

Milk production and reproduction in cows with different proportions of *Bos taurus* x *Bos indicus* genes

Producción de leche y reproducción en vacas con diferentes proporciones de genes *Bos taurus* x *Bos indicus*

Arelis Hernández and Raquel E. Ponce de León

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: arelishdez@ica.co.cu

In order to evaluate genetic and environmental factors that influence on milk production and reproduction in cows with different proportions of *Bos taurus* x *Bos indicus* genes, an amount of 19,643 lactations of Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Zebu) cows and 15,925 lactations of Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Zebu) cows were used, which belonged to three cattle farms, during the parturition years, from 1987 to 2012. The studied traits were accumulated milk production up to 305 d (L305), lactation duration (LD), milk production per day (MPD), period between parturition and gestation (PPG), period between parturitions (PP) and milk production per day during the period between parturitions (MPPP). A linear mix model was applied with the use of MIXED procedure of SAS. Fixed effects included genetic groups, herd, lactation number, year, parturition season, interactions of genetic group x lactation number, genetic group x parturition year and genetic group x parturition season. The cow nested in the herd and the error were considered as random effects. Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows showed similar reproductive performance and lactation duration. However, milk productions were superior in Mambí de Cuba cows in 84.43 kg, 0.29 kg/d and 0.69 kg/d, for L305, MPD and MPPP, respectively. It can be concluded that there was better milk performance in Mambí de Cuba and similar averages for reproductive periods and lactation duration.

Key words: *milk production, reproduction, genetic groups, environmental effects*

Introduction

Development of new breeds is a very important resource for genetic improvement in tropical areas (López 1982). In Cuba, the program of genetic improvement for milk production started in the 60's. It pursued the formation of new breeds from two more adapted breeds to the country: Zebu and Criolla (López & Ribas 1993). For the creation of Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Zebu) and Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Zebu), wide populations based on Zebu and semen of imported Holstein bulls, with high breeding values, were taken. Inter se matings with selection were conducted to stabilize each crossing.

Crossings are a simple method to increase health and efficiency of plants and animals because they allow to introduce favorable genes from other breeds, remove depression caused by consanguinity, maintain genic interactions causing heterosis and complementarity (VanRaden & Sanders 2003). Most of females destined to milk production in Cuba, which belong to genetic

Para evaluar los factores genéticos y ambientales que influyen en la producción de leche y la reproducción de vacas con diferentes proporciones de genes *Bos taurus* x *Bos indicus* se utilizaron 19 643 lactancias de vacas Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Cebú) y 15 925 lactancias del Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú), pertenecientes a tres ganaderías, durante los años de parto 1987 - 2012. Los rasgos estudiados fueron la producción de leche acumulada hasta 305 d (L305), duración de la lactancia (DL), producción de leche por día (LPD), intervalo parto gestación (IPG), intervalo entre partos (IPP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (LIPP). Se aplicó un modelo lineal mixto mediante el uso del procedimiento MIXED del SAS. Como efectos fijos se incluyó el grupo genético, rebaño, número de lactancia, año, época de parto, interacciones grupo genético x número de lactancia, grupo genético x año de parto y grupo genético x época de parto. Los aleatorios fueron la vaca anidada dentro del rebaño y el error. Las vacas Mambí de Cuba y Siboney de Cuba mostraron similar comportamiento reproductivo y duración de la lactancia. Sin embargo, las producciones lecheras fueron superiores en el Mambí de Cuba en 84.43 kg, 0.29 kg/d y 0.69 kg/d, para L305, LPD y LIPP, respectivamente. Se concluye que hubo mejor comportamiento lechero en el Mambí de Cuba y promedios similares para los intervalos reproductivos y la duración de la lactancia.

Palabras clave: *producción de leche, reproducción, grupos genéticos, efectos ambientales*

Introducción

El desarrollo de nuevas razas es un recurso importante para el mejoramiento genético en el área tropical (López 1982). En Cuba, el programa de mejoramiento genético para la producción de leche comenzó en la década del 60. Entre sus objetivos perseguía la formación de nuevas razas a partir de las dos razas más adaptadas al país, la Cebú y la Criolla (López & Ribas 1993). Para la creación de las razas Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Cebú) y Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú) se tomaron amplias poblaciones con base de Cebú y semen de toros Holstein importados, con alto valor genético. Se realizaron apareamientos inter se con selección para lograr la estabilización de cada cruzamiento.

Los cruzamientos constituyen un método simple para incrementar la salud y la eficiencia de plantas y animales, pues permiten introducir genes favorables de otras razas, remover la depresión causada por la consanguinidad, mantener las interacciones génicas que causan heterosis y por la complementareidad (VanRaden

herds, are crossbred animals. Out of them, 56.4% of all the females from milk producing breeds, included in genetic herds, are Siboney de Cuba and Siboney crosses, 15.5 % belong to Mambí de Cuba and Mambí crosses and 6.5% is Holstein. Genetic improvement is aimed to these breeds.

Several studies have been related to milk production and reproduction of Siboney de Cuba and Mambí de Cuba (Ribas *et al.* 2004, González *et al.* 2008, Fernández & Tronco 2011, Hernández *et al.* 2011, Portales *et al.* 2012). However, there are no studies that evaluate the animals of both breeds together under production conditions, with the objective of comparing the advantages of the use of one or the other breed proportion. The objective of this study was to evaluate genetic and environmental factors that influence on milk production and reproduction of cows with different proportions of *Bos taurus* x *Bos indicus* genes.

Materials and Methods

Records of milk production and reproduction of genetic groups of Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Zebu) and Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Zebu) were used, from digital information from the Centro Nacional de Control Pecuario (CENCOP). These records, from 1987 to 2012, belong to animals from three cattle enterprises (Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, Camilo Cienfuegos and Los Naranjos), located at the occidental region from the Republic of Cuba.

The feeding system of cows was based on grazing. Lactating cows consumed, mainly, star grass (*Cynodon nlemfuensis*), pangola grass (*Digitaria decumbens*) and guinea grass (*Panicum maximum*), and some natural grasses. After 2000, the introduction of *Penisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 began, which was destined to grazing and as strategic reserve during drought periods. From 2001, the offering of dehydrated dry grains with solubles (DDGS), at a rate of 0.46 kg/L since the second liter produced, approximately.

During dry period, it was supplemented with sugar cane (*Saccharum officinarum*), king grass (*Penisetum purpureum*) in form of forage and citric peel, according to availability. Urea and mineral salts were part of the complementary feeds, according to the requirements of the diet.

