



Original

Producción de leche y persistencia en vacas Siboney de Cuba

Milk Production and Persistency of Lactation in Cuban Siboney Cows

María del C. Guerra Rojas *, Marco A. Suárez Tronco *y**, Yudith Lamothe Crespo *, Arianna Grela Pinto *

*Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT) Loma de Tierra. Cotorro, La Habana, Cuba.

** Universidad Agraria de la Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Correspondencia: mariac@cima-minag.cu

Recibido: Agosto, 2022; Aceptado: Septiembre, 2022; Publicado: Octubre, 2022.

RESUMEN

Antecedentes: La producción de leche y la persistencia son dos características económicas importantes en vacas lecheras, definiendo esta última como la habilidad de mantener un rendimiento lechero relativamente constante durante la lactancia. **Objetivo.** Determinar los factores no genéticos que afectan la persistencia de la lactancia, la producción de leche a 100, 244 y 305 días y sus correlaciones. **Método:** Se utilizaron 151 259 registros de producciones de leche de 57 744 vacas del genotipo Siboney de Cuba distribuidas en 15 empresas genéticas del país, cuyos partos se efectuaron entre los años 1980 y 2020. Se incluyeron como efectos fijos: empresa, vaquería, año de parto, número de lactancia. Además, se incluyó la duración de la lactancia como covariable lineal mediante un modelo lineal. Para estimar las correlaciones de Pearson, se aplicó el procedimiento CORR del SAS. Se estimó la persistencia (P), como la tasa de declive de la producción entre 100 y 244 días. **Resultados:** La medias generales y desviación estándar de las producciones de leche fueron 779,62 y 261,01; 1 741,47 y 518,74 y 1 906,02 y 574, 43 para L100, L244 y L305, respectivamente y la persistencia P (%) 52,30 y 13,79 respectivamente. Todas las variables estudiadas fueron significativas P (<0,001). Las correlaciones fueron significativas y positivas, excepto entre L100 y P. **Conclusiones:** Las fuentes de variación influyeron de forma significativa tanto en la producción de leche a 100, 244 y 305 días, como en la persistencia. Se evidencian correlaciones fenotípicas positivas entre la producción de leche y la persistencia.

Palabras claves: factores no genéticos, persistencia, producción leche, Siboney de Cuba (Fuente: BVS).

ABSTRACT

Background: Milk production and lactation persistency are two relevant economic features of dairy cows, defined as the ability to maintain relatively constant dairy yields throughout lactation.

Aim. To determine the non-genetic factors that affect the persistency of lactation, milk

Como citar (APA)

Guerra Rojas, M., Suárez Tronco, M., Lamothe Crespo, Y., & Grela Pinto, A. (2022). Producción de leche y persistencia en vacas Siboney de Cuba. *Revista de Producción Animal*, 34(3). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4259>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

production at 100, 244, and 305 days, and its correlations. **Method:** Overall, 151 259 milk records from 57 744 Cuban Siboney Cows distributed in 15 genetic projects in the country, whose calving took place between 1980 and 2020. The fix effects were company, dairy facilities, calving year, lactating cows. Besides, the duration of lactation as a linear co-variable was determined using a linear model. The SAS CORR procedure was performed to estimate the Pearson correlations. Persistency (P) was determined as the production decline rate between 100 and 244 days. **Results:** The general means and standard deviation of milk production were 779.62 and 261.01; 1 741,47 and 518.74; and 1 906,02 and 574.43 for L100, L244, and L305, respectively, and persistency (P) was 52.30 and 13.79 %, respectively. All the variables were significant ($P < 0.001$). The correlations were all significant and positive, except between L100 and P. **Conclusions:** The variation sources in milk production and persistency differed significantly at 100, 244, and 305 days. Positive phenotypical correlations were found between milk production and persistency.

Keywords: non-genetic factors, lactation persistency, milk production, Cuban Siboney cows (*Source: BVS*).

