.

Cuadro 10. Estatus, número, porcentaje y causas de eliminación de F₁

Estatus de la Vaca	n	% del Total	
Activas	483	62,4	
Muertas	9	1,2	
Eliminadas	282	36,4	
Total	774^a	100	
Causas de Muerte	n	% del Total	% de muertes
Accidental	1	0,1	11,1
Enfermedad	3	0,5	33,3
Causa desconocida	5	0,6	55,6
Total	9	1,2	100,0
Causas de Eliminación	n	% del Total	% de eliminadas
Aborto	7	0,9	2,5
Mastitis	45	5,8	16,0
Enfermedad	2	0,3	0,7
Defecto de ubre	5	0,6	1,8
Baja reproducción	35	4,5	12,4
Baja producción de leche	59	7,6	20,9
Causa desconocida	129	16,7	45,7
Total	282	36,4	100,0

^aVacas con al menos una lactancia cerrada

El hecho que en el rebaño evaluado la principal causa de salida sea la baja producción de leche, a diferencia de lo señalado por otros autores, puede deberse a que la intensidad del sistema y el nivel alto de producción de estas vacas hacen que las menos productivas sean más evidentes y susceptibles de ser eliminadas, así como influye también en el aumento de la incidencia de mastitis, aunado al hecho que este rebaño se encontraba para esa época en crecimiento, por lo que la gran parte de las eliminaciones se encontraron en el ámbito de producción de leche.

b. Según el número de lactancia de la F₁

Con la finalidad de describir con mayor detalle la dinámica de las eliminaciones hechas en las vacas del rebaño, se muestra en el Cuadro 11 un resumen donde se puede observar el número de vacas activas, muertas y las eliminadas durante todo el periodo evaluado dependiendo del número de lactancia en que la vaca se encuentra.

En primer lugar, los totales de cada estatus de vaca se corresponden con los reportados en el Cuadro 10. En segundo lugar, se muestran para cada estatus (activas, muertas y eliminadas) dos columnas: la cantidad y porcentaje de vacas con base al total de vacas ($n = 774$) y las acumuladas en cada lactancia, para las cuales los porcentajes son con respecto al total dentro de cada clase.

En la columna Total se puede observar que el 8,9 % del total de vacas ha cerrado cuatro lactancias, el 22,4 % tres lactancias y el 38,6 y 30,1 % han cerrado dos y una lactancia respectivamente. Dicho de otra forma, la mayoría de vacas del rebaño (68,7 %) han cerrado al menos dos lactancias. Dentro del grupo de vacas activas para el momento del cierre de la base de datos para estos análisis, el grupo más grande corresponde al de segunda lactancia (23,9 %) y el menor es el de vacas con cuatro lactancias (8,8 %).

En el caso de las vacas eliminadas, se puede observar que el mayor grupo se encuentra en las vacas de primera lactancia (19,8 %) y disminuye progresivamente a medida que aumenta el número de lactancia hasta llegar al 0.1 % de vacas eliminadas en la cuarta lactancia. Con relación al porcentaje de eliminaciones acumuladas, en el mismo cuadro se detalla que entre la primera y segunda lactancia es cuando ocurre la gran mayoría de las eliminaciones, con el 93,6 % de las mismas. Es decir, que la mayor presión de selección en el rebaño se realiza en las dos primeras lactancias. Por tanto, es de esperar que las vacas que superan esa etapa es porque poseen las mejores condiciones para producir leche dentro de este sistema, lo que resulta lógico si se quiere un rebaño donde las vacas adultas sean altamente productivas y no presenten problemas sanitarios como la mastitis. Sin embargo, para asegurar este aspecto es necesario que dichas eliminaciones se hagan de la forma más precisa posible, lo que conlleva a la necesidad de una adecuada prueba de producción.

Consecuentemente, para la tercera y cuarta lactancia sólo se observan el 6.4 % de las eliminaciones hechas. Finalmente, en la literatura revisada no se encontraron datos reportados de causas de eliminación donde se incluyera el número de lactancia como referencia o base para el cálculo de las eliminaciones.

Cuadro 11. Vacas activas, muertas y eliminadas según el número de lactancia (total y dentro de cada estatus)

Estatus	Activas				Muertas				Eliminadas				Total	
	Relativa		Acumulada		Relativa		Acumulada		Relativa		Acumulada			
Lactancia	n	% ^a	n	% ^b	n	% ^a	n	% ^b	n	% ^a	n	% ^b	n	% ^a
1	78	10,1	78	16,1	2	0,3	2	22,2	153	19,8	153	54,3	233	30,1
2	185	23,9	263	54,5	3	0,4	5	55,6	111	14,3	264	93,6	299	38,6
3	152	19,6	415	85,9	4	0,5	9	100,0	17	2,2	281	99,6	173	22,4
4	68	8,8	483	100,0	0	0,0	9	100,0	1	0,1	282	100,0	69	8,9
Total	483	62,4			9	1,2			282	36,4			774	100,0

^aPorcentajes calculados con base en el total (n=774)

^bPorcentajes calculados con base en el total dentro de cada estatus

5.4 Relación entre el valor relativo promedio del peso promedio al destete de las madres Brahman (VRP) y la producción de leche promedio por lactancia de sus hijas F₁.

