

Performance of dairy production, reproduction and longevity in Holstein and its crosses with Cebu

Comportamiento de la producción lechera, reproducción y longevidad en el Holstein y sus cruces con Cebú

Arelis Hernández and Raquel Elena Ponce de León

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

Email: arelishdez@ica.co.cu

The records of Mambí de Cuba dairy cows (3/4 Holstein 1/4 Cebu), Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebu) and Holstein, from three herds were used to determine the effect of the genetic group (GG) and various non-genetic factors, for milk production traits (131 658 lactations of 63 066 cows), reproduction (117 794 reproductive events of 36 331 cows), longevity (18 741 cows) and milk production per life (56 536 cows). The traits of cumulative milk production up to 305 days (M305), duration of lactation (DL), age at first service (A first service), parturition-first service interval (PSI), parturition-gestation interval (PGI), parturition interval (PI), productive life (PL), number of parturition per life (PN) and milk production per life (MPLife) were studied. A mixed linear model was applied, with the use of the SAS MIXED procedure. This model included the fixed effects of the genetics, herd, lactation number, year, parturition time, genetic group interactions x lactation number, genetic group x parturition year and genetic group x parturition time. As random, the cow nested in the herd and the errors were included. For the A first S, PL, PN and MPLife traits, the model did not include the lactation number or its interaction. The fixed effects were significant, except for the parturition time and its interaction with the genetic group in the reproductive and longevity traits. It is concluded that the Mambí de Cuba showed better milk production accumulated during life and high longevity.

Key words: dairy cattle, environmental effect, genetic groups

The majority of the cows from the genetic herds destined to the milk production in Cuba correspond to crossbreeding of Holstein with Cebu. Predominantly the use of the crossing 5/8 Holstein 3/8 Cebu, named Siboney de Cuba, and the 3/4 Holstein 1/4 Cebu, known as Mambí de Cuba. A low proportion represents pure Holstein.

Although at the beginning of the formation of Siboney de Cuba and Mambí de Cuba breeds, experiments to compare the performance of 5/8 Holstein 3/8 Cebu, the 3/4 Holstein 1/4 Cebu and the pure Holstein crossbreeding (Ponce de León *et al.* 1988) were carried out, once the breeds are conformed, there are no studies that evaluate the animals of the three breeds in production conditions to compare the advantages of using one or the other. Therefore, the objective of this study was to evaluate the genetic and environmental factors that influence on milk production, reproduction and longevity of Siboney de Cuba, Mambí de Cuba and Holstein cows.

Se utilizaron los registros de vacas lecheras Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Cebú), Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú) y Holstein, de tres ganaderías, para determinar el efecto del grupo genético (GG) y diversos factores no genéticos, para rasgos de producción lechera (131 658 lactancias de 63 066 vacas), reproducción (117 794 eventos reproductivos de 36 331 vacas), longevidad (18 741 vacas) y producción de leche por vida (56 536 vacas). Se estudiaron los rasgos producción de leche acumulada hasta 305 días (L305), duración de la lactancia (DL), edad al primer parto (Epar1), intervalo parto primer servicio (IPS), intervalo parto gestación (IPG), intervalo entre partos (IPP), vida productiva (VProd), número de partos por vida (NP) y producción de leche por vida (LTVida). Se aplicó un modelo lineal mixto, con el uso del procedimiento MIXED del SAS. Este modelo incluyó los efectos fijos del 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 aleatorios se incluyeron la vaca anidada en el rebaño y el error. Para los rasgos Epar1, VProd, NP y LTVida, el modelo no incluyó el número de lactancia ni su interacción. Los efectos fijos fueron significativos, a excepción de la época de parto y su interacción con el grupo genético en los rasgos reproductivos y de longevidad. Se concluye que el Mambí de Cuba presentó mejores producciones lecheras acumuladas durante la vida y mayor longevidad.

Palabras clave: bovinos lecheros, efectos ambientales, grupos genéticos

La mayoría de las vacas de los rebaños genéticos destinados a la producción lechera en Cuba corresponden a cruces de la raza Holstein con el Cebú. Predomina el uso del cruce 5/8 Holstein 3/8 Cebú, denominado Siboney de Cuba, y el 3/4 Holstein 1/4 Cebú, conocido como Mambí de Cuba. Una menor proporción representa el Holstein puro.

Si bien en los inicios de la formación de las razas Siboney de Cuba y Mambí de Cuba se realizaron experimentos para comparar el comportamiento del cruce 5/8 Holstein 3/8 Cebú, el 3/4 Holstein 1/4 Cebú y el Holstein puro (Ponce de León *et al.* 1988), una vez conformadas las razas, no se dispone de estudios que evalúen de conjunto los animales de las tres razas en condiciones de producción para comparar las ventajas del uso de una u otra. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar los factores genéticos y ambientales que influyen en la producción de leche, la reproducción y la longevidad de vacas Siboney de Cuba, Mambí de Cuba y Holstein.

Materials and Methods

The 1984 to 2016 records of milk production, reproduction and longevity of three genetic groups were used: Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Cebu), Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebu) and Holstein, located in Centro Nacional de Control Pecuario (CENCOP). These records belong to three genetics enterprises (Empresa Pecuaria Genetica de Matanzas, Camilo Cienfuegos and Los Naranjos) from the western region of the Republic of Cuba.

The cow feeding system was based on grazing. The lactating cows intake, mainly, the Star grasses (*Cynodon nlemfuensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Guinea (*Megathyrsus maximus*), some species of natural grass, and *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115. The latter as a strategic reserve for drought periods. Dried dehydrated grains with soluble (DDGS) were also supplied from 2001, at a rate of 0.46 kg/L, from the second liter produced, approximately.

During the dry season supplementation of sugarcane (*Saccharum officinarum*), King Grass (*Cenchrus purpureus*) in forage form and citrus skin was provided, according to availability. Urea and mineral salts were part of the complementary foods, as required by the diet.

The non-lactating females were in the same grazing conditions. At thirty days prepartum they received supplementation with concentrate, according to availability. They were not exceeded 2-3 kg/cow/d. During the period from 1991 to 2000, no supplement was offered to the prepartum cows. Mechanical milking was performed twice a day. The intervals between milkings were 10 and 14 h. The grazing hours in the main enterprises studied were the normal ones (morning, afternoon and evening).

Those lactations with less than 30 d of duration were eliminated. The ages at parturition, lower than 24 months and lactations higher than the tenth lactation, were grouped in the latter. The parturition time was grouped in rainy (May to October) and dry (November to April).

Different sets of data were used. The milk production data file showed a total of 131,658 lactations, from 63066 cows, with parturition years from 1987 to 2016. Of them, 50022 lactations corresponded to Mambí de Cuba (16128 cows), 51911 to Siboney de Cuba (20769 cows) and 29725 to Holstein (26169 cows). The traits of cumulative milk production up to 305 d (M305) and duration of lactation (DL) were studied. For the study of the age at first service (A first S), the information of the first lactation for 52342 cows in total was considered. Of them, 21899 were Holstein, 12637 Mambí de Cuba and 17806 Siboney de Cuba.

