

CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE LACTANCIA Y COMPONENTES LÁCTEOS DEL GENOTIPO SIBONEY DE CUBA EN UNA GRANJA GANADERA DE LA PROVINCIA DE LA HABANA.

Characterization of Lactation and Milk Components Curves of Siboney de Cuba Genotype From a Dairy Basin of Havana Province.

Robier Hernández y Pastor Ponce

Departamento de Lactación, Dirección de Salud y Producción Animal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, CENSA. Autopista Nacional y Carretera a Jamaica, Apdo. 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Tel. (53-47) 863014, Fax (53-47) 863897. E-mail: acpanz@enet.cu

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue establecer una caracterización de las curvas de lactancias en producción y composición láctea del genotipo Siboney de Cuba en una granja ganadera de la provincia de La Habana. Se incluyó un total de 310 vacas de dicho genotipo, distribuidas en 10 rebaños, durante aproximadamente dos años. Los registros de leche del día del pesaje se distribuyeron durante 305 días de lactancia, lo cual correspondió a un pesaje semanal y un total de 2125 datos de producción y composición láctea en el período. Para el análisis de la curva de lactancia se aplicó el modelo de regresión de Ali y Schaeffer. Los parámetros de la curva de lactancia en producción láctea fueron altamente significativos (R^2 ajustado y R mayor a 0,90 y 0,92, respectivamente, $P < 0,001$). El Siboney es un grupo genético adaptado al trópico y muestra una curva de lactancia con una mayor persistencia en el tiempo; igualmente se puede destacar que los componentes de la leche (grasa, lactosa, proteína) muestran un comportamiento uniforme durante la lactancia.

Palabras clave: Curvas de lactancia, producción de leche, composición, Siboney de Cuba.

ABSTRACT

The objective of the present study was to establish a characterization of the lactation curve in milk production and milk composition of the Siboney of Cuba genotype in a basin of the La Habana province. A total of 310 cows were included, distrib-

uted in 10 herds, during approximately two years. Milk record was distributed during the 305 days of lactation length, that which corresponded to a weekly record and a total of 2125 production and milk composition data. In order to analyze the lactation curve, Ali and Schaeffer' regression model was applied. The parameters of the curves were highly significant (adjusted R^2 and bigger R at 0.90 and 0.92, respectively, $P < 0.001$). Siboney of Cuba genotype is well adapted to tropics conditions, and shown a lactation curve with great persistency; milk components (milk fat, lactose and protein) had a uniform behaviour throughout lactation.

Key words: Lactation curve; milk production; composition, Siboney de Cuba.

INTRODUCCIÓN

La región tropical se caracteriza por la existencia de una gran diversidad de razas y cruces entre ellas, que han originado grupos genéticos en bovinos (*Bos Taurus-indicus*) con una alta capacidad para adaptarse a las condiciones climáticas adversas. Con ambientes muy difíciles y definidos dentro de la zona tropical esta se considera cómo una reserva genética ganadera importante [2, 7]. En este contexto, la explotación de genotipos adaptados al trópico, dentro de sistemas de ganaderos sostenibles y rentables desde el punto de vista productivo, constituyen premisas para dicho desarrollo. En Cuba se ha llevado a cabo durante más de 30 años un programa de mejoramiento genético en ganadería lechera bovina, a partir del cual se han obtenido nuevos cruces, siendo el más relevante de todos el Siboney de Cuba. Este genotipo ha mostrado una adecuada adaptabilidad y productividad bajo las condiciones climáticas del trópico [13, 16, 17].

Por otra parte, la medida de la curva de lactancia constituye una de las principales herramientas para conocer y evaluar el comportamiento fisiológico de la producción láctea, evaluar el potencial genético/productivo de un rebaño o raza para establecer una estrategia de manejo y alimentación en función de las demandas de cada etapa de la curva [3, 4, 10, 19].

Los reportes sobre curvas de lactancia en el trópico son disímiles y por otra parte, la existencia de un conocimiento limitado de las curvas de lactancia y de los componentes lácteos hacen necesario que se desarrollen estudios de esta naturaleza. Ello permite lograr una evaluación integral de los rebaños en explotación, sobre todo para estimar mejor las exigencias nutricionales de los mismos y los rendimientos en sólidos lácteos [6, 18].