Non lactating females were under the same grazing conditions. At 30 days before parturition, these animals received supplementation with concentrate, regarding its availability, without surpassing 2-3 kg/cow/d. From 1991 to 2000, cows received no supplementation before parturition. Mechanical milking was performed twice a day. Periods between each milking were 10 and 14 h. Grazing periods in the main enterprises were the usual ones (morning,

& Sanders 2003). La mayoría de las hembras destinadas a la producción lechera en Cuba, que pertenecen a los rebaños genéticos, son animales cruzados. De ellos, 56.4 % del total de las hembras de razas lecheras incluidas en los rebaños genéticos son Siboney de Cuba y mestizos de Siboney; 15.5 % corresponde a la raza Mambí de Cuba y mestizos de Mambí, y 6.5 % son Holstein. A estas razas se ha dirigido el mejoramiento genético.

Diversos trabajos han abordado aspectos relacionados con la producción lechera y la reproducción de las razas Siboney de Cuba y Mambí de Cuba (Ribas *et al.* 2004, González *et al.* 2008, Fernández & Tronco 2011, Hernández *et al.* 2011, Portales *et al.* 2012). Sin embargo, no se dispone de estudios que evalúen de forma conjunta los animales de ambas razas en condiciones de producción, con el propósito de comparar las ventajas del uso de una u otra proporción racial. El objetivo de este estudio fue evaluar los factores genéticos y ambientales que influyen en la producción de leche y la reproducción de vacas con diferentes proporciones de genes *Bos taurus* x *Bos indicus*.

Materiales y Métodos

Se utilizaron los registros de la producción lechera y la reproducción de los grupos genéticos Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Cebú) y Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú), a partir de la información computarizada por el Centro Nacional de Control Pecuario (CENCOP). Los registros, comprendidos entre 1987- 2012, provenían de animales pertenecientes a tres empresas ganaderas (Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, Camilo Cienfuegos y Los Naranjos), localizadas en la región occidental de la República de Cuba.

El sistema de alimentación de las vacas se basó en pastoreo. Las vacas lactantes consumieron, fundamentalmente, pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), pangola (*Digitaria decumbens*) y guinea (*Panicum maximum*) y algunas, pastos naturales. Después del 2000 comenzó la introducción de *Penisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 destinado al pastoreo y como reserva estratégica en períodos de sequía. A partir del 2001 se comenzaron a ofrecer granos secos deshidratados con solubles (DDGS), a razón de 0.46 kg/L desde el segundo litro producido, aproximadamente.

Durante el período poco lluvioso se suministró suplementación con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), king grass (*Penisetum purpureum*) en forma de forraje y hollejo de cítrico, según disponibilidad. La urea y las sales minerales formaban parte de los alimentos complementarios, según lo requería la dieta.

Las hembras no lactantes se mantuvieron en las mismas condiciones de pastoreo. A los treinta días preparto recibieron suplementación con concentrado, según la disponibilidad, sin sobrepasar 2-3 kg/vaca/d. De 1991 al 2000 no se ofreció suplemento a las vacas preparto. Se realizó el ordeño mecánico dos veces al día. Los intervalos entre ordeños fueron de 10 y 14 h. Los horarios de pastoreo en las principales empresas fueron

afternoon and night).

Lactations with less than 100 d (4.57 % of data) were eliminated, as well as with parturition ages inferior to 24 months (0.31 % of data), milk productions with less than 300 kg (3.98 % of data) and lactations superior to the tenth (0.16% of data). The combination herd-year-parturition season was considered as contemporary groups. Parturition season was grouped in rainy (from May to October) and dry (from November to April).

Studied sample showed 35,568 lactations, from 13,270 cows. Out of them, 19,643 lactations corresponded to Mambí de Cuba (7,089 cows) and 15,925 to Siboney de Cuba (6,181 cows). The studied traits were accumulated milk production up to 305 d (L305), lactation duration (LD), milk production per day (MPD), period between parturition and gestation (PPG), period between parturitions (PP) and milk production per day during the period between parturitions (MPPP). The MPD was estimated as the quotient of L305 between LD and the MPPP was calculated as the quotient of L305 between PP.

A mix linear model was applied through the use of MIXED procedure of SAS, 9.3 version (SAS Institute 2013). This model included fixed effects of genetic group, herd, number of lactation, year, parturition season, and interactions of genetic group x lactation number, genetic group x parturition year and genetic group x parturition season. The cow nested in the herd and the error were considered as random effects. The used model was:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + NL_k + AP_l + EP_m + (G \times NL)_{ik} + (G \times AP)_{il} + (G \times EP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = vector of cow observations,

μ = common means for all the observations,

G_i = fixed effect of the i-th genetic group of the cow (i= 1, 2)

R_j = fixed effect of the j-th herd (j= 1, ..., 216)

NL_k = fixed effect of the k-th number of lactation (k=1, ..., 10)

AP_l = fixed effect of the l-th year of parturition (l= 1987, ..., 2012)

EP_m = fixed effect of the m-th parturition season (m=rainy, dry)

$(G \times NL)_{ik}$ = effect of the interaction of i-th genetic group of cow with the k-th lactation number (ik=1, ..., 20)

$(G \times AP)_{il}$ = effect of the interaction of i-th genetic group of cow with the l-th parturition year (il=1, ..., 52)

$(G \times EP)_{im}$ = effect of the interaction of i-th genetic group of cow with the m-th parturition season (im=1, ..., 4)

$V_n(R_j)$ = random effect of the n-the cow (n=1, ..., 13 270) nested in the j-th herd (j= 1, ..., 216) ~ NID (0, σ^2v),

e_{ijklmn} = random error associated to each observation ~ NID (0, σ^2e).

Tukey-Kramer test was applied for the multiple comparison of means of the minimum squares, according

los acostumbrados (mañana, tarde y noche).

Se eliminaron las lactancias con menos de 100 d (4.57 % de los datos), las edades al parto inferiores a los 24 meses (0.31 % de los datos), las producciones de leche con menos de 300 kg (3.98 % de los datos) y las lactancias superiores a la décima (0.16% de los datos). Se consideraron como grupos de contemporáneos la combinación de rebaño-año-época de parto. La época de parto se agrupó en lluviosa (de mayo a octubre) y poco lluviosa (de noviembre a abril).

La muestra estudiada mostró 35 568 lactancias en total, provenientes de 13 270 vacas. De ellas, 19 643 lactancias correspondieron al Mambí de Cuba (7 089 vacas) y 15 925 al Siboney de Cuba (6 181 vacas).

Se estudiaron los rasgos producción de leche acumulada hasta 305 d (L305), duración de la lactancia (DL), producción de leche por día (LPD), intervalo parto gestación (IPG), intervalo entre partos (IPP) y producción de leche por día durante el intervalo entre partos (LIPP). La LPD se estimó como el cociente de L305 entre DL y la LIPP como el cociente de L305 entre IPP.