The data file of the reproduction showed 117 794 reproductive events, of 36331 cows, with parturition years from 1985 to 2014. Of these, 56807 events

Materiales y Métodos

Se utilizaron los registros de 1984 a 2016 de la producción lechera, la reproducción y la longevidad de tres grupos genéticos: Mambí de Cuba (3/4 Holstein 1/4 Cebú), Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú) y Holstein, localizados en el Centro Nacional de Control Pecuario (CENCOP). Dichos registros pertenecen a tres empresas genéticas (Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, Camilo Cienfuegos y Los Naranjos) de la región occidental de la República de Cuba.

El sistema de alimentación de las vacas estuvo basado en pastoreo. Las vacas lactantes consumieron, fundamentalmente, los pastos Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Guinea (*Megathyrsus maximus*), algunas especies de pasto naturales, y *Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-115. Este último como reserva estratégica de los períodos de sequía. También se les suministró granos secos deshidratados con solubles (DDGS) a partir del 2001, a razón de 0.46 kg/L, desde el segundo litro producido, aproximadamente.

Durante el período poco lluvioso se suministró suplementación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), King Grass (*Cenchrus purpureus*) 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 parto recibieron suplementación con concentrado, según disponibilidad. No se sobrepasaron de 2-3 kg/vaca/d. Durante el período de 1991 a 2000 no se ofreció ningún suplemento a las vacas parto. 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 estudiadas fueron los denominados normales (mañana, tarde y noche).

Se eliminaron aquellas lactancias con menos de 30 d de duración. Las edades al parto, inferiores a los 24 meses y las lactancias superiores a la décima lactancia, se agruparon en esta última. La época de parto se agrupó en lluviosa (mayo a octubre) y poco lluviosa (noviembre a abril).

Se emplearon diferentes conjuntos de datos. El fichero de datos de la producción lechera presentó un total de 131 658 lactancias, provenientes de 63 066 vacas, con años de parto de 1987 al 2016. De ellas, 50 022 lactancias correspondieron al Mambí de Cuba (16 128 vacas), 51 911 al Siboney de Cuba (20 769 vacas) y 29 725 al Holstein (26 169 vacas). Se estudiaron los rasgos producción de leche acumulada hasta 305 d (L305) y duración de la lactancia (DL). Para el estudio de la edad al primer parto (Epar1), se consideró la información de la primera lactancia para 52 342 vacas en total. De ellas, 21 899 fueron Holstein, 12 637 Mambí de Cuba y 17 806 Siboney de Cuba.

El fichero de datos de la reproducción presentó 117 794 eventos reproductivos, de 36 331 vacas, con años de parto de 1985 a 2014. De ellos, 56 807 eventos

corresponded to Mambí de Cuba (16,934 cows), 48861 to Siboney de Cuba (15654 cows) and 12126 events to Holstein (3743 cows). The traits parturition-first service interval (PSI), parturition-gestation interval (PGI), and parturition interval (PI) were studied.

From the looses file of milk production, two longevity traits were calculated: the productive life (PL), such as the months of the first to the last parturition, and the number of parturition per life (PN). The file showed a total of 18741 cows, with parturition years from 1984 to 2014. Of these, 8302 cows were Mambí de Cuba, 8514 Siboney de Cuba and 1925 Holstein. The production of milk per life (MPLife) was also determined from this file. The file presented 56536 cows in total, with parturition years from 1984 to 2016. Of them, 11210 corresponded to Mambí de Cuba cows, 13863 Siboney de Cuba and 31463 Holstein cows.

A mixed linear model was applied, with the use of the SAS MIXED procedure, version 9.3 (SAS 2013) according to the type of data. The model I used for the dairy production traits (M305, DL) was:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + NL_k + AP_l + EP_m + (GxNL)_{ik} + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = vector of observations of cows

μ = Average mean for all observations

G_i = Fixed effect of the *i*th genetic group of the cow (*i*= 1, 2,3)

R_j = Fixed effect of the *j*th herd (*j*= 1, ..., 474)

NL_k = Fixed effect of the *k*th lactation number (*k*=1,..., 10)

AP_l = Fixed effect of the *l*th parturition year (*l*= 1987,..., 2016)

EP_m = Fixed effect of the *m*-th parturition time (*m*=1, 2) 1=rainy, 2=dry

$(GxNL)_{ik}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *k*th lactation number (*ik*=1,...,30)

$(GxAP)_{il}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *l*th parturition year (*il*=1,...,87)

$(GxEP)_{im}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *m*-th parturition time (*im*=1,...,6)

$V_n(R_j)$ = Random effect of the *n*th cow (*n*=1, ..., 63066) nested in the *j*th herd (*j*= 1, ..., 474) ~ NID (0, σ_v^2)

e_{ijklmn} = random error associated with each observation ~ NID (0, σ_e^2)

The model II used for the MPLife dairy production trait was:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + AP_l + EP_m + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = vector of cows observations

μ = Average mean for all observations

G_i = Fixed effect of the *i*th genetic group of the cow (*i*= 1, 2,3)

R_j = Fixed effect of the *j*th herd (*j*= 1, ..., 424)

correspondieron al Mambí de Cuba (16 934 vacas), 48 861 al Siboney de Cuba (15 654 vacas) y 12 126 eventos al Holstein (3 743 vacas). Se estudiaron los rasgos intervalo parto primer servicio (IPS), intervalo parto gestación (IPG), e intervalo entre partos (IPP).

A partir del fichero de bajas de la producción de leche, se calcularon dos rasgos de longevidad: la vida productiva (VProd), como los meses del primer al último parto, y el número de partos por vida (NP). El fichero presentó un total de 18 741 vacas, con años de parto de 1984 a 2014. De ellas, 8 302 vacas fueron Mambí de Cuba, 8 514 Siboney de Cuba y 1 925 Holstein. A partir de este fichero también se determinó la producción de leche por vida (LTVida). El fichero presentó 56 536 vacas en total, con años de parto de 1984 a 2016. De ellas, 11 210 correspondieron a vacas Mambí de Cuba, 13 863 Siboney de Cuba y 31 463 Holstein.

Se aplicó un modelo lineal mixto, con el uso del procedimiento MIXED del SAS, versión 9.3 (SAS 2013) según el tipo de datos. El modelo I utilizado para los rasgos de la producción lechera (L305, DL) fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + NL_k + AP_l + EP_m + (GxNL)_{ik} + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

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, 2,3)

R_j = Efecto fijo del *j*-ésimo rebaño (*j*= 1, ..., 474)

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,..., 2016)

EP_m = Efecto fijo de la *m*-ésima época de parto (*m*=1, 2) 1=lluviosa, 2=poco lluviosa

$(GxNL)_{ik}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con el *k*-ésimo número de lactancia (*ik*=1,...,30)

$(GxAP)_{il}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con el *l*-ésimo año de parto (*il*=1,...,87)

$(GxEP)_{im}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con la *m*-ésima época de parto (*im*=1,...,6)

$V_n(R_j)$ = Efecto aleatorio de la *n*-ésima vaca (*n*=1, ..., 63 066) anidada en el *j*-ésimo rebaño (*j*= 1, ..., 474) ~ NID (0, σ_v^2)

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

El modelo II utilizado para el rasgo de la producción lechera LTVida fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + AP_l + EP_m + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

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

AP_l = Fixed effect of the l th parturition year ($l=1984, \dots, 2016$)

EP_m = Fixed effect of the m th parturition time ($m=1, 2$) 1=rainy, 2=dry

$(GxAP)_{il}$ = Effect of the interaction of the i th genetic group of the cow with the l th parturition year ($il=1, \dots, 96$)