INTRODUCCIÓN

En Cuba, a partir de los años 60 del siglo XX, se iniciaron cruzamientos entre Holstein y Cebú con el objetivo de obtener genotipos aptos para producir leche y adaptados a las condiciones tropicales de ambientes adversos; como resultado se generaron dos razas sintéticas, Siboney (5/8 Holstein y 3/8 Cebú) y Mambí (3/4 Holstein y 1/4 Cebú) (López y Ribas 1993). Con respecto al Siboney, surgió como parte del Programa Nacional de Mejoramiento Genético para obtener genotipos menos exigentes que el Holstein, que desarrollaran un adecuado potencial productivo en condiciones tropicales con alimentación basada fundamentalmente en el pastoreo. (Ribas *et al.*, 2004).

La producción de leche y la persistencia son dos características económicas importantes en vacas lecheras. La producción de leche, presenta características particulares, pues es un carácter que se manifiesta repetidamente durante la vida de la hembra, es por ello que los volúmenes totales que se producen en cada lactancia, manifiestan una gran variabilidad asociado a un sinnúmero de factores de tipo genético y no genético; así lo constatan Fernández y Tronco (2011).

La persistencia se puede definir como la habilidad de la vaca de continuar produciendo leche a un alto nivel después de haber alcanzado el pico de lactancia o la habilidad de la vaca de mantener un rendimiento lechero relativamente constante durante la lactancia (Elahi y Hosseinpour, 2018). De este modo, los animales persistentes son aquellos que muestran las curvas de lactancia más estables (Togashi y Lin, 2004). El mejoramiento de la persistencia de la lactación, se refiere a una menor tasa de descenso en la producción de leche después de alcanzado el pico de la lactancia.

Desde el punto de vista fisiológico, conocer las diferencias en la evolución de las lactancias entre vacas de primer parto y vacas con dos o más partos, es de suma importancia debido a que pueden tener un comportamiento heterogéneo (Kadzere *et al.*, 2002). La curva de lactancia representa la producción de leche a lo largo de todo el ciclo productivo (desde su primer día hasta el último), la que idealmente dura aproximadamente 305 días. En una curva de lactancia, existen puntos

críticos como el tiempo de producción máxima (Tmax), producción del máximo rendimiento (Pmax) y el grado con el que se mantiene la producción máxima, llamado persistencia (P) (Lemus-Ramírez, Guevara-Escobar y García-Muñiz, 2008). Además del factor genético, las variaciones en la cantidad de leche total de una lactancia (LT) pueden estar relacionadas con factores como la infraestructura (nivel de tecnificación del establo), manejo del hato, alimentación, reproducción, sanidad, clima y número de partos de la vaca; entre los cuales, los últimos dos suelen ser los más determinantes en la evolución de la lactancia (Renaudeau *et al.*, 2012).

El mejoramiento de la persistencia de la lactación puede contribuir a la reducción de los costos en los sistemas de producción, porque dicha característica está asociada con la disminución de los gastos derivados de una mayor eficiencia alimenticia, menos problemas de salud y reproductivos, así como con una mayor resistencia a enfermedades (Dekkers, Tem Hag, y Weersink, 1998).

Por tales motivos el objetivo de este trabajo es determinar los factores no genéticos que afectan la persistencia de la lactancia, la producción de leche a 100, 244 y 305 días y estimar su correlación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información de 57 744 vacas del genotipo Siboney de Cuba de 15 Empresas Pecuarias Genéticas utilizando 151 259 registros de producciones de leche. Las bases de datos fueron editadas y depuradas contando finalmente con 146 613 registros de lactancias terminadas desde la primera hasta la lactancia ocho, donde se incluyeron las superiores, y con partos ocurridos entre los años 1980 y 2020.

Se estimó la persistencia (P), según los criterios de Johansson y Hansson (1940) adecuando ligeramente la fórmula como:

$$P21 = ((PL244 - PL100) / PL244) * 100$$

P21 es la persistencia, expresada como la tasa de declinación de la producción de leche a los 244 días con respecto a los primeros 100 días.

PL244 es la producción de leche a 244 días y PL100 es la producción de leche a 100 días.

Se utilizó el PROC GLM (modelo lineal general) mediante el programa SAS 9.4 (SAS 2013) y se incluyeron como fuentes de variación, la empresa (E), vaquería (V) año de parto (AP), número de lactancia (NL), cuatrimestre de parto como criterio de época (C) y la duración de la lactancia (DL) como covariable lineal. Se aplicó la dócima de Duncan para la comparación múltiple de medias.