Se aplicó un modelo lineal mixto mediante el uso del procedimiento MIXED del SAS, versión 9.3 (SAS Institute 2013). Este modelo incluyó los efectos fijos del grupo genético, rebaño, número de lactancia, año, época de parto, interacciones grupo genético x número de lactancia, grupo genético x año de parto y grupo genético x época de parto. Como efecto aleatorio se incluyó la vaca anidada en el rebaño y el error. El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + NL_k + AP_l + EP_m + (G \times NL)_{ik} + (G \times AP)_{il} + (G \times EP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = vector de las observaciones de las vacas,

μ = media común para todas las observaciones,

G_i = efecto fijo del i-ésimo grupo genético de la vaca (i= 1, 2)

R_j = efecto fijo del j-ésimo rebaño (j= 1, ..., 216)

NL_k = efecto fijo del k-ésimo número de lactancia (k=1, ..., 10)

AP_l = efecto fijo del l-ésimo año de parto (l= 1987, ..., 2012)

EP_m = efecto fijo de la m-ésima época de parto (m=lluviosa, poco lluviosa)

$(G \times NL)_{ik}$ = efecto de la interacción del i-ésimo grupo genético de la vaca con el k-ésimo número de lactancia (ik=1, ..., 20)

$(G \times AP)_{il}$ = efecto de la interacción del i-ésimo grupo genético de la vaca con el l-ésimo año de parto (il=1, ..., 52)

$(G \times EP)_{im}$ = efecto de la interacción del i-ésimo grupo genético de la vaca con la m-ésima época de parto (im=1, ..., 4)

$V_n(R_j)$ = efecto aleatorio de la n-ésima vaca (n=1, ..., 13 270) anidada en el j-ésimo rebaño (j= 1, ..., 216) ~ NID (0, σ^2v),

e_{ijklmn} = error aleatorio asociado con cada observación ~ NID (0, σ^2e).

to Kramer (1956).

Results and Discussion

The analysis of variance (table 1 and 2) showed that studied fix effects were significant, except the effect of genetic group on lactation duration, period between parturition and gestation and period between parturitions, as well as the effect of the interaction of genetic group and parturition season, in which none of the studied traits were affected.

Herd effect was significant in all the studied traits. This performance may be caused by differences on management of milking groups, instability in the staff that performs this task and services, together with the variations in feeding due to availability and quality of grasses. It may be also caused by differences in the amount of grazing areas presenting paddocking and to the presence of breed groups with different potential for milk production, among other factors.

Estimated averages for traits of milk production and reproduction of Mambí de Cuba and Siboney de Cuba (table 3) cows show similar reproductive performance and lactation duration. However, milk productions of Mambí de Cuba were superior to those of Siboney de Cuba with 84.43 kg, 0.29 kg/d and 0.69 kg/d for L305, MPD and MPPP, respectively.

Se aplicó la décima de Tukey-Kramer para la comparación múltiple de las medias de los mínimos cuadrados según Kramer (1956).

Resultados y Discusión

El análisis de varianza (tabla 1 y 2) mostró que los efectos fijos estudiados fueron significativos, excepto el efecto del grupo genético en la duración de la lactancia, el intervalo parto gestación y el intervalo entre partos, así como el efecto de la interacción del grupo genético y la época de parto, que no afectó ninguno de los rasgos estudiados.

El efecto del rebaño fue significativo en todos los rasgos estudiados. Las causas de este comportamiento pudieron obedecer a diferencias en el manejo de los grupos de ordeño, inestabilidad en el personal que realiza el ordeño y las inseminaciones, unido a las variaciones en la alimentación por la disponibilidad y calidad de los pastos. También pudieron responder a las diferencias en la cantidad de áreas de pastoreo que presentan acuartonamiento y a la presencia de grupos raciales con diferente potencial para la producción lechera, entre otros factores.

Los promedios estimados para los rasgos de la producción lechera y la reproducción en vacas Mambí de Cuba y Siboney de Cuba (tabla 3) mostraron un comportamiento reproductivo y duración de la lactancia similares. Sin embargo, las producciones lecheras en

Table 1. Analysis of variance of fix effects on accumulated milk production up to 305 days (L305), lactation duration (LD) and milk production per day (MPD) in Mamb  de Cuba and Siboney de Cuba cows

Effects	f.d.	L305		LD		MPD	
		F	p	F	p	F	p
Genetic group	1	4.80	0.0285	2.93	0.0871	10.57	0.0012
Herd	257	19.04	<0.0001	5.28	<0.0001	29.12	<0.0001
Lactation number	9	38.87	<0.0001	54.88	<0.0001	15.43	<0.0001
Parturition year	25	97.71	<0.0001	27.99	<0.0001	186.27	<0.0001
Parturition season	1	115.15	<0.0001	97.17	<0.0001	8.97	0.0027
Genetic group x lactation number	9	12.54	<0.0001	3.13	0.0009	29.00	<0.0001
Genetic group x parturition season	1	0.13	0.7212	1.89	0.1695	3.37	0.0738
Genetic group x parturition year	25	28.79	<0.0001	14.78	<0.0001	26.16	<0.0001

Table 2. Analysis of variance of fix effects in the period between parturition and gestation (PPG), period between parturitions (PP) and milk production per day during the period between parturitions (MPPP) in Mamb  de Cuba and Siboney de Cuba cows

Effects	f.d.	PPG		PP		MPPP	
		F	p	F	p	F	p
Genetic group	1	1.60	0.2063	0.46	0.4995	34.93	<0.0001
Herd	272	2.85	<.0001	2.76	<0.0001	14.50	<0.0001
Lactation number	9	165.44	<.0001	156.94	<0.0001	38.38	<0.0001
Parturition year	25	88.32	<.0001	88.66	<0.0001	81.48	<0.0001
Parturition season	1	15.89	<.0001	15.68	<0.0001	25.11	<0.0001
Genetic group x lactation number	9	3.40	0.0004	3.24	0.0006	8.04	<0.0001
Genetic group x parturition season	1	3.00	0.0833	3.14	0.0766	3.10	0.0782
Genetic group x parturition year	25	6.49	<0.0001	6.58	<0.0001	10.02	<0.0001

Table 3. Minimum square means (\pm standard error) for traits of milk production and reproduction in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows

Traits	Mambí de Cuba	Siboney de Cuba
	Mean \pm SE	Mean \pm SE
L305 (kg)	1565.12 \pm 25.48	1480.69 \pm 29.69
LD (days)	272.16 \pm 2.71	279.48 \pm 3.19
MPD (kg/day)	6.14 \pm 0.05	5.85 \pm 0.08
PPG (days)	202.22 \pm 7.19	215.37 \pm 7.65
PP (days)	483.04 \pm 7.17	490.05 \pm 7.63
MPPP (kg/days)	4.16 \pm 0.06	3.47 \pm 0.10

These results are in agreement with those of Ponce de León *et al.* (1988), who compared 424 first and second lactations of 5/8H x 3/8Z, 3/4 H x 1/4 Z and purebred Holstein through the use of a sample of 80 animals per genotype, in two cattle farm. Crossings had high potential for milk production (4,018 and 3,692 kg for 3/4 H x 1/4 Z and 5/8H x 3/8Z, respectively), superior to Holstein (3,533 kg) and good reproductive performance. There were no differences among crosses in liveweight and reproduction but milk production favored 3/4H 1/4Z. Holstein performance was affected due to their coexistence with the other crossed animals, mainly in the worst herd. Regarding the crossings, there were three times more losses due to reproductive and health problems up to the third lactation.