$(GxEP)_{im}$ = Effect of the interaction of the i th genetic group of the cow with the m th parturition time ($im=1, \dots, 6$)

$V_n(R_j)$ = random effect of the n th cow ($n=1, \dots, 56536$) nested in the j th herd ($j=1, \dots, 424$) \sim NID ($0, \sigma_v^2$)

e_{ijklmn} = random error associated with each observation \sim NID ($0, \sigma_e^2$)

The model III used for the reproduction traits (PSI, PGI, PI) was:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + NL_k + AP_l + EP_m + (GxNL)_{ik} + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = vector of cows observations,

μ = Average mean for all observations,

G_i = Fixed effect of the i th genetic group of the cow ($i=1, 2, 3$)

R_j = Fixed effect of the j th herd ($j=1, \dots, 473$)

NL_k = Fixed effect of the k th lactation number ($k=1, \dots, 10$)

AP_l = Fixed effect of the l th parturition year ($l=1985, \dots, 2014$)

EP_m = Fixed effect of the m th parturition time ($m=1, 2$) 1=rainy, 2=dry,

$(GxNL)_{ik}$ = Effect of the interaction of the i th genetic group of the cow with the k th lactation number ($ik=1, \dots, 30$)

$(GxAP)_{il}$ = Effect of the interaction of the i th genetic group of the cow with the l th parturition year ($il=1, \dots, 90$)

$(GxEP)_{im}$ = Effect of the interaction of the i th genetic group of the cow with the m th parturition time ($im=1, \dots, 6$)

$V_n(R_j)$ = random effect of the n th cow ($n=1, \dots, 36331$) nested in the j th herd ($j=1, \dots, 473$) \sim NID ($0, \sigma_v^2$)

e_{ijklmn} = random error associated with each observation \sim NID ($0, \sigma_e^2$)

The model IV used for the A first S reproduction trait was:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + AP_l + EP_m + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = vector of cows observations

μ = Average mean for all observations

G_i = Fixed effect of the i th genetic group of the cow ($i=1, 2, 3$)

R_j = Fixed effect of the j th herd ($j=1, \dots, 269$)

AP_l = Fixed effect of the l th year of first service ($l=1984, \dots, 2014$)

EP_m = Fixed effect of the m th first service time ($m=1,$

($i=1, 2, 3$)

R_j = Efecto fijo del j -ésimo rebaño ($j=1, \dots, 424$)

AP_l = Efecto fijo del l -ésimo año de parto ($l=1984, \dots, 2016$)

EP_m = Efecto fijo de la m -ésima época de parto ($m=1, 2$) 1=lluviosa, 2=poco lluviosa

$(GxAP)_{il}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo grupo genético de la vaca con el l -ésimo año de parto ($il=1, \dots, 96$)

$(GxEP)_{im}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo grupo genético de la vaca con la m -ésima época de parto ($im=1, \dots, 6$)

$V_n(R_j)$ = efecto aleatorio de la n -ésima vaca ($n=1, \dots, 56536$) anidada en el j -ésimo rebaño ($j=1, \dots, 424$) \sim NID ($0, \sigma_v^2$)

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

El modelo III utilizado para los rasgos de la reproducción (IPS, IPG, IPP) fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + NL_k + AP_l + EP_m + (GxNL)_{ik} + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

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 ($i=1, 2, 3$)

R_j = Efecto fijo del j -ésimo rebaño ($j=1, \dots, 473$)

NL_k = Efecto fijo del k -ésimo número de lactancia ($k=1, \dots, 10$)

AP_l = Efecto fijo del l -ésimo año de parto ($l=1985, \dots, 2014$)

EP_m = Efecto fijo de la m -ésima época de parto ($m=1, 2$) 1=lluviosa, 2=poco lluviosa,

$(GxNL)_{ik}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo grupo genético de la vaca con el k -ésimo número de lactancia ($ik=1, \dots, 30$)

$(GxAP)_{il}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo grupo genético de la vaca con el l -ésimo año de parto ($il=1, \dots, 90$)

$(GxEP)_{im}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo grupo genético de la vaca con la m -ésima época de parto ($im=1, \dots, 6$)

$V_n(R_j)$ = efecto aleatorio de la n -ésima vaca ($n=1, \dots, 36331$) anidada en el j -ésimo rebaño ($j=1, \dots, 473$) \sim NID ($0, \sigma_v^2$)

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

El modelo IV utilizado para el rasgo de la reproducción Epar1 fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + AP_l + EP_m + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

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 ($i=1, 2, 3$)

R_j = Efecto fijo del j -ésimo rebaño ($j=1, \dots, 269$)

AP_l = Efecto fijo del l -ésimo año de primer parto ($l=1984, \dots, 2014$)

2) 1=rainy, 2=dry.

$(GxAP)_{il}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *l*th year of first service ($il=1, \dots, 90$)

$(GxEP)_{im}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *m*th first service time ($im=1, 6$)

$V_n(R_j)$ = random effect of the *n*th cow ($n=1, \dots, 52342$) nested in the *j*th herd ($j= 1, \dots, 269$) \sim NID $(0, \sigma_v^2)$

e_{ijklmn} = random error associated with each observation \sim NID $(0, \sigma_e^2)$

The model V used for (PL, PN) longevity trait was:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + AP_l + EP_m + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = vector of the cows observations

μ = Average mean for all observations

G_i = Fixed effect of the *i*th genetic group of the cow ($i= 1, 2, 3$)

R_j = Fixed effect del *j*th herd ($j= 1, \dots, 257$)

AP_l = Fixed effect of the *l*th year of first service ($l= 1984, \dots, 2014$)

EP_m = Fixed effect of the *m*th first service time ($m=1, 2$) 1=rainy, 2=dry,

$(GxAP)_{il}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *l*th year of first service ($il=1, \dots, 90$)

$(GxEP)_{im}$ = Effect of the interaction of the *i*th genetic group of the cow with the *m*th first service time ($im=1, 6$)

$V_n(R_j)$ = random effect of the *n*th cow ($n=1, \dots, 18741$) nested in the *j*th herd ($j= 1, \dots, 257$) \sim NID $(0, \sigma_v^2)$

e_{ijklmn} = random error associated with each observation \sim NID $(0, \sigma_e^2)$

The Tukey-Kramer test was applied for the multiple comparison of means of least squares, according to Kramer (1956).

Results and Discussion

The variance analysis of milk production traits showed that all fixed effects studied were significant (table 1).

For the reproductive traits, the effects of parturition time and the interaction between the genetic group and parturition time did not influence on the PSI, PGI, PI and AfirstS (table 2). These effects did not influence on the PL and PN longevity traits (table 3).

Regarding the studied genetic groups, it must analyze the differences between them taking into account the parturition time, the lactation number and the years of study, since the interaction genotype x parturition time, the interaction genotype x lactation number and the interaction genotype x parturition year affected the traits.

The effect of the interaction genotype x parturition time is shown in table 4. In general, the parturition

EP_m = Efecto fijo de la *m*-ésima época de primer parto ($m=1, 2$) 1=lluviosa, 2=poco lluviosa.