El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijklmno} = \mu + E_i + V_j + AP_k + NL_l + C_m + \beta_n (X_n - \bar{X}) + e_{ijklmno}$$

Dónde:

Yijklmno es la persistencia o la producción de leche a 100, 244 y 305 días

μ media general común a todas las observaciones

E_i representa el efecto de empresa (i = 1,.....15)

V_j es la vaquería (j=1,2....240)

AP_k es el año de parto desde 1980-2020 (l= 1, 2, ...,41)

NL_l es el número de lactancia (l=1,2....8)

C_m es el cuatrimestre de parto (m=1,2...3)

β_n (X_n – X) es la regresión lineal de la duración de la lactancia en la persistencia.

eijklmno es el residuo o error aleatorio $\sim N(0, \delta_e^2)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los estadígrafos generales para los caracteres analizados, mostrándose coeficientes de variación (CV) altos lo que demuestra una gran variabilidad de los datos utilizados tratándose de 15 empresas y 41 años de parto.

Tabla 1. Medias generales (Media), desviación estándar (D.S) y coeficiente de variación (CV) de las medidas de persistencia y producción de leche (n=146 613).

Variable	Media	D.S.	C.V. (%)
L100 (kg)	779,62	261,01	33,48
L244 (kg)	1 741,47	518,74	29,79
L305 (kg)	1 906,02	574,43	30,14
P (%)	52,30	13,79	26,37

Nota: L100, L244 y L305 producción de leche a 100, 244 y 305 días. P- persistencia

En el análisis de la caracterización los resultados evidencian un comportamiento inferior si lo comparamos con los objetivos iniciales del proyecto Siboney de Cuba que trazaban metas en la producción total de leche de 4 000 kg. (López y Ribas1993), independientemente de las condiciones favorables o no de manejo y alimentación imperantes durante este período. Bajo condiciones similares otros autores han registrado producciones medias ajustadas a 305 días de 2 582 kg con aproximadamente 270 días de DL como promedio y niveles entre los 2 183,04 a 2 583,12 kg como media a 244 y 305 días de DL, respectivamente (Ribas *et al.*, 2004, Suárez y Pérez, 2005).

Hernández *et al.* (2021) con ganado Siboney de Cuba y en condiciones similares, pero con muestras más pequeñas reportaron producciones de leche de 1 957 305 días en primera lactancia y previamente Hernández y Ponce de León (2016) comunicaron 1 545,55 ± 805,62 kg en 272 días de lactancia. Los resultados de este trabajo están dentro de estos intervalos, pero con

coeficientes de variación mucho menor 30,14% vs. 52,12%, por lo que nuestra población, aunque mucho mayor fue más homogénea.

De la misma manera, Castillo *et al.* (2019) mostraron una producción de leche a 305 días de 5 360 kg en vacas Holstein de primer parto, mientras que Huamán, Almeyda e Isique (2018), menciona que en vacas cruzadas F-1 (Gir x Holstein) de primer parto fue de 4 031 kg, superiores resultados obtuvieron Vásquez *et al.* (2021).

En la tabla 2 se muestran que todas las correlaciones fueron significativas y positivas, excepto entre L100 y P que, aunque fue la más baja implica que a mayor producción de leche en los primeros 100 días (es decir un mayor pico) la persistencia será menor. Las correlaciones fueron mayores entre los estadios más cercanos (100-244 es mayor que 100-305) y 244-305 mayor que 100-305. Al ser positiva las correlaciones de la persistencia con las producciones a 244 y 305 días se interpreta que una persistencia alta garantiza una buena producción de leche. Las correlaciones encontradas por González *et al.* (2011) entre la persistencia y PL305 oscilaron entre -0.06 y 0.11.

Tabla 2. Coeficientes de correlación lineal entre los caracteres considerados (n= 146 613).