En el Cuadro 12 se encuentran los resultados del análisis de correlación de Pearson entre los valores relativos promedio de peso al destete de las crías Brahman de las vacas madres de las F₁ (VRP) con los valores relativos de producción de leche total por lactancia y corregida a 244 a días de las F₁ (VRPTOTAL y VRPL244). Allí se puede observar que la asociación entre estas variables es muy cercana a cero, lo que indica que no existe una relación entre ellas o en el mejor de los casos es muy baja, por lo que se puede afirmar que la producción de leche de la vaca Brahman medida a través del crecimiento predestete de sus hijos no es una alternativa para predecir el comportamiento productivo de las hijas de ésta y no debería ser usado como criterio adicional de selección de madres de hembras F₁.

Por su parte, se observa también que la correlación entre VRP y VRPL244 es ligeramente superior a la opción de VRP *versus* VRPTOTAL, y además resultó ser significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 12. Correlación entre VR-PTOTAL. VR-PL244 y VRP

Variable	VRP	p
VR-PTOTAL	0,0645	0,1206
VR-PL244	0,0879	0,0342

Sin embargo, la idea de conseguir o identificar rasgos que permitan predecir el comportamiento de las hembras F_1 debe persistir, ya que es importante para el productor hacer el mayor esfuerzo por obtener animales más productivos dentro del rebaño lechero y cualquier alternativa para ayudar a completar este objetivo resulta de gran importancia. Por ello es recomendable seguir indagando en este aspecto, ya que una base de datos con mayor cantidad de registros podría arrojar otros resultados más convincentes y definitivos acerca de este aspecto. Es necesario acotar que no fueron encontradas referencias previas en donde se haya reportado el análisis de la asociación entre estas dos variables usando una metodología similar.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales los resultados indican que las hembras F₁ Holstein-Brahman estudiadas presentaron un comportamiento aceptable para las condiciones en las cuales se encuentran produciendo, ya que los valores tanto de producción de leche así como reproductivos son iguales o superiores a otros valores reportados en la literatura. Igualmente, observando los resultados del crecimiento y precocidad se puede afirmar que son vacas con un potencial sobresaliente, que son manejadas bajo condiciones que permiten su expresión, lo que trae como consecuencia valores productivos satisfactorios.

Los valores promedio de producción de leche a nivel nacional son considerablemente menores a los encontrados, lo que permite afirmar que una posibilidad de mejora de los niveles de producción de leche es la aplicación de metodologías de mejora genética y ambiental, en este caso el uso de animales F₁ en sistemas de producción de leche con manejo tecnificado usando ordeño mecánico y ofreciendo una alimentación adecuada para tal fin.

Sin embargo, particularmente se evidencia que existe aún en este rebaño un margen de mejora de algunos caracteres como el IEP, ya que el valor promedio encontrado, es ligeramente alto en comparación a sistemas donde se utiliza la misma composición racial y el mismo grado de tecnificación. Ese margen de mejora puede estar dado por la eliminación de animales con inferior desempeño reproductivo, ya que los resultados también sugieren una alta variabilidad en el comportamiento de las vacas en algunos de los caracteres. Esto puede realizarse con mayor grado de exigencia una vez que el rebaño se estabilice.

Con los resultados también se comprueba la relación que existe entre la producción de leche y el intervalo entre partos, lo que es un inicio para poder determinar una estrategia conducente a incrementar la proporción de vacas que puedan tener valores adecuados para ambas variables, permitiendo así mejorar los valores productivos del rebaño.

La mayor proporción de variación originada por factores no genéticos viene dada por el AP y el AN, luego por la EPOP, que influyó a todos los caracteres como efecto simple o en alguna interacción. Por otro lado, el MN no resultó importante para los caracteres en los cuales se incluyó (EPP y GDP). La EP fue importante en el modelo de IEP, y en menor grado

en los modelos para PL244 y PDIEP. Por último, la EM sólo tuvo influencia en el carácter GDP.

Con respecto a las causas de eliminación, cabe señalar que es un aspecto muy importante y debe ser controlado de forma sistemática por los productores, ya que al ser la producción de leche un sistema tan dinámico y que genera mucha información, es necesario identificar las razones de eliminación de vacas, ya que esto permite asociar su comportamiento con el manejo general del hato y detectar problemas, ya sea de alimentación o manejo sanitario que estén afectando los animales. Para ello es necesario cuantificarlos y hacer una descripción detallada de la situación. De forma general, las principales causas de eliminación fueron la baja producción de leche, la mastitis y la baja eficiencia reproductiva, en ese orden de importancia según la cantidad de eliminaciones hechas.

Con relación a la asociación entre el VRP y la producción de leche de las hembras F_1 , se puede afirmar que el nivel del peso al destete de las crías de una vaca Brahman no es indicativo de la producción de leche de sus hijas F_1 . Sin embargo, a pesar del resultado obtenido es recomendable, como ya se mencionó, seguir indagando en indicadores que puedan ayudar a mejorar esa selección de hembras y permita asegurar con mayor precisión una producción de vacas F_1 de mejor calidad.

Finalmente, con este trabajo se demuestra que para poder aprovechar el potencial de las vacas F_1 que ya ha sido descrito en varias oportunidades, es necesario suministrar las condiciones adecuadas para su correcto desarrollo y, obviamente, durante su etapa productiva. Sólo así se puede asegurar el éxito de un sistema con este genotipo que, además de ser altamente productivo, es igualmente exigente y susceptible a cambios ambientales que muchas veces son difíciles de controlar. Sin embargo, está en su estudio y conocimiento la clave para desarrollar e implementar estrategias que permitan minimizar su impacto, todo con el objetivo final de hacer el sistema más productivo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ALPA (Asociación Latinoamericana de Producción Animal). 1988. Normas de evaluación genética de bovinos de leche y doble propósito en el Trópico Latinoamericano. Memoria 23: Suplemento 1. 86 p.