Teniendo en cuenta que la evaluación de la curva de lactancia y composición láctea permite conocer el comportamiento productivo, el potencial genético real, evaluar el programa de alimentación entre otros aspectos de una vaca o rebaño lechero, el objetivo del presente estudio fue establecer una caracterización de las curvas en producción y composición láctea en cuanto a porcentajes de proteínas totales, caseína, grasa y lactosa del genotipo Siboney de Cuba en las condiciones de explotación existentes en una granja ganadera de la provincia de La Habana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento experimental

El trabajo se desarrolló durante los meses comprendidos entre mayo 2001 y julio 2003, con 310 vacas del genotipo Siboney de Cuba de un potencial mínimo de 1 200 Kg. de leche por lactancia y entre la segunda y la sexta lactancia, en lecherías pertenecientes a una granja ganadera de la provincia de La Habana, ubicada a 150 metros sobre el nivel del mar. En dicho período como promedio anual se registró una temperatura de 27,5°C, una humedad relativa del 85% y un régimen de precipitaciones de 1100 mm. Los animales fueron explotados en un sistema de pastoreo rotacional, donde predominó el pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) con una carga media de 1,2 unidades de ganado mayor (UA) por hectárea en suelo ferralítico rojo. El pasto fue el alimento básico durante el período de lluvia (mayo – octubre), suministrándose además forraje de caña de azúcar entera mezclado con king grass (*Pennisetum purpureum*) durante la época de seca (noviembre–abril) y sales minerales y agua a voluntad en las naves de sombra. Aproximadamente, el 40% del alimento se suministró en los comederos de las naves de sombra y el 60%, en el potrero. El pastoreo fue rotacional, con 3 días de ocupación (máximo) por área y un período de descanso de 33 días para todos los rebaños estudiados. Se suministró en todos los casos 0,5 Kg. de concentrado a partir del tercer litro producido, el cual dispone de 70% de Nitrógeno Digestible Total (TND), 16% de Proteína Cruda (PC) y 2,3 Mcal Energía Metabolizable (EM)/Kg. El mis-

mo se distribuyó de acuerdo a las posibilidades de la dieta básica, de forma tal que se pudieran satisfacer los requerimientos para mantenimiento y producción de leche correspondientes al 85% del potencial mínimo relativo.

Los registros de leche del día del pesaje se distribuyeron durante 305 días de lactancia, lo cual correspondió a un pesaje semanal y un total de 2125 datos de producción y composición láctea en el período. Se midió semanalmente la producción de leche individual y se tomaron muestras quincenales de las mismas. La composición de la leche (proteína total, grasa y lactosa) fue determinada por infrarrojo mediante un equipo Milko-Scan 104, A/S N. Foss Electric, Dinamarca.

Procesamiento estadístico de datos

Para el análisis de la curva de lactancia se aplicó el modelo de regresión de Ali y Schaeffer [1], previa comparación con el modelo de gamma incompleta de Wood y cuadrática logarítmica [22], utilizando un modelo estadístico matemático representado por ecuaciones [8, 9].

$$y(t) = a + b \cdot \frac{t}{305} + c \cdot \left(\frac{t}{305}\right)^2 + d \cdot \ln \frac{305}{t} + i \left(\ln \frac{305}{t}\right)^2$$

donde:

$y(t)$ = producción de leche en el día de control, o composición porcentual de proteína, grasa, y lactosa.

t = día correspondiente al pesaje.

a, b, c, d, i = parámetros a estimar.

$e \approx 2,7183$ = base de los logaritmos naturales.

En el análisis se incluye prueba de bondad de ajuste del modelo, coeficiente de determinación (R²) y coeficiente de determinación ajustado (R²A), así como análisis de los residuos y dócima de Durbin Watson (DW) para verificar el cumplimiento de los supuestos teóricos, además se determinó el coeficiente de correlación entre los valores predicho y reales. La producción de leche en el período observado se obtuvo a partir de la integral definida (área bajo la curva) y se estimaron los valores extremos (picos de producción). Se calculó la persistencia como la relación porcentual de la producción de los segundos 120 días entre primeros 120 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se muestran los resultados de los ajustes de las curvas de lactancia para el genotipo estudiado. El modelo resultó estadísticamente significativo, con valores de probabilidad igual a 0,001. Los ajustes aportan coeficientes de determinación (R²) elevados, con valor superior al 92%, la dócima de Durbin Watson refleja la no existencia de problemas de

TABLA I
AJUSTES DEL MODELO DE REGRESIÓN DE ALI Y
SCHAEFFER/ ADJUSTEMENTS OF ALI AND SCHAEFFER
REGRESION MODEL.

Aspectos a considerar	Resultados
Significación del modelo	0,001
Coefficiente de Determinación (R ²)%	92,60
Coefficiente de Determinación ajustado (R ^{2A})%	90,49
Error estándar de estimación	0,1461
Media absoluta del error	0,1016
Suma de cuadrado del error	0,0213
Incorrelación (Dócima de Durbin Watson)	2,09
Coefficiente de correlación. Valores observados y predichos	0,95

autocorrelación de los errores y el coeficiente de correlación entre los valores predichos y los observados es mayor al 95%.

Los resultados obtenidos se corresponden con los reportados en la literatura [8, 9], en el sentido que dicho modelo es el que mejor describe la curva de lactancia para los animales lecheros en el trópico.