	L100	L244	L305	P21
L100	-	0,71***	0,69***	-0,25***
L244		-	0,99***	0,42***
L305			-	0,43***

*** P < (0,001)

Similar resultado reportaron, entre persistencia y el rendimiento lechero a los 305 días (0,45), Elahi y Hosseinpour (2018). De acuerdo con la definición de persistencia, algunos investigadores calcularon una correlación fenotípica positiva entre la persistencia y el rendimiento lechero a los 305 días, pero otros encontraron que la persistencia se correlacionaba negativamente con el rendimiento lechero total. Farhangfar y Rowlinson, (2007) obtuvieron un estimado de 0,23 para novillas Holstein iraníes, mientras que Boujenane y Hilal (2012) informaron que la correlación fenotípica entre la persistencia y la producción de leche a los 305 días en vacas lecheras marroquíes fue de -0.25.

En la tabla 3 se muestran los niveles de significación de las fuentes de variación para las producciones de leche y la persistencia, donde todas las fuentes de variación fueron altamente significativas, evidenciando su influencia en este indicador.

Tabla 3. Niveles de significación de las fuentes de variación según la persistencia.

Fuentes de variación	L100	L244	L305	Persistencia
Empresa	***	***	***	***
Vaquería	***	***	***	***
Año parto	***	***	***	***
Cuatrimestre	***	***	***	***
No. lactancia	***	***	***	***
Duración lactancia	***	***	***	***
R ² (%)	36,44	55,27	56,56	23,06

Nota: *** (P<0,001); R² coeficiente de determinación

Las fuentes de variación incluidas en los modelos estadísticos, confirman la importancia de factores no genéticos en la producción de leche, resultando altamente significativo ($P < 0.001$) para todos los rasgos del comportamiento productivo, correspondiéndose con lo reportado en numerosos trabajos en el Holstein (De los Reyes, 1985), donde se encontraron efectos coincidentes y en el Siboney y sus cruces (Suárez, Zubizarreta y Pérez, 2009), Igualmente, la duración de la lactancia considerada como covariable lineal también fue altamente significativa, lo que demuestra su influencia en la producción de leche coincidiendo con Fernandez y Tronco (2011).

En la figura 1 se observa la variación de las medias de la persistencia, según la empresa. Los mayores valores están en las empresas que más leche producen, excepto en las empresas 3507 y 3652, lo cual debe estar relacionado, con las condiciones existentes.

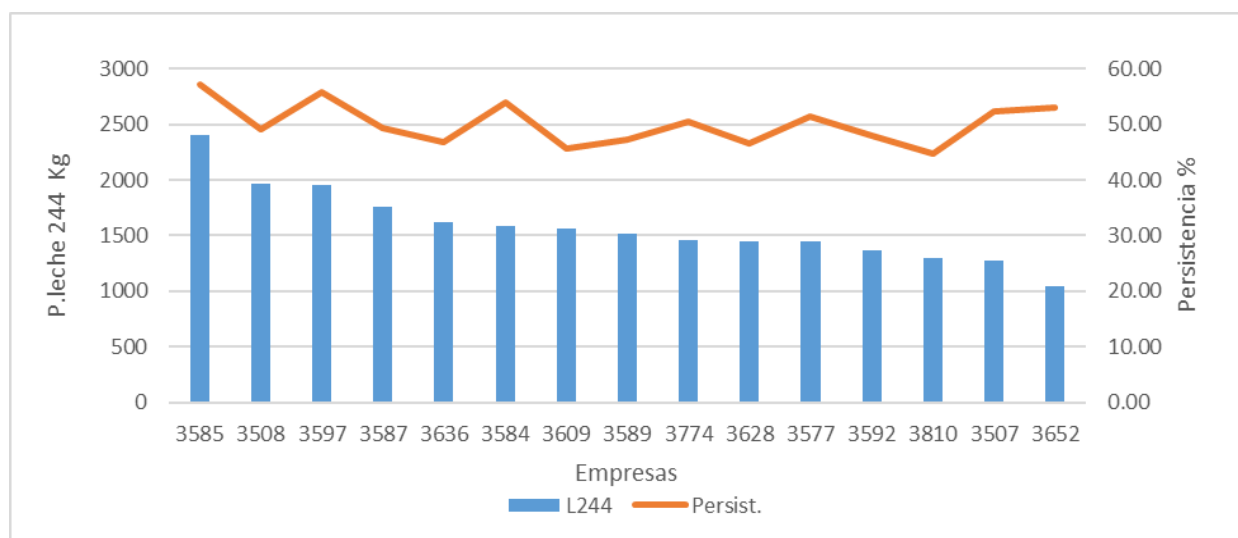


Figura 1. Variación de las medias aritméticas de la persistencia, según la empresa.