Álvarez, F., G. Saucedo, A. Arriaga y T. Preston. 1980. Effect on milk production and calf performance of milking crossbreed european/zebu cattle in the absense or presence of the calf, and of rearing their calves artificially. *Trop. Anim. Prod.* 5:25-37.

Arango, J., D. Plasse, O. Verde, H. Fossi, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 1999. Producción de Brahman y sus cruces por absorción a Guzerá y Nelore en sabana. 2. Pesos al nacer, destete y 18 meses. *Livestock Research for Rural Development* 11 (3). <http://www.lrrd.org/lrrd13/1/rome131.htm> (junio, 2012)

Arango, A., J. Gaviria y C. Montoya. 2000. Heterosis para el peso y la ganancia de peso desde el nacimiento hasta los 18 meses en el cruce de bovinos Aberdeen Angus por Cebú. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín.* 53 (1): 863-885.

Aranguren, J., R. Bravo, Y. Villasmil, Z. Chirinos, J. Romero y E. Soto. 2006. Componentes de (co)varianza y parámetros genéticos en animales mestizos de doble propósito. *Rev. Cient. FCV-LUZ XVI* (1):55-61.

Aranguren, J. y L. Yañez. 2005. Planifique los cruzamientos. En: C. González-Stagnaro y E. Soto-Belloso (Eds.). *Manual de ganadería doble propósito*. Maracaibo. Venezuela. Fundación GIRARZ. pp 119-124.

Arias, M., D. Plasse y G. Martínez. 2007. Variancias genéticas y no genéticas para pesos mensuales hasta los 18 meses en un rebaño Brahman. En: J. Salomón, R. Romero y J. de Venanzi (Eds.). *XXII Cursillo sobre Bovinos de Carne*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp. 293-334.

Atencio, A., F. Perozo y R. Román. 2000. Reproducción en vacas mestizas *taurus-indicus* como respuesta a la incidencia de algunos factores ambientales, fisiológicos y genéticos en trópico muy seco. *Rev. Cient. FCV-LUZ* (1): 5-12.

- Bastidas, P., D. Plasse, O. Verde y R. Rogríguez. 1978. Intervalo entre partos en ganado *Bos indicus* bajo programa de inseminación artificial. ALPA Mem. (13): 163.
- Bauer, B., D. Plasse, E. Galdo y O. Verde. 1997. Cruzamiento de absorción de Criollo hacia Cebú en el Beni. Bolivia. 1. Pesos al destete y de canales. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 14: 539-549.
- Bodisco, V., O. Verde y C. Wilcox. 1971. Producción y reproducción de un lote de ganado Pardo Suizo. ALPA Mem. (6): 81 – 95.
- Bríñez, W., J. Faría, W. Isea, J. Aranguren y E. Valbuena. 1996. Efectos del mestizaje, etapa de lactación y número de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de calidad en leche. Rev. Cientif. FCV – LUZ VI (1): 59-66.
- Cárdenas, I. y J. Parra. 2012. F1 Holstein-Cebú: mitos y realidades. En: R. Romero. J. Salomón. J. De Venanzi y M. Arias (Eds.). XXVII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp. 313-356.
- Cardozo, R. y L. Vaccaro. 1983^a. Vida útil en sistemas intensivos de producción de leche en el trópico. 2. Hembras europeas x Cebú. ALPA Mem. (18): 167-168.
- Cardozo, R. y L. Vaccaro. 1983^b. Vida útil en sistemas intensivos de producción de leche en el trópico. 2. Hembras mestizas europeas x Cebú. III Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. Venezuela (Resumen F3).
- Cardozo, R. y L. Vaccaro. 1984. Supervivencia de hembras mestizas europeas x Cebú en un sistema intensivo de producción de leche en Venezuela. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología: Producción agrícola. 2 (5): 91-95.
- Cerón, M., H. Tonhati, C. Costa, C. Solarte y O. Benavides. 2003. Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. Rev. Colombiana de Ciencias Pecuarias (16) 1: 26-32.
- Chan, T., J. Camacho, R. Arroyo y F. Blanco. 1986. Intervalo entre partos y edad al primer parto de un hato Brahman registrado. ALPA Mem. (21): 20.

- Chirinos, Z., C. González, N. Madrid y J. Rivera. 1999. Vida útil, longevidad y causas de eliminación en vacas mestizas de doble propósito. *Rev. Cien. FCV-LUZ*. IX (6): 477-484.
- Colina, J., O. Verde, M. Hahn y D. Barrios. 2000. Comportamiento productivo de un rebaño Holstein puro bajo condiciones tropicales. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*. 41(1-3): 25-32.
- 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. Cien. FCV-LUZ* XII (1): 15-18.
- Costa, C. 1980. Fatores genéticos e de meio na produção de leite e eficiência reprodutiva de um rebanho Holandês. Viçosa: UFV. 1980. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. 93p.
- Crosette, B. 2011. Estado de la población mundial 2011. Informe de la UNFPA. Fondo de Población de las Naciones Unidas. 132 p.
- Cunningham, E. y O. Syrstad. 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. *FAO Animal Production and Health Paper* 68. FAO Rome. 90 p.
- Díaz, H., J. Salomón y R. Romero. 2013. Crecimiento pre y post-destete de animales F₁ Holstein-Brahman en un hato de los llanos centrales de Venezuela. En: J. Salomón, R. Romero, J. De Venanzi y M. Arias (Eds.). XXVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 219-262.
- Djemali, M. y P. Berger. 1992. Yield and reproduction characteristics of Friesian cattle under North African conditions. *J. Dairy Sci.* 75: 3568-3575.
- Euclides Filho, K., P. Nobre y A. Rosa. 1991. Idade de vaca e suas inerrelações com a fazenda, reprodutor e sexo de becerro. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 20 (1): 40-46.
- Florio, J. 2000. Vida útil, permanencia y causas de salida en vacas de doble propósito: su relación con factores no genéticos, grupo racial y valor genético estimado. Trabajo final de Maestría. Postgrado de Producción Animal. Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Veterinarias. UCV. 147 pp.