$(GxAP)_{il}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con el *l*-ésimo año de primer parto ($il=1, \dots, 90$)

$(GxEP)_{im}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con la *m*-ésima época de primer parto ($im=1, 6$)

$V_n(R_j)$ = efecto aleatorio de la *n*-ésima vaca ($n=1, \dots, 52342$) anidada en el *j*-ésimo rebaño ($j= 1, \dots, 269$) \sim NID $(0, \sigma_v^2)$

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

El modelo V utilizado para los rasgos de longevidad (VProd, NP) fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + AP_l + EP_m + (GxAP)_{il} + (GxEP)_{im} + V_n(R_j) + e_{ijklmn}$$

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 ($i= 1, 2, 3$)

R_j = Efecto fijo del *j*-ésimo rebaño ($j= 1, \dots, 257$)

AP_l = Efecto fijo del *l*-ésimo año de primer parto ($l= 1984, \dots, 2014$)

EP_m = Efecto fijo de la *m*-ésima época de primer parto ($m=1, 2$) 1=lluviosa, 2=poco lluviosa,

$(GxAP)_{il}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con el *l*-ésimo año de primer parto ($il=1, \dots, 90$)

$(GxEP)_{im}$ = Efecto de la interacción del *i*-ésimo grupo genético de la vaca con la *m*-ésima época de primer parto ($im=1, 6$)

$V_n(R_j)$ = efecto aleatorio de la *n*-ésima vaca ($n=1, \dots, 18741$) anidada en el *j*-ésimo rebaño ($j= 1, \dots, 257$) \sim NID $(0, \sigma_v^2)$

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

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

Resultados y Discusión

El análisis de varianza de los rasgos de la producción de leche mostró que todos los efectos fijos estudiados fueron significativos (tabla 1).

Para los rasgos reproductivos, los efectos de época de parto y de la interacción grupo genético x época de parto no influyeron en el IPS, IPG, IPP y Epar1 (tabla 2). Estos efectos tampoco influyeron en los rasgos de longevidad VProd y NP (tabla3).

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

Table 1. Analysis of variance of the fixed effects on milk production traits in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows

Effects	fd	M305		DL		g.l	MPLife	
		F	p	F	p		F	p
Genetic group	2	110.86	<.0001	29.86	<.0001	2	127.99	<.0001
Herd	473	57.23	<.0001	9.73	<.0001	423	259.76	<.0001
Lactation number	9	65.30	<.0001	76.49	<.0001			
Parturition year	29	357.86	<.0001	15.54	<.0001	32	186.85	<.0001
Parturition time	1	389.80	<.0001	125.96	<.0001	1	59.64	<.0001
Genetic group x lactation number	18	7.02	<.0001	7.55	<.0001			
Genetic group x parturition time	2	76.40	<.0001	13.75	<.0001	2	3.22	0.0399
Genetic group x parturition year	58	83.55	<.0001	19.21	<.0001	64	39.96	<.0001

Table 2. Analysis of variance of the fixed effects on reproductive traits in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows

Effects	fd	PSI		PGI		PI	
		F	p	F	p	F	p
Genetic group	2	14.26	<.0001	15.89	<.0001	16.19	<.0001
Herd	472	8.26	<.0001	6.41	<.0001	6.09	<.0001
Lactation number	9	275.90	<.0001	477.92	<.0001	454.22	<.0001
Parturition year	29	93.12	<.0001	233.25	<.0001	239.52	<.0001
Parturition time	1	8.25	0.1041	2.91	0.0880	3.74	0.0532
Genetic group x lactation number	18	1.87	0.0139	3.67	<.0001	3.61	<.0001
Genetic group x parturition time	2	0.52	0.5933	1.92	0.1466	2.64	0.0717
Genetic group x parturition year	58	21.81	<.0001	5.66	<.0001	5.96	<.0001

Table 3. Variance analysis of fixed effects on longevity and reproductive traits in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows

Effects	fd	PL		PN		g.l	A first S	
		F	p	F	p		F	p
Genetic group	2	17.20	<.0001	15.09	<.0001	2	44.81	<.0001
Herd	256	1.83	<.0001	1.91	<.0001	468	17.97	<.0001
Parturition year	30	45.41	<.0001	37.64	<.0001	29	301.22	<.0001
Parturition time	1	1.05	0.3056	3.44	0.0635	1	10.75	0.1010
Genetic group x parturition time	2	0.37	0.6886	0.42	0.6582	2	3.49	0.1306
Genetic group x Parturition year	60	3.81	<.0001	3.11	<.0001	58	59.98	<.0001

time affected the traits, likewise in the cows of the three breeds, with higher averages in the dry season. When analyzing the means of the three breeds in each parturition time, there was a higher average of M 305 in Mambí de Cuba in the rainy season. However, in the dry season, the performance of Mambí did not differ with that of the Holstein. The DL was higher in Holstein in both seasons; while MPLife was higher in Mambí de Cuba in the two seasons.

The higher milk production in favor of the dry season was attributed, fundamentally, to the fact that at that season was a cooler environment. Temperatures were lower and favored an adequate metabolic welfare for dairy production, which infers a subsequent increase in milk production by developing lactation at the time of

El efecto de la interacción genotipo x época de parto se muestra en la tabla 4. En general, la época de parto afectó los rasgos, de igual manera en las vacas de las tres razas, con mayores promedios en la época poco lluviosa. Al analizar las medias de las tres razas en cada época, hubo mayor promedio de L 305 en el Mambí de Cuba en la época lluviosa. Sin embargo, en la época poco lluviosa, no difirió el comportamiento del Mambí con el del Holstein. La DL fue mayor en el Holstein en ambas épocas; mientras que LTVida fue superior en el Mambí de Cuba en los dos periodos.

La mayor producción de leche a favor de la época poco lluviosa se atribuyó, fundamentalmente, a que en dicha época se presentó un ambiente más fresco. Las temperaturas fueron menores y favorecieron un bienestar

Table 4. Effect of the interaction genotype x parturition time on milk production and reproduction traits in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows.

Genotypes	Rainy	Dry
	Mean ± SE	Mean ± SE
L305 (kg)		
Mambí de Cuba	1513.33 ^a ± 11.72	1552.96 ^a ± 11.79
Siboney de Cuba	1307.59 ^c ± 12.61	1350.44 ^b ± 12.59
Holstein	1411.44 ^b ± 20.17	1569.17 ^a ± 20.07
DL (days)		
Mambí de Cuba	256.31 ^b ± 1.30	262.92 ^b ± 1.29
Siboney de Cuba	251.52 ^b ± 1.39	259.35 ^b ± 1.39
Holstein	274.43 ^a ± 2.32	275.92 ^a ± 2.32
MPLife (kg)		
Mambí de Cuba	4290.32 ^a ± 99.07	4562.06 ^a ± 99.13
Siboney de Cuba	3064.52 ^b ± 98.95	3189.61 ^b ± 99.28
Holstein	2838.23 ^b ± 98.98	2981.96 ^b ± 99.27