En la figura 2 se observa la variación de las medias de la persistencia según el año de parto, mostrando inestabilidad y la existencia de una ligera declinación en los últimos 15 años. Estos resultados se podrían deber a variaciones no controladas del manejo y a la baja disponibilidad de los pastos.

Se pueden apreciar cambios de acuerdo a las décadas. De 1980-90 la tendencia fue estable o ligeramente positiva, de 1991-2000 fue ascendente (quizás debido a los bajos niveles de producción), de 2001-2010 volvió a descender y al final ha tendido a aumentar ligeramente, pero siempre con valores bajos de persistencia que parece ser una característica de la raza.

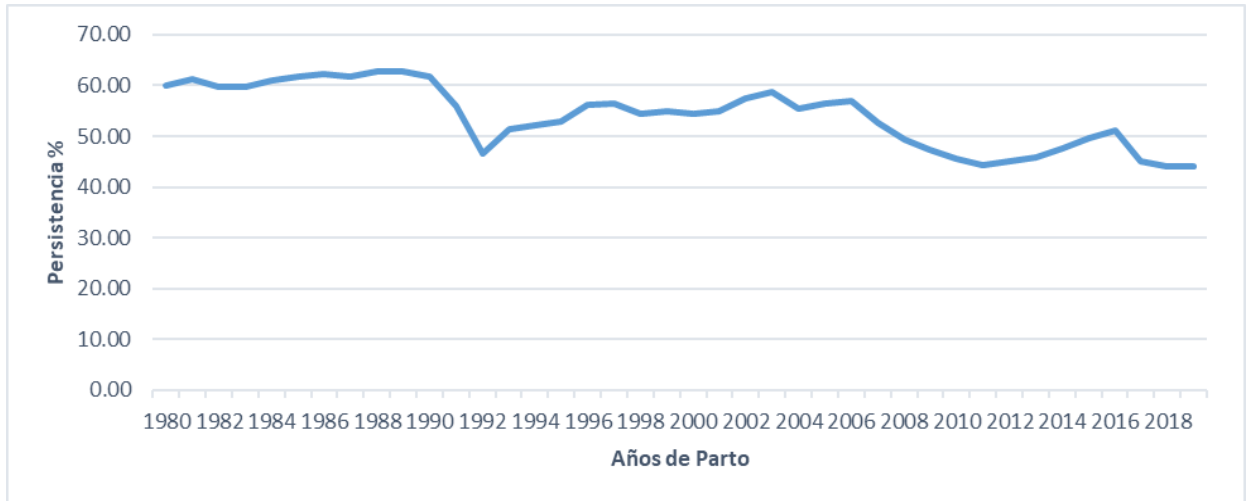


Figura 2. Variación de las medias mínimo cuadráticas de la persistencia de acuerdo al año de parto.

Resultados superiores obtuvieron Madrid Gallego, Calvo Cardona y Arismendy Morales (2020), en las razas Holstein y Jersey. Contrario a lo encontrado en este trabajo fue lo obtenido por Huamán *et al.* (2018) en vacas Gyr y cruces Gyr por Holstein (F-1).

En la figura 3 se observa la variación de la persistencia según el número de lactancia a 244 días, demostrando que la vaca atraviesa por tres fases marcadas en relación a la persistencia durante su ciclo de vida productivo. A partir de la lactancia inicial vemos un ascenso hasta alcanzar un pico en la segunda lactancia, seguido de un periodo de meseta o estabilidad a partir de la cual hay una declinación gradual a medida que avanzan las lactancias, esto corresponde con el hecho de que a medida que la vaca envejece disminuye su habilidad de continuar produciendo leche.