Galdo, E., D. Plasse, B. Bauer y O. Verde. 2002. Cruzamiento rotacional entre Cebú y Criollo Yacumeño en el Beni. Bolivia. 1. Pesos al destete, de novillo y de vacas eliminadas. *Livestock Research for Rural Development* 14 (3). <http://www.lrrd.org/lrrd14/3/Plas143.htm> (Junio 2012).

Galeano, A. y C. Manrique. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia*.57(2): 119-1131.

García, N., R. Zambrano, A. Lozada, A. Moreno y Z. Chirinos. 2010. Producción de leche e intervalo entre partos en un rebaño bovino mestizo doble propósito zuliano. *Comp. Fac. Agron. LUZ. Z/J-12*.

González, C. 1980. Efecto de la producción de leche y amamantamiento sobre la actividad ovárica y comportamiento postparto en bovinos tropicales. IX Congreso Internacional de Reproducción Animal e Inseminación Artificial. Madrid. España. IV:121-127.

González, C. 1990. Tasa y causales de eliminación en vacas mestizas. *ALPA Mem.* 12. pp. 200.

González, C. 2001. Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. En: *Reproducción Bovina*. C. González-Stagnaro (Ed). Fundación GIRARZ. Maracaibo-Venezuela. Cap. XIV: 205-247.

González, C. 2005. Decisión de eliminar o no eliminar. En: *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Carlos González-Stagnaro y Eleazar Soto Belloso (Eds). Fundación GIRARZ. pp 592-598.

González, C., M. Rodríguez, J. Goicochea, N. Madrid y D. González. 2006. Crecimiento predestete en hembras bovinas doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ*. XV (3) 288-296.

- Guillén, A. 1994. Causas de salida de las hembras del rebaño del fundo “El Choro”. Tesis de grado. Universidad del Sur del Lago Jesús María Semprum. Santa Bárbara del Zulia. Venezuela. 118 p.
- Hafez, E. 1963. Symposium on growth: Physiogenetic of prenatal and postnatal growth. *J. Anim. Sci.* (22): 779-791.
- Hansen, L., A. Freeman y P. Berger. 1983. Association of heifer fertility with cow fertility and yield in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66:306-314.
- Heras-Torres, J., M. Osorio, J. Segura, E. Aranda y J. Aguilar .2008. Factores que afectan las constantes de la curva de crecimiento de becerros en un sistema de doble propósito en el trópico mexicano. *Rev. Cient. FCV-LUZ XVIII* (4).
- Holdrige, L. 1987. *Ecología Basada en Zonas de Vida*. Traducido por Humberto Jiménez San San José. Costa Rica. IICA. 216 p.
- Holmann, F. 1992. La producción de leche en Venezuela: Resultados viejos para el futuro. *Venezuela Bovina* 20.
- Holmann, F., R. Blake, R. Milligan, P. Oltenacu, R. Barker, M. Hahn y T. Rounsaville. 1990. Net margins from different fractions of Holstein genes in Venezuelan herds based on performance estimates by producers and advisors. *J. Dairy. Sci.* 73: 2952-2964.
- Hoogesteijn, R., D. Plasse, O. Verde, P. Bastidas y R. Rodríguez.1983^a. Peso al nacer de becerros de vacas Brahman comercial y toros Brahman. Simmental y Marchigiana en Apure. III Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. Venezuela. Mem. F28 (resumen).
- Hoogesteijn, R., O. Verde, D. Plasse, P. Bastidas y R. Rodríguez. 1983^b. Peso al destete y mortalidad predestete de becerros de vacas Brahman comercial y toros Brahman. Simmental y Marchigniana en Apure. III Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. Venezuela. Mem. F29 (resumen).
- Isea, W. 1994. Producción de leche y raza paterna sobre el crecimiento pre-destete de becerros cruzados. *Rev. Cient. FCV-LUZ IV* (2): 85-98.

Jadhav, K., V. Tripathi y M. Kale. 1994. Optimum age at first calving for lifetime traits in Holslein-Friesian x Sahiwal crossbred cows. *Indian Journal of Dairy Sciences* (47) 10: 838-842.

Lemos, A., R. Teodoro y F. Madalena. 1996. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzerá grades in Brazil. 9. Stayability, herd life and reasons for disposal. *Brazilian Journal of Genetics* 19 (2): 259-264.

Littell, R., W. Stroup y R. Freund. 2002. *SAS for Linear Models*. 4^{ta} ed. SAS Institute Inc. Cary. Estados Unidos de América.

López, J. y L. Vaccaro. 2002. Comportamiento productivo de cruces Holstein Friesian – cebú comparados con Pardo Suizo – cebú en sistemas doble propósito en tres zonas de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 20 (3): 397-414.