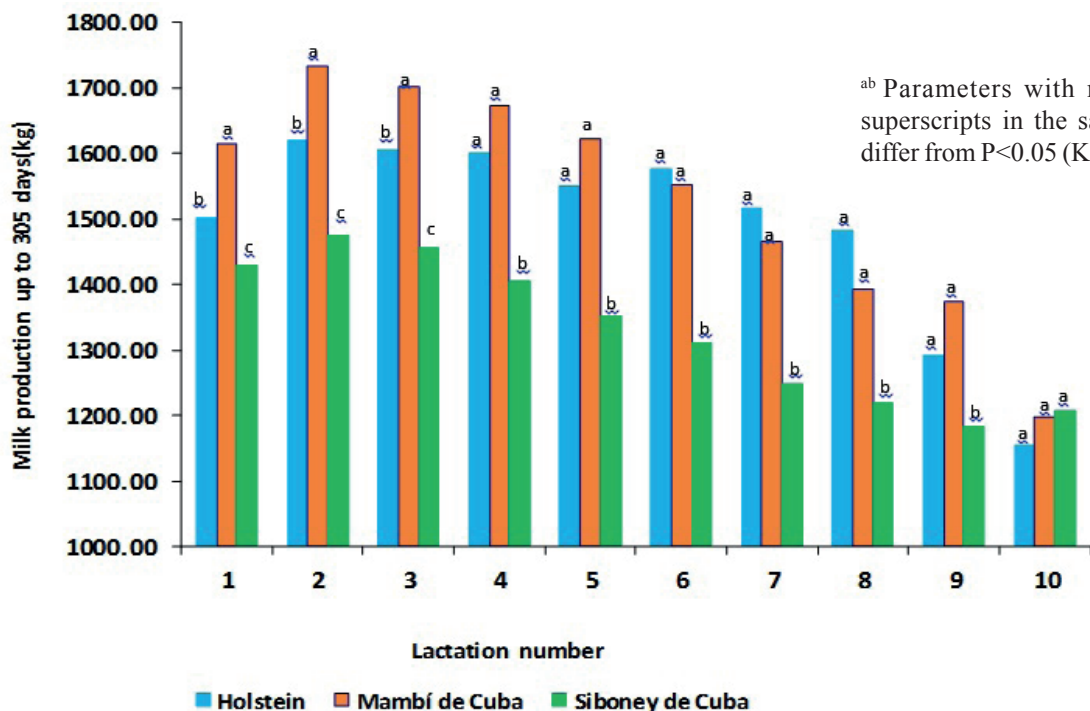
^{abc}Parameters with mismatched superscripts in the same column differ to P <0.05 (Kramer 1956).

higher grass availability. Similar results were reported in other studies in diverse tropical conditions (García 2005 and López *et al.* 2009).

The effect of the interaction genotype x lactation number in milk production is shown in figure 1. In the first three lactations, the productions were higher in Mambí de Cuba, intermediate in Holstein and lower in Siboney of Cuba. From the fourth to the ninth lactation, there were no differences in milk productions of Mambí de Cuba and Holstein, which surpassed the Siboney of Cuba. In the tenth lactation, there were no differences

metabólico apropiado para la producción lechera, lo que infiere un incremento posterior de la producción de leche, al desarrollar la lactancia en la época de mayor disponibilidad de pastos. Similares resultados se informaron en otros estudios en condiciones tropicales diversas (García 2005 y López *et al.* 2009).

El efecto de la interacción genotipo x número de lactancia en la producción de leche se muestra en la figura 1. En las tres primeras lactancias, las producciones fueron superiores en el Mambí de Cuba, intermedias en el Holstein e inferiores en el Siboney de Cuba. De la cuarta a la novena lactancia, no hubo diferencias en las



^{ab} Parameters with mismatched superscripts in the same column differ from P <0.05 (Kramer 1956).

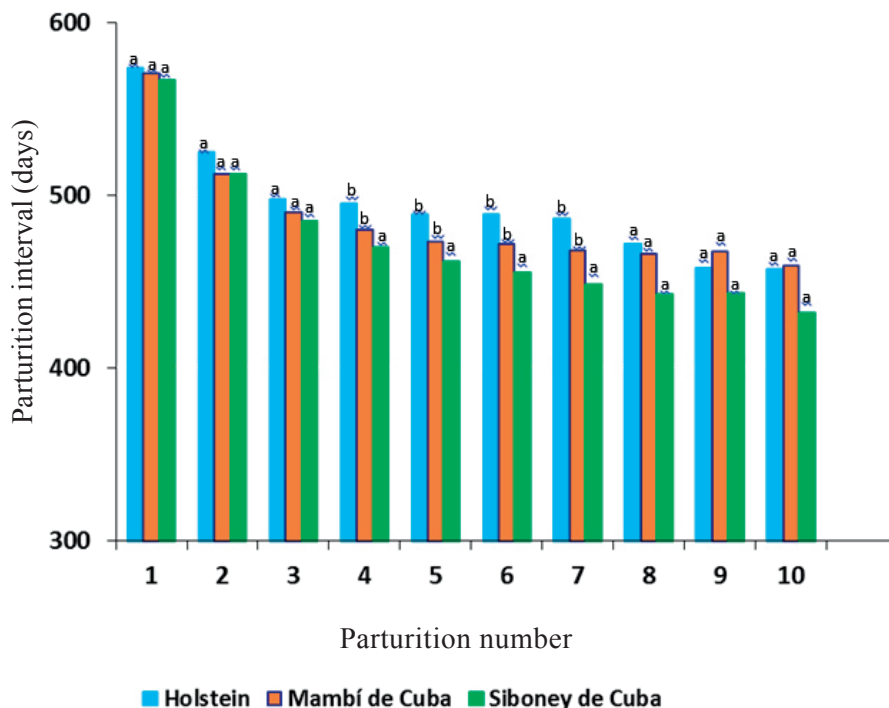
Figure 1. Effect of the interaction genotype x lactation number in milk production up to 305 days in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows

between breeds.

The parturitions interval (figure 2) only differed between genotypes from the fourth to the seventh parturition, with lower averages in Siboney de Cuba. In all the breeds groups there was a progressive decrease in the parturition-gestation interval and the parturition interval, with the increase in the parturition number. This performance can be attributed to the fact that cows with reproductive difficulties are usually eliminated from the herd. García *et al.* (2002, 2003) and López *et al.* (2010) also report reduction in the parturition interval, as the parturition number

producciones lecheras del Mambí de Cuba y el Holstein, las cuales superaron al Siboney de Cuba. En la décima lactancia, no hubo diferencias entre razas.

El intervalo entre partos (figura 2) solamente difirió entre genotipos del cuarto al séptimo parto, con menores promedios en el Siboney de Cuba. En todos los grupos raciales hubo disminución progresiva del intervalo parto-gestación y el intervalo entre partos, con el incremento del número de partos. Este comportamiento se puede atribuir a que las vacas con dificultades reproductivas, generalmente son eliminadas del rebaño. García *et al.* (2002, 2003) y López *et al.* (2010) también refieren reducción en el intervalo entre partos, en la medida que



^{ab} Parameters with mismatched superscripts in the same column differ from $P < 0.05$ (Kramer 1956).

Figure 2. Effect of the interaction genotype x parturition number in the parturition interval in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows.

increased.