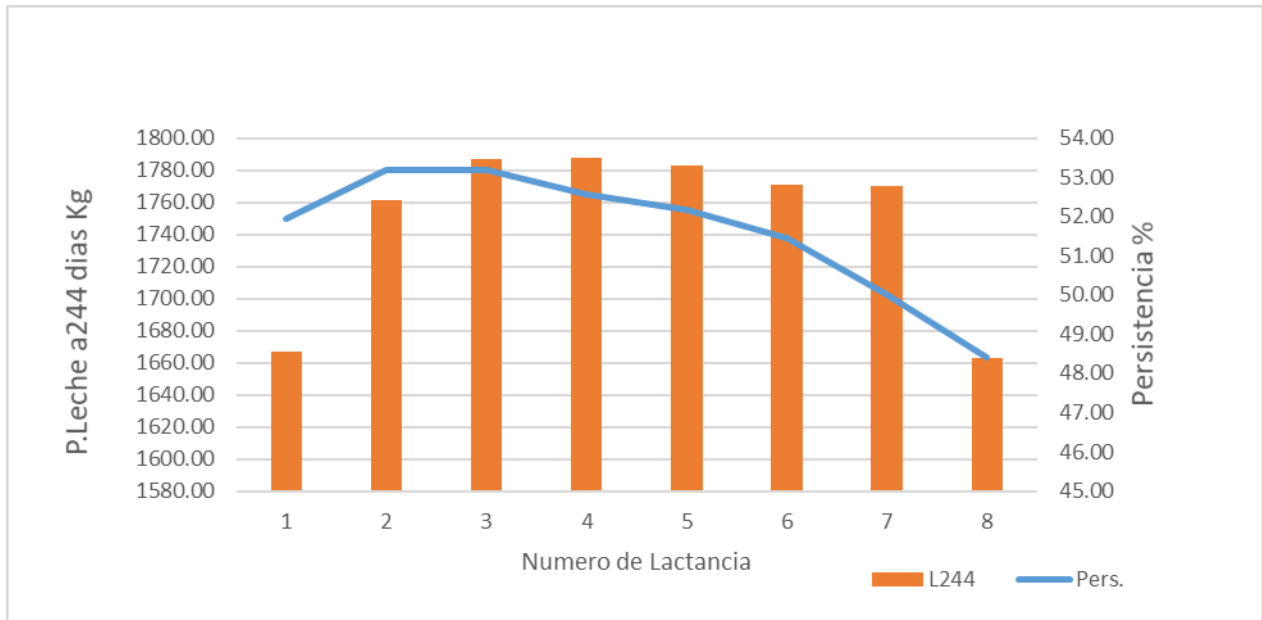


Figura 3. Variación de las medias aritméticas de la persistencia y la L244 días según el número de lactancia

El comportamiento de la persistencia relacionado con el número de lactancias nos indica que las vacas mejoran su persistencia rápidamente según aumenta la edad (hasta la tercera lactancia) y luego comienzan a declinar. La curva es similar a una curva de lactancia, lo que justifica o apoya el hecho de que las vacas viejas en los rebaños pueden disminuir la producción de leche porque los animales son menos persistentes. El efecto del número de parto sobre el inicio y pico de producción de leche se puede atribuir a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche.

En la figura 4. Se ilustra el comportamiento de la producción de leche en 244 días según el cuatrimestre de parto y el comportamiento de la persistencia, donde se evidencia claramente que el periodo de mayor producción de leche correspondió con la mayor persistencia.