Researches conducted by López *et al.* (2009), in three herds of crossed bovines (3/4 Holstein (H) x 1/4 Zebu (Z), 3/4 Brown Swiss (S) x 1/4 Z, 1/2H x 1/2Z y 1/2S x 1/2Z) in Veracruz, Mexico, showed that the racial group also had significant effect on milk production. Cows of 3/4H x 1/4C cross showed better milk production per lactation and moderate performances in lactation duration, days open and periods between parturitions, compared to other racial groups, with an increase of 51.4, 50.8 and 29.5 % in milk production per lactation, time at the peak of lactation and lactation duration, respectively. These cited authors attribute this performance to the improvement of the environment due to the inclusion of concentrate complements and to milking management without the support of calves.

Results of this study coincide with those of Hernández *et al.* (2000), who, in a study in the Mexican tropic, reported that genotype (1/2 Holstein x 1/2 Zebu, 1/2 Brown Swiss x 1/2 Zebu and 1/2 Holstein x 1/4 Brown Swiss x 1/4 Zebu) had a significant effect on milk production, but it did not affect the period between parturitions. However, these results have no agreement with those of López *et al.* (2010), who evaluated the reproductive performance in different crosses of *Bos taurus* x *Bos indicus* in Mexico. These authors confirmed that, with increase of the percentage of *Bos taurus* genes, there was also an increase in the

el Mambí de Cuba superaron al Siboney de Cuba en 84.43 kg, 0.29 kg/d y 0.69 kg/d para L305, LPD y LIPP, respectivamente.

Estos resultados se corresponden con los de Ponce de León *et al.* (1988), quienes compararon 424 primeras y segundas lactancias del 5/8H x 3/8C, 3/4 H x 1/4 C y el Holstein puro mediante la utilización de una muestra de 80 animales por genotipo, en dos vaquerías. Los cruces tuvieron alto potencial para la producción de leche (4018 y 3692 kg para 3/4 H x 1/4 C y 5/8H x 3/8C, respectivamente), superior al Holstein (3533 kg) y buen comportamiento reproductivo. No hubo diferencias entre los cruces en peso vivo y reproducción, pero la producción lechera favoreció al 3/4H 1/4C. El comportamiento del Holstein se afectó, debido a su convivencia con los cruces, particularmente en el peor rebaño. Con respecto a los cruces, tuvo tres veces más pérdidas por problemas reproductivos y de salud hasta la tercera lactancia.

En las investigaciones realizadas por López *et al.* (2009), en tres hatos de bovinos cruzados (3/4 Holstein (H) x 1/4 Cebú (C), 3/4 Suizo (S) x 1/4 C, 1/2H x 1/2C y 1/2S x 1/2C) en Veracruz, México, el grupo racial también tuvo efecto significativo en la producción de leche. Las vacas 3/4H x 1/4C mostraron mejor producción de leche por lactancia y comportamientos moderados en la duración de la lactancia, días abiertos e intervalo entre partos en comparación con otros grupos raciales, con incremento de 51.4; 50.8 y 29.5 % en producción de leche por lactancia, tiempo al pico de lactancia y duración de la lactancia, respectivamente. Los autores citados atribuyen este comportamiento al mejoramiento del ambiente por la inclusión de complementos concentrados y al manejo del ordeño sin el apoyo de los terneros.

Los resultados de este estudio coinciden con los de Hernández *et al.* (2000), quienes en un estudio en el trópico mexicano informaron que el genotipo (1/2 Holstein x 1/2 Cebú, 1/2 Suizo Pardo x 1/2 Cebú y 1/2 Holstein x 1/4 Suizo Pardo x 1/4 Cebú) tuvo un efecto significativo en la producción de leche, pero no afectó el intervalo entre partos. Sin embargo, no se corresponden con los de López *et al.* (2010), quienes evaluaron el comportamiento reproductivo en diferentes cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* en México. Estos autores constataron que conforme se incrementó el porcentaje

period between parturitions. In this respect, López *et al.* (2006, 2009) stated, in previous studies, that the increase of PPG in animals with higher proportion of *Bos taurus* genes is partially explained by the increase of milk production of these genotypes. In this research, despite of obtaining the best milk production in $\frac{3}{4}$ H x $\frac{1}{4}$ Z animals, regarding the $\frac{5}{8}$ H x $\frac{3}{8}$ Z, it had no negative influence on its reproductive performance, which evidenced the adaptation ability of this genotype to tropical environment.

Parturition season also affected all the traits studied in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows, with higher means during dry season (table 4). A difference of 75 kg for milk production, in favor of dry season, was mainly because the environment during this season was fresher, which favored an appropriate metabolic comfort for milk production. Similar results were confirmed in other studies under different tropical conditions (García 2005, López *et al.* 2009). Regarding reproductive periods, it was concluded that those animals that delivered during rainy season showed shorter PPG and PP, with differences of 6.8 d regarding dry season. This performance agrees with reports of López *et al.* (2010) in different *Bos taurus* x *Bos indicus* crossings, in a Mexican commercial cattle farm, but with higher differences, 50 and 30 d for PPG and PP, respectively. This response is basically related to a higher food availability, which favors reproductive activity.

Regarding those studied genetic groups, it is necessary to analyze differences among them, taking into consideration lactation number and years of study because the interaction of genotype x lactation number and genotype x parturition year affected all the studied traits.

Figure 1 shows the effect of genotype x lactation number interaction on milk production. There were differences only in milk productions of the second lactation (1739.28 ± 25.96 kg vs. 1578.43 ± 28.02 kg) and the fifth (1656.60 ± 28.48 kg vs. 1490.80 ± 32.80 kg). In both, milk production of Mambí de Cuba was superior, with differences of 160.85 and 165.8 kg, regarding Siboney de Cuba.

The effect of genotype x lactation number interaction

de genes *Bos taurus* también aumentó el intervalo entre partos. Al respecto, López *et al.* (2006, 2009) argumentaron en trabajos anteriores que el incremento en el IPG en animales con mayor proporción de genes *Bos taurus* se explica parcialmente por el incremento en la producción de leche de dichos genotipos. En esta investigación, a pesar de que se obtuvo mayor producción lechera en los animales $\frac{3}{4}$ H x $\frac{1}{4}$ C con respecto al $\frac{5}{8}$ x $\frac{3}{8}$ C, esta no influyó negativamente en su comportamiento reproductivo, lo que es una evidencia de la capacidad de adaptación de dicho genotipo al ambiente tropical.