López, R., C. Vite, J. García y P. Martínez. 2009. Reproducción y producción de vacas con distinta proporción de genes *Bos taurus*. *Archivos de Zootecnia*. Vol 58. (224).

Madalena, F. 2002. Cruces entre razas bovinas para la producción económica de leche. En: C. González-Stagnaro (Ed.). *Avances en la Ganadería de Doble Propósito*. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo. Venezuela. IX: 135-148.

Magaña, J. y R. Delgado. 1998. Algunas observaciones sobre el comportamiento reproductivo de vacas Pardo Suizo en el trópico sub-húmedo de México. *Rev. Biomed.* 9:158-166.

Manso, H., G. Primo y E. Campello. 1980. Aspectos da eficiência reprodutiva de um rebanho Holandês. P.O., explorado na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 27. 1980. Fortaleza. Anais. Fortaleza: SBZ. p.219.

Manzi, M., J. Owino, C. Ebong y R. Oyoo. 2012. Factors affecting pre and post-weaning growth of six cattle breed groups at Songa Research station in Rwanda. *Livestock Research for Rural Development* 24 (4). <http://www.lrrd.org/lrrd24/4/manz24068.htm> (Agosto 2012)

Martínez, G., R. Galíndez y D. Vargas. 2007. Perspectivas en mejoramiento genético de bovinos doble propósito. En: J. Salomón. R. Romero y J. De Venanzi (Eds.). XXII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp. 43-72.

Martínez, J., J. Hernández y S. Castillo. 2008. Características predestete de bovinos Simmental (*Bos taurus*) y sus cruces con Brahman (*Bos indicus*) en el trópico mexicano. Rev. Colomb. Cienc. Pecu. 21: 365-371.

Mejía, G., J. Magaña, J. Segura, R. Delgado y R. Estrada. 2010. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*. *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca:cría en Yucatán. México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 12 (2): 289-301.

Montaldo, H. y N. Barria. 1998. Mejoramiento genético de animales. Ciencia al día. 2 (1):1-19.

Montoni, D., G. Rojas, O. Verde, J. Silva y M. Arriojas. 1992. Comportamiento de un rebaño Brahman bajo condiciones de trópico húmedo. II. Crecimiento Postdestete. VII Congreso Venezolano de Zootecnia. Mem. GR 43 (resumen).

Montoni, A., I. Montoni, G. Montoni, D. Montoni y M. Mago. 2010. Fundo Santa Sofía: Un lustro de nuevas experiencias en ganadería especializada en leche y carne. En: R. Romero. J. Salomón. J. de Venanzi y M. Arias (Eds.). XXV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 197-255.

Muñoz, H. y T. Martin. 1969. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis. Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. ALPA Mem. (4): 7-27.

Osorio, M. y J. Segura .2006. Relación entre peso corporal. reproducción y producción de leche de vacas cruzadas en un sistema doble propósito en el trópico húmedo de México. Livestock Research for Rural Development (18) 12.

Padilla, P. y E. Chacón. 2006. Nuevas opciones para la producción de leche en Venezuela. Estudio de caso en el suroeste andino. En: E. Chacón y A. Baldizán (Eds.). II Symposium en Recursos y Tecnologías Alimentarias para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales. Pasteurizadora Táchira C.A. (PASTCA). San Cristóbal. Mem. pp. 70-91.

Penna, V., J. Torres, A. Cubas, I. Sampaio y C. da Fonseca. 1982. Variações de pesos e ganhos de peso de animais da raça Nelore após a desmama. Arq. Esc. Vet. UMGF. Belo Horizonte. 33 (1): 123-133.

Perea, F., E. Soto, E. Montilla, L. Ramírez, A. de Ondiz y R. Román. 2002. Relación entre el periodo vacío y el rendimiento lechero en vacas mestizas de doble propósito. Rev. Cient. FCV-LUZ XXII (1): 40-45.

Pérez, G. y M. Gómez. 2005. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño Pardo Suizo en el trópico. 1. Producción de leche. Rev. Cient. FCV-LUZ XV (2): 141-147.

Pérez, 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. XIX (1): 77-83.

Pérez, A. y L. Vaccaro. 1993. Factores que afectan el crecimiento de bovinos a los cuatro meses de edad en rebaños comerciales de doble propósito. Informe Anual del Instituto de Producción Animal 1992-1993. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. p 49-50 (resumen).

Perozo, F., A. Landaeta, M. Barboza, J. Ferrer, J. Luzardo, T. Moreno y N. Soto. 1994. Crecimiento pre-destete en mestizos F₁ de razas cárnicas no tradicionales. Resultados preliminares. Rev. Cient., FCV-LUZ IV (3): 165-174.

Pino, T., G. 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. Cs. Vets. UCV. 50 (2):93-104.

Plasse, D. 1983. Cross breeding results from in beef cattle in the Latin American tropics. *Animal Breeding Abstracts (Gran Bretaña)* 51: 779-797.

Plasse, D. 1988. Factores que influyen en la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina tropical y estrategias para mejorarla. En: D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 1-51.

Plasse, D. 1992. Presente y futuro de la producción bovina en Venezuela. En: C. González-Stagnaro (Ed.). Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. FUSAGRI. GIRARZ. Maracaibo. Venezuela. pp 1-24.

Plasse, D. 2000. Cruzamiento en bovinos de carne en América Latina tropical: qué sabemos y qué nos falta saber. En: I. Nunes. F. Madalena y M. de Almeida (Eds.). Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal. Belo Horizonte. Brasil. pp 165-179.