The highest milk production were obtained in the period from 1987 to 1990 (figure 3), with higher averages in the Holstein cows (3328.51, 3512.2, 3135.14 and 2881.15 kg, respectively) that exceeded the Mambí de Cuba (2584.24 - 2115.55 kg) and to Siboney (1917.87 - 1721.1 kg). From 1991 to 2001, the performance was unstable. In 1991, 1993 and 1999 the Holstein exceeded the Mambí de Cuba and the Siboney de Cuba. In most of the remaining years of this period, there were similar productions in Holstein and Mambí, whose averages exceeded those of Siboney de Cuba. There was a drastic reduction in production in general, which is due to the fact that this was a period of economic limitations in Cuba, in which inputs were reduced and a systematic supply of feed to lactating cows could not be maintained. Therefore, the diet was mainly based on grasses, without irrigation and fertilization.

From 2002 to 2007, there was a slight increase

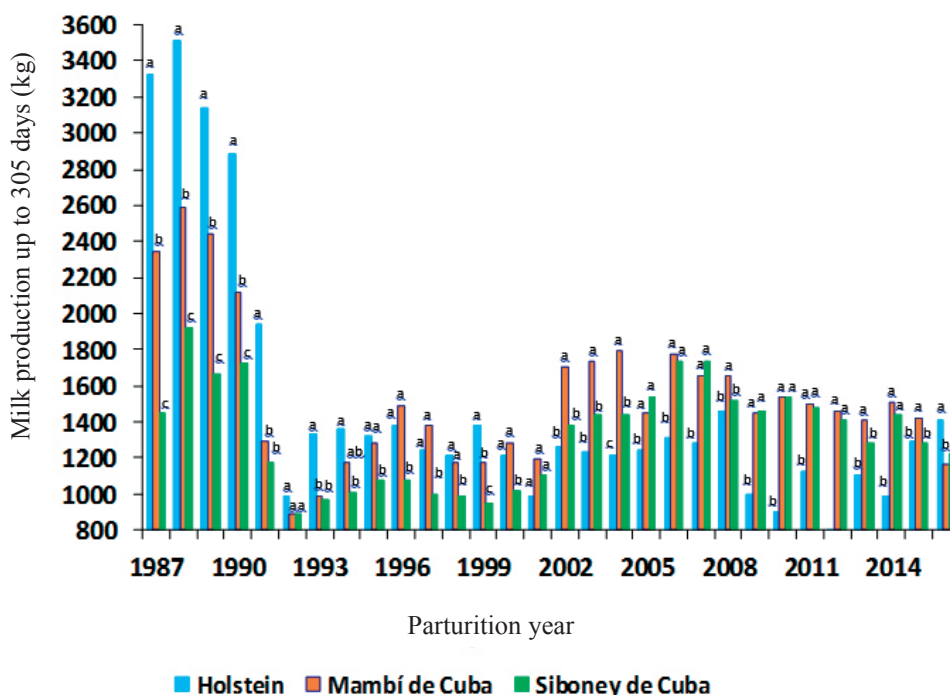
aumentó el número de partos.

Las mayores producciones lácteas se obtuvieron en el período de 1987 a 1990 (figura 3), con mayores promedios en las vacas Holstein (3328.51, 3512.2, 3135.14 y 2881.15 kg, respectivamente) que superaron al Mambí de Cuba (2584.24 - 2115.55 kg) y al Siboney (1917.87 - 1721.1 kg). De los años 1991 al 2001, el comportamiento fue inestable. En 1991, 1993 y 1999 el Holstein superó al Mambí de Cuba y al Siboney de Cuba. En la mayoría de los años restantes de este período, hubo similares producciones en el Holstein y el Mambí, cuyos promedios superaron a los del Siboney de Cuba. Se observó disminución drástica en las producciones en general, lo que obedece a que este fue un período de limitaciones económicas en Cuba, en el que se redujeron los insumos y no se pudo mantener un suministro sistemático de pienso a las vacas lactantes. Por ello, la alimentación fue fundamentalmente a base de pastos, sin riego ni fertilización.

Del 2002 al 2007, hubo ligero incremento de las

in production and differences were found between genotypes. They were higher in Mambí de Cuba, from 2002 to 2004, with averages of 1850.30 ± 44.30 , 1917.56 ± 50.65 and 1761.85 ± 35.41 kg, respectively. While, from 2005 to 2007, and from 2009 to 2012, Mambí de Cuba and Siboney de Cuba showed similar

producciones y se constataron diferencias entre los genotipos. Fueron superiores en 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, respectivamente. Mientras, de los años 2005 al 2007, y de 2009 al 2012, el Mambí de Cuba y el Siboney de



^{abc} Parameters with mismatched superscripts in the same column differ from $P < 0.05$ (Kramer 1956).

Figure 3. Effect of the interaction genotype x parturition year in milk production in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein.

productions.

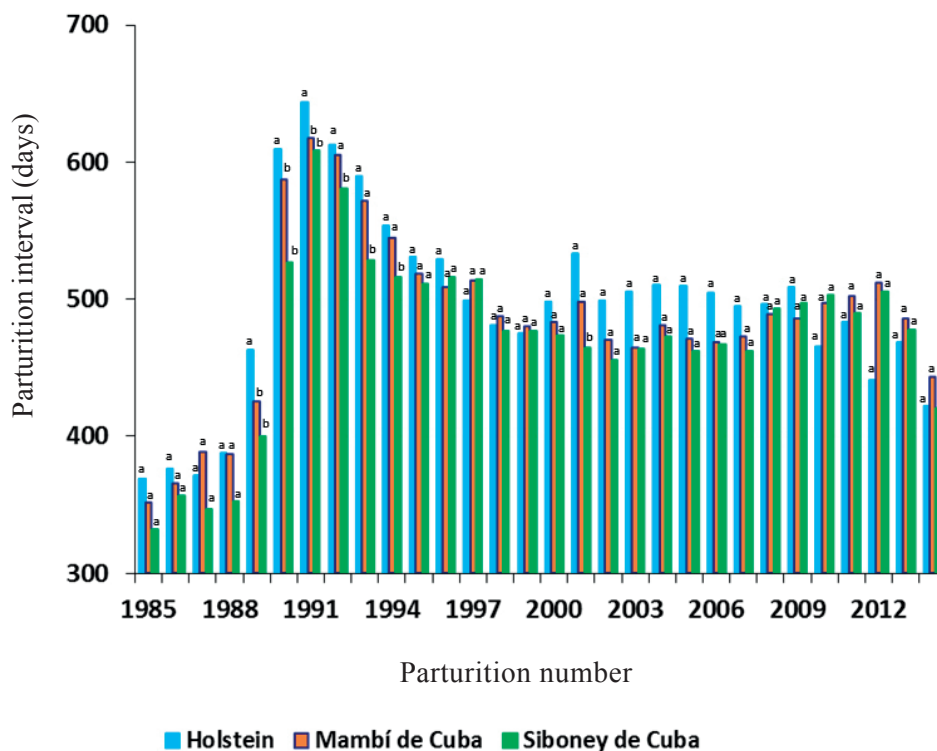
The values of parturition interval (figure 4) from 1985 to 1988 were similar in the three genotypes. From 1989 to 1991 they were higher in Holstein. From 1990, they increased and reached the highest averages in 1991, with 643.49 d in the Holstein, 617.25 d in Mambí de Cuba and 608.55 d in Siboney de Cuba, to then begin to decrease. The remarkable increase of the reproductive intervals in this period was due, fundamentally, to the limitations in the feeding referred to above, which caused difficulties for the cows to remain pregnant. From 1992 to 1994, the Holstein and Mambí de Cuba had higher PI with respect to Siboney de Cuba. However, in the later period, the three genotypes had a similar performance, except in 2001.