La época de parto afectó de igual manera todos los rasgos estudiados en las vacas Mambí de Cuba y Siboney de Cuba, con mayores promedios en la época poco lluviosa (tabla 4). La diferencia de 75 kg para la producción de leche, a favor de la época poco lluviosa, se atribuyó fundamentalmente a que en esta época el ambiente fue más fresco, lo que favoreció un confort metabólico apropiado para la producción lechera. Resultados similares se constataron en otros estudios en condiciones tropicales diversas (García 2005, López *et al.* 2009). Con respecto a los intervalos reproductivos, se concluyó que los animales que parieron en la época lluviosa presentaron IPG e IPP más cortos, con diferencias en 6.8 d con respecto a la época poco lluviosa. Este comportamiento se corresponde con lo informado por López *et al.* (2010) en diferentes cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* en un rancho comercial mexicano, pero con diferencias mayores, de 50 y 30 d para el IPG e IPP, respectivamente. Esta respuesta se relaciona básicamente con una mayor disponibilidad de alimentos, que favorece la actividad reproductiva.

Con respecto a los grupos genéticos estudiados, es necesario analizar las diferencias entre ellos, teniendo en cuenta el número de lactancia y los años de estudio, ya que la interacción genotipo x número de lactancia y la interacción genotipo x año de parto afectó todos los rasgos estudiados.

El efecto de la interacción genotipo x número de lactancia en la producción de leche se muestra en la figura 1. Solo hubo diferencias en las producciones lecheras en la segunda lactancia (1739.28 ± 25.96 kg vs 1578.43 ± 28.02 kg) y en la quinta (1656.60 ± 28.48 kg vs 1490.80 ± 32.80 kg). En ambas, la

Table 4. Effect of parturition season in traits of milk production and reproduction in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows

Traits	Rainy season	Dry season
	Mean \pm SE	Media \pm SE
L305 (kg)	1485.73 \pm 20.17	1560.06 \pm 20.15
LD (days)	271.97 \pm 2.08	279.67 \pm 2.08
MPD (kg/day)	5.96 \pm 0.04	6.02 \pm 0.04
PPG (days)	205.41 \pm 5.36	212.18 \pm 5.38
PP (days)	483.18 \pm 5.34	489.90 \pm 5.36
MPPP (kg/days)	3.76 \pm 0.06	3.87 \pm 0.06

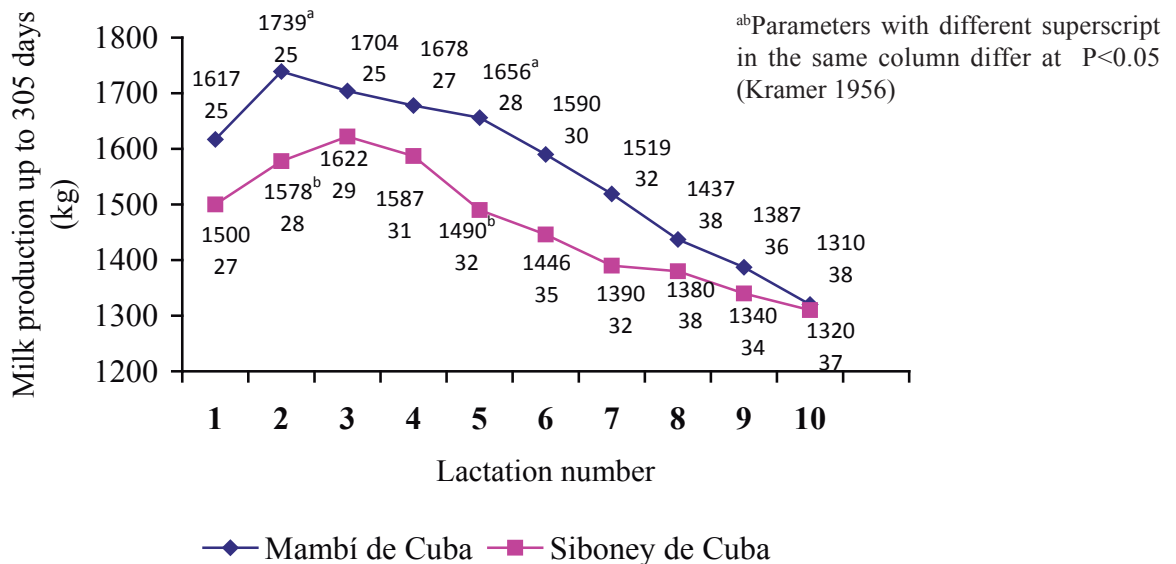


Figure 1. Effect of interaction of genotype x lactation number on milk production up to 305 days in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows

on lactation duration showed differences among the studied genotypes during the third (282.12 ± 2.83 days vs. 293.93 ± 3.18 d) and fourth lactation (274.83 ± 2.93 d vs. 288.49 ± 3.34 d). Siboney de Cuba showed better lactations than Mambí de Cuba for the third and fourth lactation, with 11.81 and 13.66 d, respectively. However, studies conducted by López *et al.* (2009) in cows with different proportions of *Bos taurus* genes, and by Salamanca & Bentez (2012) in crossbred cows, demonstrated that lactation number had no influence on lactation duration.

Period between parturition and gestation (figure 2) only differed among genotypes of the first parturition (278.21 ± 7.21 d vs. 315.96 ± 6.82 d), with higher means for Siboney de Cuba. There was a similar performance in the period between parturitions, with differences

producción de leche del Mambí de Cuba fue superior, con diferencias de 160.85 y 165.8 kg, con respecto al Siboney de Cuba.

El efecto de la interacción del genotipo x el número de lactancia en la duración de la lactancia mostró diferencias entre los genotipos estudiados en la tercera (282.12 ± 2.83 días vs. 293.93 ± 3.18 d) y cuarta lactancia (274.83 ± 2.93 d vs. 288.49 ± 3.34 d). El Siboney de Cuba presentó lactancias que fueron 11.81 y 13.66 d más largas que las del Mambí de Cuba para la tercera y cuarta lactancia, respectivamente. Sin embargo, en estudios realizados por López *et al.* (2009), en vacas con distintas proporciones de genes *Bos taurus*, y en trabajos de Salamanca & Bentez (2012), en vacas mestizas, el número de lactancia no influyó en la duración de la lactancia.