Plasse, D., H. Fossi, R. Hoogesteijn, O. Verde, C. Rodríguez y R. Rodríguez. 2000. Producción de vacas F₁ *Bos taurus* x Brahman apareadas con toros Brahman y de vacas Brahman con toros F₁ *Bos taurus* x Brahman versus Brahman. 1. Pesos al nacer, destete, 18 meses y peso final. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/lrrd12/4/plas124b.htm> (julio, 2012)

Plasse, D., H. Fossi, R. Hoogesteijn, O. Verde, R. Rodríguez, C. Rodríguez y P. Bastidas. 1995. Growth of F₁ *Bos taurus* x *Bos indicus* versus *Bos indicus* beef cattle in Venezuela. I. Weights al birth, weaning and 18 months. *J. Anim. Breed. Genet.* 112:117-132

Plasse, D. y R. Salóm. 1969. Ganadería de Carne en Venezuela. Caracas. Venezuela. 426 pp.

Plasse, D., O. Verde, H. Fossi, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 1999. Absorción de Brahman a Guzerá en sabana. 2. Pesos al nacer, destete y dieciocho meses. *Rev. Fac. Ciens. Vets. UCV.* 40 (1): 29-35.

Preston, T. 1976. Prospects for the intensification of cattle production development countries. En: A. J. Smith (Ed.). *Beef Cattle Production in Development Countries*. Univ. Edinburgh Press. Edinburgh. Escocia. pp 242-257.

Preston, T. 1977. Estrategia para la producción de bovinos en los trópicos. *Revista Mundial de Zootecnia* 21:11-71.

Quijano, J. y C. Montoya. 2000. Comparación productiva de vacas Holstein y F₁ Blanco Orejinegro (BON) x Holstein. 1. Producción y calidad de leche. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. Vol. 53. N° 2. p. 1115-1128.

Ramírez, L. 2008. Factores que afectan el periodo vacío en vacas Carora y mestizas. *Mundo Pecuario*. Vol. IV. N° 3. 130-144.

Ribas, M., M. Gutiérrez, J. Evora y R. García. 1999. Efectos ambientales y genéticos en la producción de vacas mestizas de Siboney de Cuba. *Rev. Cub. de Cien. Agric.* 33:135-140.

Rodríguez, Y. y G. Martínez. 2010. Efecto de la edad al primer parto, grupo racial y algunos factores ambientales sobre la producción de leche y el primer intervalo entre partos en vacas doble propósito. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*. 51 (2): 79-91.

Rodríguez, A., B. Marin, H. Basurto, R. Ochoa, F. Ruvuna y A. Aluja. 2007. Producción de leche de los diferentes cruzamientos con Holstein en el CEIEGT FMVZ UNAM de Martínez de la Torre Veracruz. *Boletín Técnico Virtual*. Vol. 14. Año 5. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g029.pdf> (marzo 2016)

Rogers, G., J. Van Arendonk y B. McDaniel. 1988. Influence of involuntary culling on optimum culling rates and annualized net revenue. *Journal of Dairy Science* 71 (12): 3463-3469.

Romero, R., D. Plasse, O. Verde, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 2001. Absorción de Brahman a Guzerá y Nelore en pasto mejorado. 2. Pesos al nacer, destete y dieciocho meses. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/> (junio 2012).

Ronda, R. y M. Fernández. 1988. Variación genética y ambiental de las causas de baja en vacas Holstein. *Revista Salud Animal* 10: 337-343.

Rosales, O. y M. Kuwayama. 2007. América Latina al encuentro de China e India: perspectivas y desafíos en comercio e inversión. *Revista de la CEPAL* 93:85-108.

- Salomón, J. 2004. Producción de vacas vacas F₁ (*Bos taurus* x *Bos indicus*) apareadas con toros cruzados en un hato de los llanos centrales. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 80 p.
- Santoro, R., A. Gomes, M. Coelho, A. Pererira, H. Machado e I. Packer. 1992. Fatores de meio e genéticos em características produtivas e reprodutivas nas raças Holandesa e Pardo Suíça. I – Estudo de características produtivas. Rev. Brasil. de Zoot. 4:605.
- Silva, G. y O. Verde. 1985. Producción de vacas lecheras en la zona alta de Venezuela. Rev. Zoot. Trop. 1:31-40.
- Singh, B., P. Sawant, D. Sawant, G. Dutt y S. Todkar. 2016. Study of productive traits in Sahiwal x Holstein Friesian crossbred cows – Frieswal. Indian Journal of Animal Research. 50 (3): 425-429.
- Tewolde, A. 1988. Genetic analysis of the Romosinuano cattle: Selection possibilities for the beef production in the Latin American Tropics. World Congress of the Sheep and Beef Cattle Breeding (3). Paris . Francia. (2):19.
- Trenkle, H. y D. Marple. 1983. Growth and development of meat animals. J. Anim. Sci. 57 (2): 273-283.
- Vaccaro, L. 1979. El papel del mestizaje en la producción de leche en el trópico. ALPA Mem. 14:169-177.
- Vaccaro, L. 1987. Un programa genético simple para rebaños de doble propósito. En: D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 25-46.
- Vaccaro, L. 1990. Aspects of genetic improvement in dairy and dual purpose cattle. En: Speedy. A. (Ed.). Developing Worl Agriculture. Grosvenor Press International. Londres. pp 213-219.