The averages of the productive life, according to the year of first parturition (figure 5), showed variations, so from 1985 to 1990 the performance was similar in the three genotypes. From 1991 to 1993, the averages were higher in Mambí de Cuba and Holstein. While, from 1994 to 2005 (except in 1996) equal averages PL were shown for the three genotypes. In the period from 2006 to 2012, the Holstein showed a lower duration of PL.

Cuba presentaron producciones similares.

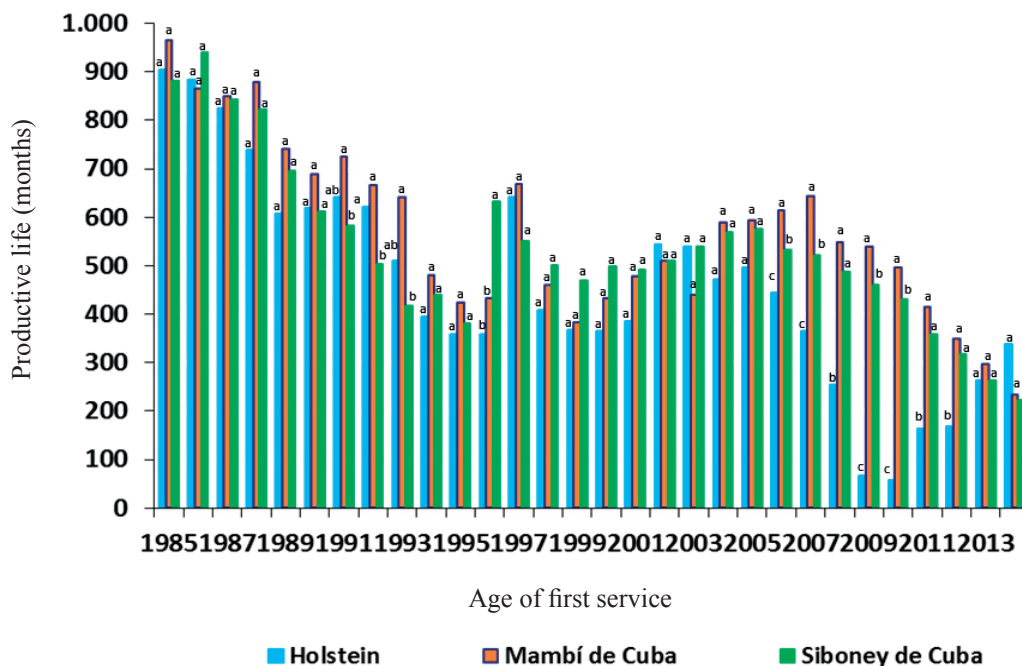
Los valores del intervalo entre partos (figura 4) de 1985 a 1988 fueron similares en los tres genotipos. De 1989 a 1991 fueron mayores en el Holstein. A partir de 1990, se incrementaron y alcanzaron los mayores promedios en 1991, con 643.49 d en el Holstein, 617.25 d en el Mambí de Cuba y 608.55 d en el Siboney de Cuba, para luego comenzar a disminuir. El incremento notable de los intervalos reproductivos en este período se debió, fundamentalmente, a las limitaciones en la alimentación antes referidas, lo que provocó dificultades para que las vacas quedaran gestantes. De 1992 a 1994, el Holstein y el Mambí de Cuba presentaron mayores IPP con respecto al Siboney de Cuba. Sin embargo, en la etapa posterior, los tres genotipos tuvieron un comportamiento similar, excepto en el 2001.

Los promedios de la vida productiva, según el año de primer parto (figura 5), mostraron variaciones, así de 1985 a 1990 el comportamiento fue similar en los tres genotipos. De 1991 a 1993, los promedios fueron superiores en el Mambí de Cuba y el Holstein. Mientras, de 1994 a 2005 (excepto en 1996) se mostraron iguales promedios de VProd para los tres genotipos. En la etapa del 2006 al 2012, el Holstein presentó menor duración



^{abc} Parameters with mismatched superscripts in the same column differ from $P < 0.05$ (Kramer 1956).

Figure 4. Effect of the interaction genotype x parturition year in parturition interval in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein.



^{abc} Parameters with mismatched superscripts in the same column differ from $P < 0.05$ (Kramer 1956).

Figure 5. Effect of the interaction genotype x year of first parturition in the productive life in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein.

In general, the estimated averages for the milk production traits, reproduction and longevity in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows (table 5) showed higher cumulative milk productions up to 305 d in Mambí de Cuba and

de VProd.

En general, los promedios estimados para los rasgos de la producción lechera, reproducción y longevidad en vacas Mambí de Cuba, Siboney de Cuba y Holstein (tabla 5) mostraron mayores producciones de leche acumulada

Holstein, however, Mambí de Cuba showed higher cumulative productions throughout life exceeding in 1299.13 kg to Siboney de Cuba and in 1 516.1 kg to Holstein. The Mambí de Cuba and Holstein showed similar reproductive performance. However, Siboney de Cuba showed better performance at younger ages at first parturition and lower reproductive intervals. The Mambí de Cuba also had a higher productive life, surpassing the Siboney de Cuba in 3.36 months and

hasta 305 d en el Mambí de Cuba y el Holstein, sin embargo, el Mambí de Cuba presentó mayores producciones acumuladas durante toda la vida superando en 1 299.13 kg al Siboney de Cuba y en 1 516.1 kg al Holstein. El Mambí de Cuba y el Holstein presentaron similar comportamiento reproductivo. No obstante, el Siboney de Cuba mostró mejor comportamiento con menor edad al primer parto y menores intervalos reproductivos. El Mambí de Cuba también tuvo mayor

Table 5. Minimum square means (\pm standard error) for traits of milk production, reproduction and longevity in Mambí de Cuba, Siboney de Cuba and Holstein cows

Traits	Mambí de Cuba	Siboney de Cuba	Holstein
	Mean \pm SE	Mean \pm SE	Mean \pm SE
M305 (kg)	1533.15 ^a \pm 11.43	1329.01 ^b \pm 12.21	1490.31 ^a \pm 19.69
DL (d)	259.62 ^b \pm 1.24	255.44 ^c \pm 1.35	275.13 ^a \pm 2.26
MPLife (kg)	4426.19 ^a \pm 96.18	3127.06 ^b \pm 96.80	2910.09 ^c \pm 98.11
A first S (months)	50.70 ^b \pm 0.37	47.58 ^a \pm 0.34	50.32 ^b \pm 0.40
PSI (d)	119.46 ^b \pm 2.55	111.43 ^a \pm 2.64	121.32 ^b \pm 3.34
PGI (d)	208.26 ^b \pm 4.45	194.46 ^a \pm 4.61	217.31 ^b \pm 5.89
PI (d)	485.82 ^b \pm 4.49	471.67 ^a \pm 4.65	494.24 ^b \pm 5.92
PL (months)	57.96 ^a \pm 1.35	54.60 ^b \pm 1.60	46.50 ^c \pm 1.88
NP (number)	4.20 ^a \pm 0.08	4.02 ^a \pm 0.10	3.51 ^b \pm 0.11

^{abc} Parameters with mismatched superscripts in the same row differ to P <0.05 (Kramer 1956).

the Holstein in 11.46 months.