El intervalo parto gestación (figura 2) solamente difirió

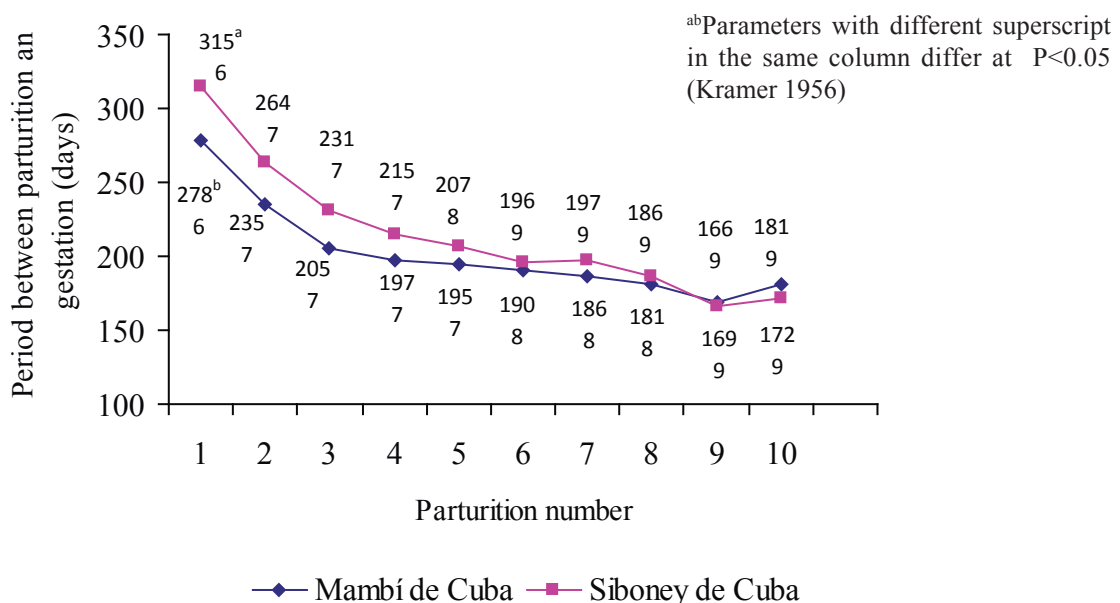


Figure 2. Effect of the interaction of genotype x parturition number on the period between parturition and gestation in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows

in the first parturition and higher means for Siboney de Cuba (588.21 ± 6.81 d) regarding Mambí de Cuba (557.17 ± 7.19 d). In both breed groups, there was a progressive decrease of the period between parturition and gestation, and between parturitions, with increase of parturition number. This performance may be, generally, a consequence of the removal of cows with reproductive difficulties from the herd. García *et al.* (2002, 2003), López *et al.* (2010) also confirmed a reduction on the period between parturitions, while parturition number increased.

The highest milk production were obtained in the period 1987-1990 (figure 3), with higher means in Mambí de Cuba cows, which surpassed those of Siboney in 935, 541, 622 and 633 kg every year. However, there was a general tendency to decrease in both breeds, which could have been motivated by a fast increase of the amount of animals. In the period of 1991-2001, similar results were obtained, with a tendency to radical decrease of production in general. This can be explained because this period corresponds to a time of economic limitations in Cuba, in which inputs decreased and could not maintain a consistent supply of feedstuff to lactating cows, so food was mainly based on pasture, without irrigation or fertilization.

From 2002 to 2007, there was slight increase of productions and differences among breeds were observed. Mambí de Cuba from 2002 to 2004 was superior, with means of 1,850.30 ± 44.30, 1,917.56 ± 50.65 and 1,761.85 ± 35.41 kg. During the period between 2005 and 2007, Siboney de Cuba had higher productions with means of 1,717.45 ± 37.03, 1,969.33 ± 35.60 and 2,019.82 ± 33.64 kg. In the period of 2008-2009, the performance was similar. In 2012, the Siboney de Cuba obtained higher averages (1,757.67 ± 34.12 kg) than Mambí de Cuba (1448.85 ± 32.07 kg).

Mejía *et al.* (2010) reported that the effect of year

entre genotipos en el primer parto (278.21 ± 7.21 d vs. 315.96 ± 6.82 d), con mayores promedios en el Siboney de Cuba. Similar comportamiento se observó para el intervalo entre partos con diferencias en el primer parto y mayores promedios en el Siboney de Cuba (588.21 ± 6.81 d) con respecto al Mambí de Cuba (557.17 ± 7.19 d). En ambos grupos raciales hubo disminución progresiva del intervalo parto gestación y el intervalo entre partos, con incremento del número de partos. Este comportamiento se puede deber a que las vacas con dificultades reproductivas son, generalmente, eliminadas del rebaño. García *et al.* (2002, 2003), López *et al.* (2010) también constataron reducción en el intervalo entre partos, a medida que aumentó el número de partos.

Las mayores producciones lácteas se obtuvieron en el período 1987-1990 (figura 3), con mayores promedios en las vacas Mambí de Cuba, que superaron al Siboney en 935, 541, 622 y 633 kg en cada año. Sin embargo, hubo una tendencia general a la disminución en ambas razas, que pudo estar motivada por el incremento rápido de la masa de animales. En el período 1991-2001 se obtuvieron resultados similares, con tendencia a la disminución drástica de las producciones en general. Esto se puede explicar porque este intervalo se corresponde con una época de limitaciones económicas en Cuba, en la que se redujeron los insumos y no se pudo mantener un suministro sistemático de pienso a las vacas lactantes, por lo que la alimentación fue, fundamentalmente, basada en pastos, sin riego ni fertilización.

En el período 2002-2007 hubo ligero incremento de las producciones y se observaron diferencias entre las razas. Resultó superior el Mambí de Cuba de los años 2002 al 2004, con promedios de 1850.30 ± 44.30, 1917.56 ± 50.65 y 1761.85 ± 35.41 kg. Mientras que en la etapa 2005- 2007, el Siboney de Cuba presentó mayores producciones con promedios de 1717.45 ± 37.03, 1969.33 ± 35.60 y 2019.82 ± 33.64 kg. En el período 2008-2009, el comportamiento fue similar. En el 2012, el Siboney de Cuba obtuvo mayores promedios

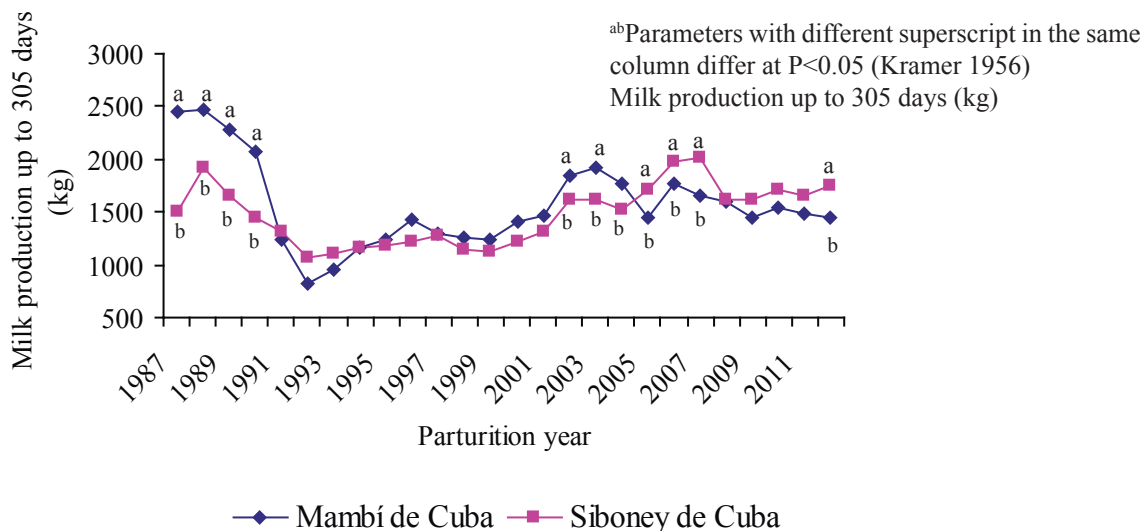


Figura 3. Effect of the interaction genotype x parturition year on milk production in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows

on milk production is difficult to explain, because it is usually a result of incorporation and exit animals, of their exposure to favorable environments during some years and unfavorable during others. It may also be a result of staff, management and administrative changes.

Lactation duration showed an irregular performance. There were only differences in the averages of both breeds in 1993 (242.46 ± 5.32 d vs. 298.06 ± 8.19 d), 1997 (280.80 ± 4.25 vs. 347.45 ± 4.57 d), 1998 (291.96 ± 4.51 d vs. 322.17 ± 4.90 d), 2004 (315.91 ± 3.88 d vs. 276.77 ± 3.88 d), 2009 (254.66 ± 3.39 d vs. 276.12 ± 3.54 d) and 2011 (263.39 ± 3.42 d vs. 283.42 ± 3.41 d). During these years, lactation duration was superior in Siboney de Cuba, except in 2004.

Values of the period between parturition and gestation (figure 4) were similar in the period from 1987 to 1990, with averages of 72.20 ± 19.31 and 128.07 ± 25.46 d. From 1991, these values increased and reached the highest averages in 1993, with 403.03 ± 10.81 d in Mambí de Cuba and 471.41 ± 10.87 d in Siboney de Cuba.

Later, they began to decrease. The remarkable increase of reproductive periods during this time was mainly caused by feeding limitations previously referred, which caused difficulties in cows to get pregnant, because, according to Peron (1975), there is an interaction between nutrition and the appearance of heat.

There were also problems of abortions and management. Reproduction was performed by direct mating, which affected the increase in the number of services per gestation. In the period 1996-2012, averages were between 152.73 ± 9.25 and 225.09 ± 9.52 d for Mambí de Cuba and between 117.00 ± 9.28 and 270.99 ± 10.63 days for Siboney de Cuba. In the studied period, there were only differences between breeds in 1998, averaging 213.64 ± 9.10 d for Mambí de Cuba and 270.99 ± 9.63 d for Siboney de Cuba, which corroborates a similar reproductive performance between the two breeds.

The results of this study showed similar averages for reproductive periods and lactation duration for both breeds and higher milk productions in Mambí de Cuba. There was better performance of milk production of Mambí de Cuba with respect to Siboney de Cuba in the period before 1990, with the highest productions, although with a tendency to decrease. However, during the years after 1990, with dietary restrictions, there was instability in the performance of the two genetic groups. Milk production was higher in Mambí de Cuba between 2002 and 2004. For Siboney de Cuba, it was higher in the next three years.

(1757.67 ± 34.12 kg) que el Mambí de Cuba (1448.85 ± 32.07 kg).

Mejía *et al.* (2010) informaron que el efecto del año en la producción lechera es difícil de explicar, debido a que normalmente es resultado de la incorporación y salida de animales, de su exposición a ambientes favorables en unos años y desfavorables en otros. También puede ser consecuencia de los cambios administrativos, de personal y de manejo.

La duración de la lactancia presentó un comportamiento irregular. Solamente hubo diferencias en los promedios de ambas razas en 1993 (242.46 ± 5.32 d vs 298.06 ± 8.19 d), 1997 (280.80 ± 4.25 vs 347.45 ± 4.57 d), 1998 (291.96 ± 4.51 d vs 322.17 ± 4.90 d), 2004 (315.91 ± 3.88 d vs 276.77 ± 3.88 d), 2009 (254.66 ± 3.39 d vs 276.12 ± 3.54 d) y 2011 (263.39 ± 3.42 d vs 283.42 ± 3.41 d). En estos años, la duración de la lactancia fue superior en el Siboney de Cuba, a excepción del 2004.

Los valores del intervalo parto gestación (figura 4) fueron similares en el período de 1987 a 1990, con promedios entre 72.20 ± 19.31 y 128.07 ± 25.46 d. A partir de 1991, se incrementaron y alcanzaron los mayores promedios en 1993, con 403.03 ± 10.81 d en el Mambí de Cuba y 471.41 ± 10.87 d en el Siboney de Cuba. Posteriormente comenzaron a disminuir. El incremento notable de los intervalos reproductivos en este período se debió, fundamentalmente, a las limitaciones en la alimentación referidas antes, lo que provocó que se presentaran dificultades en las vacas para que quedaran gestantes, pues de acuerdo con Perón (1975) hay una interacción entre la nutrición y la aparición del celo.

También hubo incidencias de abortos y problemas de manejo. La reproducción fue por monta directa, lo que repercutió en el incremento del número de servicios por gestación. En el período de 1996 a 2012, los promedios estuvieron entre 152.73 ± 9.25 y 225.09 ± 9.52 d para el Mambí de Cuba y entre 117.00 ± 9.28 y 270.99 ± 10.63 días para el Siboney de Cuba. En el período estudiado solo se encontraron diferencias entre las razas en 1998, con promedios de 213.64 ± 9.10 d para el Mambí de Cuba y 270.99 ± 9.63 d para el Siboney de Cuba, lo que corrobora comportamiento reproductivo similar entre ambas razas.

Los resultados de este trabajo mostraron promedios similares para los intervalos reproductivos y la duración de la lactancia de ambos raciales y mayores producciones lecheras en el Mambí de Cuba. Hubo mejor comportamiento de la producción lechera del Mambí de Cuba con respecto al Siboney de Cuba en el período anterior a 1990, en el que se apreciaron las mayores producciones, aunque con tendencia a la disminución. Sin embargo, en la etapa posterior a 1990, con restricciones en la alimentación, hubo inestabilidad en el comportamiento de los dos grupos genéticos. Fue mayor la producción lechera en el Mambí de Cuba entre 2002 y 2004. Para el Siboney de Cuba fue superior en los tres años siguientes.