Vaccaro, L., J. Combellas, N. Martínez y R. Vaccaro. 1985^b. Comportamiento productivo de cruces Brahman x Holstein Friesian en el rebaño del Instituto de Producción Animal. Informe Anual del Instituto de Producción Animal 1985-1986. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. pp 66-67 (resumen).

Vaccaro, R., G. D'Enjoy y C. Sabaté. 2002. Producción de leche. duración de la lactancia. edad al primer parto y peso al nacer de hembras de distintos cruces Holstein x Brahman y Carora. Rev. Fac. Cs. Vets. UCV 43(2):127-141.

Vaccaro, R., G. D'Enjoy y C. Sabaté. 1993^a. Pesos al nacer de becerros tipo Carora y Holstein Friesian cruzados. XIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago de Chile: 55 (resumen).

Vaccaro, L. y D. López. 1994. Taller de trabajo Latinoamericano sobre el mejoramiento genético de bovinos de doble propósito. ALPA Mem. (2) 1: 1-16 pp.

Vaccaro, L., A. Pérez y R. Vaccaro. 1999. Productive performance of F₁ compared with other 50 % European - zebu crossbred cows for dual purpose systems in the Venezuelan tropics. Livestock Research for Rural Development. 11 (1).

Vaccaro, L. y D. Steane. 1990. Practical technologies and options for the genetic improvement of livestock in developing countries. En: Mack. S. (Ed.). Strategies for Sustainable Animal Agriculture in Developing Countries. FAO Animal Production and Health Paper 107:85-98.

Vaccaro, R., L. Vaccaro, O. Verde, H. Mejías, L. Ríos y E. Romero. 1993^b. Factores que afectan las características económicas de vacas de doble propósito. 1: Efectos no genéticos y de grupo racial. XIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago de Chile: 56 (resumen).

Vaccaro, L., J. Beltrán, V. Bodisco, N. Peña de Borsotti, D. Plasse. R. Vaccaro, A. Valle y O. Verde. 1985^a. Bases de una política nacional de producción bovina.

Vaccaro, L., H. Mejías y A. Pérez. 1995. Factores genéticos y no genéticos que afectan la producción de bovinos de doble propósito. En: N. Madrid y E. Soto. (Eds.). Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Ediciones Astro Data. Maracaibo. pp 105-116.

Valle, A. 1995. Duración de la gestación. producción de leche e intervalo entre partos de vacas holstein de distintas procedencias. Zoot. Trop. 13(2): 199-214.

Valle, A. y F. De Moura. 1986. Herencia de los principales parámetros productivos y reproductivos en vacas mestizas (5/8 Pardo Suizo – 3/8 Criollo) tipo Carora. Zoot. Trop. 4:49-65.

Vargas, L. y C. Solano. 1995. Tendencias genéticas y ambientales en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica. Arch. Latinoam. de Prod. Anim. 3(2):165-176.

Vergara, O., L. Botero y C. Martínez. 2009. Factores ambientales que afectan la edad al primer parto y primer intervalo de partos en vacas del sistema doble propósito. Rev. MVZ Córdoba 14 (1): 1594-1601.

Warwick, E. y J. Legates. 1980. Cría y Mejora del Ganado. Ed. Mc Graw-Hill. México. 623 p.

Wilkins, J., V. Alí y C. Vaca. 1979. El cruzamiento para la producción de leche en los llanos bolivianos. VII Reunión. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Panamá. 7 p.

Zambianchi, A., M. Ramalho y C. Silva. 1999. Efeitos genéticos e de ambiente sobre produção de leite e intervalo de partos em rebanhos leiteiros monitorados por sistema de informação. Rev. Brasil. de Zoot. 1263- 1267.

VIII. ANEXOS

Cuadro 13. Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos AP, EP, EPOP, AP*EPOP y EP*EPOP para PL244

Fuente de Variación		PL244 (kg)			
Año de parto (AP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2011	356	27,8	2859,8	2587,9	186,26
2012	552	43,2	2890,7	2837,1	126,31
2013	371	29,0	2673,3	2414,4	118,86
Edad al parto (EP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2	644	50,3	2761,7	2600,2	115,60
3	395	30,9	2678,6	2466,9	124,82
4	240	18,8	3204,0	2772,2	194,79
Época de parto (EPOP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
1	282	22,0	3182,9	2926,0	133,02
2	546	42,7	2801,6	2641,3	130,78
3	283	22,1	2701,6	2500,1	160,25
4	168	13,2	2462,7	2358,1	145,82
AP * EPOP	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2011 – 1	49	3,8	2772,0	2873,1	216,92
2011 – 2	183	14,3	2714,9	2414,2	121,08
2011 – 3	100	7,8	3185,0	2733,8	260,65
2011 – 4	24	1,9	2789,8	2330,6	281,81
2012 – 1	146	11,4	3407,3	3272,8	142,60
2012 – 2	195	15,2	2828,8	2781,9	150,50
2012 – 3	157	12,3	2462,8	2507,6	175,02
2012 – 4	54	4,3	2962,2	2786,1	181,99
2013 – 1	87	6,8	3037,9	2632,3	168,63
2013 – 2	168	13,2	2864,8	2727,8	129,84
2013 – 3	26	2,0	2284,4	2258,8	232,26
2013 – 4	90	7,0	2075,9	2038,5	146,87
EP * EPOP	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2 – 1	65	5,1	3115,0	2790,2	187,42
2 – 2	302	23,6	2754,7	2548,5	120,70
2 – 3	212	16,6	2697,0	2386,5	145,55
2 – 4	65	5,1	2652,6	2675,7	166,03
3 – 1	107	8,4	2887,4	2673,6	152,55
3 – 2	175	13,7	2720,6	2586,3	138,90
3 – 3	56	4,4	2768,0	2566,1	196,32
3 – 4	57	4,4	2070,1	2041,7	186,69
4 – 1	110	8,6	3510,5	3314,3	189,27
4 – 2	69	5,4	3212,9	2789,3	238,60
4 – 3	15	1,1	2519,2	2547,6	343,90
4 – 4	46	3,6	2681,2	2347,8	242,71