In the researchers conducted by López *et al.* (2009), in three cross-bovine herds ($\frac{3}{4}$ Holstein (H) x $\frac{1}{4}$ Cebu (C), $\frac{3}{4}$ Swiss (S) x $\frac{1}{4}$ C, $\frac{1}{2}$ H x $\frac{1}{2}$ C and $\frac{1}{2}$ S x $\frac{1}{2}$ C) in Veracruz, Mexico, the racial group also had a significant effect on milk production.

The cows $\frac{3}{4}$ H x $\frac{1}{4}$ C showed better milk production per lactation. The authors argue that this performance is due to the better environment, for the inclusion of concentrated supplements and the management of milking, without the support of the calves.

With respect to reproductive performance, López *et al.* (2006, 2009) reported that the increase in PGI in animals with higher proportions of *Bos taurus* genes is partially explained by an increase in milk production of these genotypes. The results also correspond to those of López *et al.* (2010), in different *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses in Mexico, in which they observed that when increasing the percentage of *Bos taurus* genes also increased the parturition interval.

The results of this study showed that the genetic groups with higher milk potential (Holstein and Mambí de Cuba) have compromised their reproductive performance. Correspondingly, several authors establish antagonism between milk production and reproduction, especially at the beginning of lactation, a period in which there is greater demand for nutrients (Ferguson 1991, McClure 1995, Pedroso and Bonachea 1995 and Inostroza and Sepúlveda 1999).

Ferguson *et al.* (1988) observed decrease of fertility

vida productiva, superando en 3.36 meses de duración al Siboney de Cuba y en 11.46 meses al Holstein.

En las investigaciones realizadas por López *et al.* (2009), en tres hatos de bovinos cruzados ($\frac{3}{4}$ Holstein (H) x $\frac{1}{4}$ Cebú (C), $\frac{3}{4}$ Suizo (S) x $\frac{1}{4}$ C, $\frac{1}{2}$ H x $\frac{1}{2}$ C y $\frac{1}{2}$ S x $\frac{1}{2}$ C) en Veracruz, México, el grupo racial también tuvo efecto significativo en la producción de leche. Las vacas $\frac{3}{4}$ H x $\frac{1}{4}$ C mostraron mejor producción de leche por lactancia. Los autores argumentan que dicho comportamiento se debe al mejor ambiente, por la inclusión de complementos concentrados y el manejo del ordeño, sin el apoyo de los terneros.

Con respecto al comportamiento reproductivo, López *et al.* (2006, 2009) refirieron que el incremento en el IPG en animales con mayores proporciones de genes *Bos taurus* se explica, parcialmente, por un incremento en la producción de leche de dichos genotipos. Los resultados también se corresponden con los de López *et al.* (2010), en diferentes cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* en México, en los que observaron que al incrementarse el porcentaje de genes *Bos taurus* también incrementaba el intervalo entre partos.

Los resultados de este estudio evidenciaron que los grupos genéticos con mayor potencial lechero (Holstein y el Mambí de Cuba) tienen comprometido su comportamiento reproductivo. En correspondencia, varios autores establecen antagonismo entre la producción láctea y la reproducción, especialmente al inicio de la lactancia, etapa en la que existe mayor demanda por los nutrientes (Ferguson 1991, McClure 1995, Pedroso y Bonachea 1995 e Inostroza y Sepúlveda 1999).

by increasing milk production. They suggested that genetic selection to obtain higher producing cows has resulted in a concomitant selection of cattle with lower reproductive capacity.

De Luca (2017) explained that Holstein heifers had conception rates close to 70 %. This author showed that this breed is genetically fertile, although their mothers of high milk production have rates of approximately 40 %. This confirms that fertility problems are not genetic, but physiological and of management. According to the author, as milk production increases, the metabolic pathologies at the level of the uterus, the ovaries and the breasts, called "production diseases", come to the forefront. It is considered, as the etiological cause of these diseases, an imbalance between the nutrients ingested with the foods, and those that are used and/or eliminated. This imbalance causes the "parturition syndrome" of the high-yield cow. It is understood as such all the pathological processes related to the tension to which the animal is subjected, from the advanced gestation until parturition, the later milk production and the new conception.

The results of this study showed that the Mambí de Cuba and Holstein have similar reproductive performance and higher milk production than the Siboney of Cuba. However, the latter showed better reproductive performance. The Mambí de Cuba showed higher productive life and higher milk production accumulated throughout life.

Ferguson *et al.* (1988) observaron descenso de la fertilidad al aumentar la producción lechera. Ellos sugirieron que la selección genética para obtener vacas de mayor producción ha resultado en una selección concomitante de un ganado con menor capacidad reproductiva.

De Luca (2017) explicó que las novillas Holstein tenían índices de concepción cercanos al 70 %. Este autor demostró que esta raza es genéticamente fértil, aunque sus madres de alta producción láctea presenten índices de aproximadamente 40 %. Esto confirma que los problemas de fertilidad no son genéticos, sino fisiológicos y de manejo. Según el autor, al incrementarse la producción de leche pasan a primer término las patologías metabólicas a nivel del útero, los ovarios y las mamas, denominadas "enfermedades de la producción". Se considera, como causa etiológica de estas enfermedades, un desequilibrio entre los nutrientes ingeridos con los alimentos, y los aprovechados y/o eliminados. Este desequilibrio provoca el "síndrome de parto" de la vaca de alto rendimiento. Se entienden como tal todos los procesos patológicos relacionados con la tensión a que se ve sometido el animal, desde la gestación avanzada hasta el parto, la posterior producción láctea y la nueva concepción.

Los resultados de este trabajo mostraron que el Mambí de Cuba y el Holstein tienen similar comportamiento reproductivo y mayores producciones de leche que el Siboney de Cuba. Sin embargo, este último mostró mejor comportamiento reproductivo. El Mambí de Cuba presentó mayor vida productiva y mayores producciones lecheras acumuladas durante toda la vida.

References

- De Luca, L. 2017. Vacas lecheras de alta producción, adaptación metabólica durante el período peripartal. Available: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/vacas-lecheras-de-alta-produccion-adaptacion-metabolica-durante-el-periodo-peripartal.html>.
- Ferguson, I. 1991. Nutrition and reproduction in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America Food Animal*. p: 483-507.
- Ferguson, J.D., Blanchard, T., Galligan, D.T., Hoshall, D.C. & Chalupa, W. 1988. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *JAVMA*. 192: 659.
- García, C. R. 2005. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. MSc. 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: 293. 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: 117. ISSN: 0120-0690.
- Inostroza, M.A. & Sepúlveda, N.G. 1999. Actividad reproductiva postparto en vacas lecheras frisonas. *Arch. Zootec*. 48: 429.
- Kramer, C. Y. 1956. Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications. *Biometrics*. 12: 307. ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001469.
- 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: 325. 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. 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: 273. ISSN: 1080-7446.
- Mc Clure, L. 1995. Infertilidad nutricional y metabólica de la vaca. Editorial Acribia S.A España. 507 p.
- Pedroso, R. y S. Bonachea. 1995. Influencia de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo del ganado bovino. *Rev. Cubana Repr. Anim*. 21: 1.

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: 121. ISSN: 2079-3480.

SAS 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#>.

Received: December 18, 2017