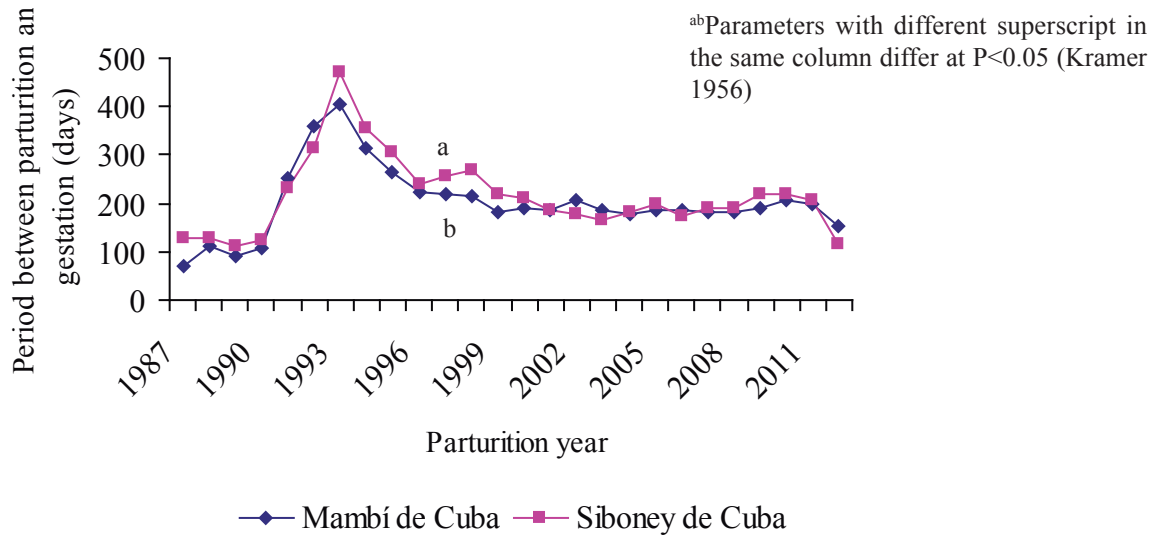


Figure 4. Effect of the interaction genotype x parturition year on the period between parturition and gestation in Mambí de Cuba and Siboney de Cuba cows

References

- Fernández, F. J. & Tronco, S. M. A. 2011. "Influencia de factores no genéticos en la producción de leche del Siboney de Cuba". *Revista de Salud Animal*, 33 (2): 76–82, ISSN: 0253-570X.
- García, C. R. 2005. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. M.Sc. Thesis, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- García, G. A., Cárdenas, C. A., Monterrosa, V., Valencia, L. & Maldonado, J. G. 2002. "Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. I. Haciendas la Leyenda y la Candelaria". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15 (3): 293–301, ISSN: 0120-0690.
- García, G. A., Maldonado, J. G. & García, J. G. 2003. "Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. II. Comportamiento de cuatro grupos raciales *Bos indicus* en un sistema de bosque seco tropical (bs-T)". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16 (2): 117–125, ISSN: 0120-0690.
- González, P. D., Guerra, D., Évora, J. C., González, S. & Ortiz, J. 2008. "Análisis uni y multicarácter para las 4 primeras lactancias de vacas Siboney de Cuba". *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 2 (3): 141–146, ISSN: 1999-4494, 1998-3050.
- Hernández, A., Ponce de León, R., García, S. M., Guzmán, G. & Mora, M. 2011. "Genetic assessment of the dairy cattle Mambi de Cuba". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 45 (4): 355–359, ISSN: 2079-3480.
- Hernández, R. E., Segura, C. V. M., Segura, C. J. C. & Osorio, A. M. M. 2000. "Calving interval, lactation length and milk production in a dual purpose herd in Yucatán, Mexico". *Agrociencia (México)*, 34 (6): 699–705, ISSN: 1405-3195.
- Kramer, C. Y. 1956. "Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications". *Biometrics*, 12 (3): 307, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001469.
- López, D. 1982. Caracterización de la población base de un nuevo genotipo lechero tropical: El Siboney de Cuba. Ph.D. Thesis, ISCAH - ICA, La Habana, Cuba, 201 p.
- López, D. & Ribas, M. 1993. "New dairy cattle breeds. Results in Cuba". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 27 (1): 1–10, ISSN: 2079-3480.
- López, O. R., Díaz, H. M., García, M. J. G., Núñez, R. & Martínez, H. P. A. 2010. "Eventos reproductivos de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1 (4): 325–336, ISSN: 2007-1124.
- López, O. R., Vite, C. C., García, M. J. G. & Martínez, H. P. A. 2009. "Reproductive and milk yield performance of crossbred cows with different proportions of *Bos taurus* genes". *Archivos de Zootecnia*, 58 (224): 683–694, ISSN: 0004-0592.
- López, R., Thomas, M. G., Hallford, D. M., Keisler, D. H., Silver, G. A., Obeidat, B. S., García, M. D. & Krehbiel, C. R. 2006. "Case study: Metabolic hormone profiles and evaluation of associations of metabolic hormones with body fat and reproductive characteristics of Angus, Brangus, and Brahman heifers". *The Professional Animal Scientist*, 22 (3): 273–282, ISSN: 1080-7446, DOI: 10.15232/S1080-7446(15)31104-9.
- Mejía, B. G. T., Magaña, J. G., Segura, C. J. C., Delgado, R. & Estrada, L. R. J. 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, ISSN: 1870-0462.
- Perón, N. 1975. "Algún aspecto sobre nutrición y reproducción en bovino". *Revista Cubana de Reproducción Animal*, 1: 60, ISSN: 0138-6700.
- Ponce de León, R., de Bien, R. & Caran, N. 1988. "A comparison between Holstein, $\frac{3}{4}$. $\frac{1}{4}$ and $\frac{5}{8}$. $\frac{3}{8}$ holstein-Zebu in their first two lactations". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 22 (2): 121–127, ISSN: 2079-3480.
- Portales, A., González, P. D., Guerra, D., Évora, J. C. & Acosta, M. 2012. "Parámetros genéticos de las características de leche, incorporación y parto en ganado Siboney de Cuba". *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 6 (1): 27–33, ISSN: 1999-

4494, 1998-3050.

Ribas, M., Gutiérrez, M., Mora, M., Évora, J. C. & González, S. 2004. "Productive and reproductive performance of Siboney de Cuba in two regions". Cuban Journal of Agricultural Science, 38 (2): 121–126, ISSN: 2079-3480.

Salamanca, C. A. & Bentez, M. J. 2012. "Producción de leche de vacas mestizas del Sistema Doble Propósito en el municipio de Arauca". REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 13 (7): 1–15, ISSN: 1695-7504.

SAS Institute 2013. Statistical Analysis Software SAS/STAT®. version 9.3, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc, Available: <http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#>.

VanRaden, P. M. & Sanders, A. H. 2003. "Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle". Journal of Dairy Science, 86 (3): 1036–1044, ISSN: 00220302, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73687-X.

Received: february 16, 2016