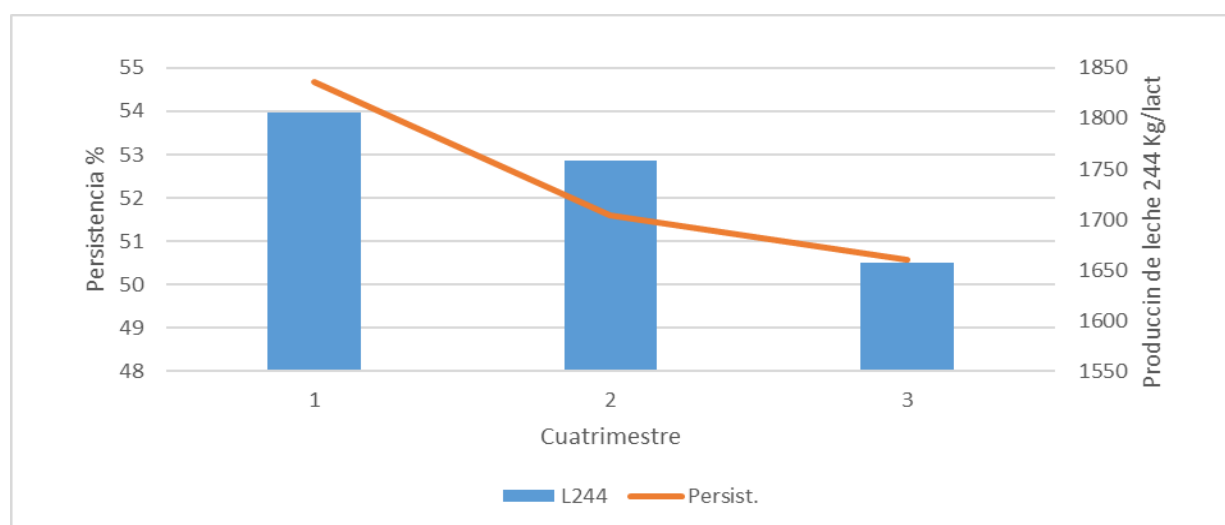


Figura 4. Comportamiento de la producción de leche (244) y la persistencia según el cuatrimestre.

El efecto de la época de parto incide en la producción de leche en esta raza, coincidiendo con Segura y Osorio (2005), en vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito. Se observa una evidente diferencia en cada uno de los cuatrimestres en la producción de leche a 244 días. Si comparamos la media del mejor cuatrimestre (enero-abril) y el peor (septiembre-diciembre) la diferencia es apreciable (147,72 kg/lact) que traducido a volúmenes dejados de producir representan un déficit es de 1 107 900 kg de leche por año. Similares resultados obtuvieron Fernández y Tronco (2011) en el genotipo durante los años 1979-1999.

CONCLUSIONES

Las fuentes de variación no genéticas analizadas influyeron de forma significativa tanto en la producción de leche a 100, 244 y 305 días, como la persistencia de la lactancia.

Se evidencian correlaciones fenotípicas positivas entre la producción de leche y la persistencia.

La raza Siboney de Cuba presenta en sentido general una persistencia baja y muy variable.

REFERENCIAS

- Boujenane, I., & Hilal, B. (2012). Genetic and non-genetic effects for lactation curve traits in Holstein Friesian cows. *Arch.Tier.*, 55, 450-457. <https://doi.org/10.5194/aab-55-450-2012>
- Castillo, G. Vargas, B. Hueckmann, F., & Romero J. (2019). Factors that affect the production in first lactation of dairy cattle of Costa Rica. *Agron Mesoam.*, 30(1), 209-227. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.33430>.
- De los Reyes A. (1985). Causas de variación no genética que afectan la producción del ganado Holstein y la estimación de los factores de ajuste por edad. Tesis PhD; Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Instituto de Ciencia Animal.
- Dekkers, J. C. M., Tem Hag, J. H., & Weersink, A. (1998). Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livest Prod Sci.* 53(3), 237-252. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00124-3)
- Elahi Torshizi, M., & Hosseinpour Mashhadi, M. (2018). Estudio de la persistencia del rendimiento de la leche utilizando las metodologías de predicción y regresión aleatoria en vacas lecheras Holstein iraníes. *Cuban Journal of Agricultural Science* 52(2), 127-139. <http://scielo.sld.cu/cgi-bin/wxis.exe/iah>
- Farhangfar, H. & Rowilnson, P. (2007). Genetic analysis of wood's lactation curve for Iranian Holstein heifers. *J. Biolo. Sci.* 7, 127-135. <https://scialert.net/abstract/?doi=jbs.2007.127.135>
- Fernández, J., & Tronco, M.A. (2011). Influencia de factores no genéticos en la producción de leche del Siboney de Cuba. *Revista Salud Animal*, 33(2), 76-82. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2011000200002
- González, D., Espinoza, J. L., Palacios, A., Guerra, D., Évora, J. C., Portales, A., Ortega, R., & Guillén, A. (2011). Parámetros Genéticos para la persistencia de la lactación en vacas Siboney usando modelos de regresión aleatoria. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias*, 2(2).
- Hernández, A., & Ponce de León, R. (2020). Índices de selección para la mejora genética de vacas Siboney de Cuba. *Arch. Zootec.*, 69 (265), 46-53. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/>