Cuadro 14. Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos AP, EP, EPOP y AP*EPOP para IEP

Fuente de Variación		IEP (días)			
Año de parto (AP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2011	289	34,6	399,3	368,9	18,97
2012	397	47,5	432,4	408,3	15,48
2013	150	17,9	357,8	357,3	27,03
Edad al parto (EP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2	503	60,2	416,1	418,3	13,70
3	255	30,5	403,6	381,0	14,78
4	78	9,3	365,5	336,1	33,82
Época de parto (EPOP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
1	202	24,2	396,6	392,9	7,81
2	391	46,8	394,5	386,9	7,64
3	193	23,1	436,0	379,3	24,36
4	50	6,0	444,1	364,8	29,51
AP * EPOP	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2011 – 1	37	4,4	385,1	381,3	17,27
2011 – 2	150	17,9	389,9	376,4	13,30
2011 – 3	84	10,0	410,7	352,5	29,87
2011 – 4	18	2,2	453,2	375,1	40,60
2012 – 1	118	14,1	401,3	385,1	9,57
2012 – 2	141	16,9	436,8	429,2	12,83
2012 – 3	106	12,7	459,3	430,9	24,87
2012 – 4	32	3,8	439,1	397,8	29,09
2013 – 1	47	5,6	394,0	411,1	16,88
2013 – 2	100	12,0	341,8	353,9	9,13
2013 – 3	3	0,4	326,3	353,4	51,89

Cuadro 15. Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos AP, EP, EPOP y AP*EP para PDIEP

Fuente de Variación		PDIEP (kg)			
Año de parto (AP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2011	289	34,6	9,91	9,12	0,36
2012	397	47,5	8,40	8,06	0,24
2013	150	17,9	8,77	7,87	0,36
Edad al parto (EP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2	503	60,2	8,93	8,31	0,28
3	333	39,8	9,09	8,39	0,35
Época de parto (EPOP)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
1	202	24,2	9,57	9,37	0,31
2	391	46,8	9,02	8,66	0,23
3	193	23,1	8,55	7,73	0,37
4	50	6,0	8,07	7,64	0,50
AP * EP	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2011 – 2	254	30,4	9,98	9,82	0,31
2011 – 3	35	4,2	9,45	8,41	0,63
2012 – 2	208	24,9	7,85	7,62	0,32
2012 – 3	189	22,6	9,01	8,51	0,33
2013 – 2	41	4,9	7,89	7,50	0,58
2013 – 3	109	13,0	9,11	8,25	0,42

Cuadro 16. Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos EM, MN, AN y AN*MN para EPP

Fuente de Variación		EPP (meses)			
Edad de la madre (EM)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
3	235	41,6	27,36	27,48	0,15
5	66	11,7	27,06	27,45	0,43
6	80	14,2	27,44	27,68	0,25
7	74	13,1	27,25	27,45	0,23
8	110	19,5	27,83	27,87	0,19
Mes de nacimiento (MN)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
1	138	24,4	27,20	27,33	0,24
2	158	27,9	27,36	27,54	0,22
3	139	24,6	27,39	27,62	0,19
4	130	23,0	27,73	27,86	0,17
Año de nacimiento (AN)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2009	244	43,2	27,04	27,07	0,10
2010	218	38,6	27,59	27,69	0,16
2011	103	18,2	27,92	28,01	0,32
AN*MN	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2009 – 1	65	11,5	26,90	26,96	0,23
2009 – 2	71	12,6	26,78	26,82	0,23
2009 – 3	63	11,2	27,29	27,21	0,22
2009 – 4	45	7,9	27,33	27,28	0,25
2010 – 1	45	7,9	27,58	27,82	0,35
2010 – 2	51	9,0	28,18	28,49	0,39
2010 – 3	62	10,9	27,20	27,08	0,21
2010 – 4	60	10,7	27,50	27,37	0,22
2011 – 1	28	4,9	27,30	27,22	0,58
2011 – 2	36	6,4	27,37	27,30	0,48
2011 – 3	14	2,5	28,66	28,57	0,50
2011 – 4	25	4,4	29,01	28,93	0,38

Cuadro 17. Frecuencias, promedios no ajustados y ajustados por los efectos EM, MN y AN para GDP

Fuente de Variación		GDP (kg)			
Edad de la madre (EM)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
3	156	48,3	0,773	0,776	0,009
5	22	6,8	0,791	0,812	0,028
6	40	12,4	0,775	0,794	0,016
7	38	11,8	0,817	0,826	0,014
8	67	20,7	0,778	0,792	0,012
Mes de nacimiento (MN)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
1	73	22,6	0,775	0,804	0,015
2	87	26,9	0,779	0,804	0,014
3	76	23,5	0,785	0,803	0,011
4	87	26,9	0,783	0,798	0,010
Año de nacimiento (AN)	n	%	PROM. no ajustado	PROM. ajustado	E.E.
2010	219	67,8	0,764	0,774	0,008
2011	104	32,2	0,815	0,826	0,014