- Hernández, A., Ponce De León, R., González, S., Fernández, A., Prada, N., & Ramírez, R. (2021). Estrategias de selección para la mejora genética de las razas Siboney de Cuba y Mambí de Cuba. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1). <HTTP://WWW.REVISTACCUBA.CU/INDEX.PHP/REVACC/ARTICLE/VIEW/907>.
- Huamán, P., Almeyda, M., & Isique, H. (2018). Modelación de la curva de lactación de vacas Gir y cruces Gir por Holstein (F-1) en el trópico peruano. *Anales Científicos UNALM*, 79; 511-518. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.1263>
- Johansson, I., & Hansson, A. (1940). Causes of variation in milk and butter far yield in dairy cows. *Kungl Landtbr Akad Tidsk*, 79, 1–127. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19420100118>
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Science*, 77(1), 59-91. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)
- Lemus-Ramírez, V., Guevara-Escobar, A., & García-Muñiz, J. G. (2008). Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-Friesian en pastoreo. *Agrociencia* 42(7), 753-765. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000700002&script>
- López, D., & Ribas, M. (1993). Formación de nuevas razas lecheras; resultados en Cuba. *Rev Cubana Cienc Agríc.*, 27, 1-9.
- Madrid Gallego, A. F.; Calvo Cardona, S. J., & Arismendy Morales, J. P. (2020). Modelación de la curva de producción, grasa y proteína en ganado Holstein y Jersey del Norte y Oriente de Antioquia. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 31(46), 70-84. <https://doi.org/10.47286/01211463.318>
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707-728. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>
- Ribas, M., Gutiérrez, M., Mora, M., Évora, J. C., & González, S. (2004). Comportamiento productivo y reproductivo del Siboney de Cuba en dos localidades. *Rev Cubana Cienc Agríc.*, 38(2), 121-126. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017901002.pdf>
- SAS (2013) User's Manual Statistical Analysis Systems. SAS® 9.4 Cary, N.C.
- Segura, José C., & Osorio, Mario M. (2005). Factores que afectan la curva de lactancia de vacas Bos taurus x Bos indicus en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Técnica Pecuaria en México*, 43(1), 127-137. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343109>
- Suárez, M. A., Zubizarreta, I., & Pérez, T. (2009). Interacción genotipo ambiente en ganado bovino Siboney de Cuba. *Livestock Research for Rural Development*, 21. <http://www.lrrd.org/lrrd21/9/suar21139.htm>

Guerra Rojas, M.C., Suárez Tronco, M.A., Lamothe Crespo, Y., Grela Pinto, A.

Suárez, M.A. y Pérez, T. (2005). Producción de leche y grasa en vacas Siboney de Cuba. Parámetros Genéticos. En: I Congreso Internacional de Mejoramiento Animal. Memorias; CD ISBN 959-7164, 67-1 pp 1018-1021.

Togashi, K., & Lin, C. Y. (2004). Efficiency of different selection criteria for persistency and lactation milk yield. *J. Dairy Sci.* 87, 1528-1535.
[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(04\)73304-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(04)73304-4/pdf)

Vásquez, A., García, M. E., Sessarego, E., & Chagray N. (2021) Modelación de la curva de lactación en vacas Holstein de un establo en el valle de Huaura, *Rev Inv Vet Perú*, 32(1).
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v32n1/1609-9117-rivep-32-01-e19488.pdf>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: MCGR, MAST, análisis e interpretación de los datos: MCGR, MAST, YCD, AGP; redacción del artículo: MCGR, MAST.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.