La alimentación de los rebaños incluidos en el estudio cubrió aproximadamente el 85% del potencial genético mínimo relativo de los mismos, estando por ello el comportamiento de la curva de lactancia asociado directamente a este factor, aunque se deben considerar también los diferentes períodos (fase de la lactación) que comprende este evento fisiológico en función de lograr mejores bondades de la productividad de este genotipo. Togashi y Lin [21], refieren la posibilidad que ofrece modificar la curva de lactancia, manipulando los cambios genéticos en las diferentes fases de la lactación con relación a una proporción preestablecida del potencial de la raza en cuestión.

La forma de la curva de lactancia muestra un comportamiento ligeramente aplanado, sobre todo alrededor del pico de lactancia (FIG. 1). Similar comportamiento para rebaños mestizos se ha descrito en Cuba en años anteriores [16], donde también se describe como rasgo fundamental de la curva de lactancia que el pico de la misma fue poco marcado, influenciado por factores no genéticos fundamentalmente (condiciones ambientales y manejo de los rebaños, sobre todo la alimentación). Estas mismas razones son las que conducen a que los rebaños bajo estudio muestren el mismo comportamiento.

La expresión de dicho comportamiento se evidencia en los parámetros de la curva y en los valores de la persistencia (TABLA II). El genotipo estudiado presenta una persistencia cercana a la unidad, mientras los días al pico se encuentran al final del primer tercio de la lactación. Por otra parte, se puede definir como un genotipo de potencial medio, considerando la producción de leche por lactancia y el pico de lactancia. El efecto de los sistemas de cruzamientos entre genotipos como

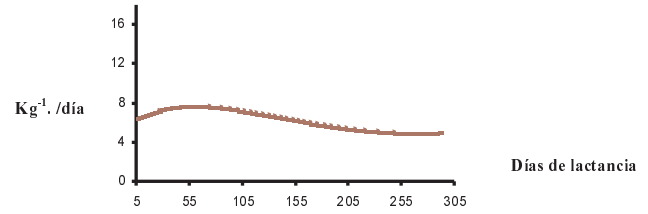


FIGURA 1. CURVA DE LACTANCIA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL SIBONEY DE CUBA EN LA PROVINCIA DE LA HABANA / LACTATION CURVE OF MILK PRODUCTION IN SIBONEY DE CUBA IN HAVANA PROVINCE.

TABLA II
PRODUCCIÓN, PICO Y PERSISTENCIA DE LA CURVA
DE LACTANCIA EN EL SIBONEY DE CUBA/ MILK
PRODUCTION, PEAK AND PERSISTENCY OF LACTATION
CURVE FROM SIBONEY DE CUBA.

Producción de leche/ Kg ⁻¹ área bajo la curva	Días al pico de lactancia	Pico de lactancia Kg ⁻¹ ./día	Persistencia %
1268,15	57	9,32	92,60

Holstein y Cebú, han podido demostrar un mejoramiento en el nivel de producción de leche hasta por 27%, así como una mejor persistencia de la curva de lactancia en el trópico [16]. En México [3] y en Cuba [8] se reportan en rebaños lecheros mestizos (Holstein y Cebú) expresiones en las curvas de lactancia de entre 1100 a 1450 Kg-1, considerados de potencial medio y con una adecuada respuesta productiva bajo las condiciones climáticas en las cuales se desempeñan. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que este genotipo reúne las características productivas deseadas para las condiciones tropicales en Cuba.

En condiciones del trópico peruano [20], se indica que la curva de lactancia en producción de leche para vacas de doble propósito fue prácticamente lineal, lo cual está influenciado por el efecto adverso de las condiciones ambientales desfavorables (altas temperaturas y humedad relativas), pastos tropicales de baja calidad nutricional, además de deficiencias en el manejo zootécnico de los rebaños, lo cual es común para toda la región de América tropical. Reportes más recientes en la zona del sur de México [15], describen un comportamiento más típico en producción, aunque no incluyen los indicadores de composición. En Brasil, reportan para el Gir Lechero [5], un tiempo de lactancia de 300 días, con un elevado contenido de sólidos y curva similar a la obtenida en este reporte, pero con producciones medias de 10,2 Kg⁻¹ /día, lo cual está determinado en gran medida por factores no genéticos (ambientales y de manejo zootécnico).

Un problema bastante frecuente en muchos rebaños lecheros en el trópico es que cuando se obtiene una mayor producción láctea, los rendimientos en la producción de quesos,

por ejemplo, disminuye por unidad de volumen, lo que está asociado a un menor contenido de proteína total y más específicamente de caseína [18]. La fecha de parto, la época del año, el rebaño y la raza, son los factores que más afectan la forma de la curva y están directamente asociados a la alimentación y el manejo [15]. También se ha descrito que el comportamiento de la curva de lactancia también puede estar influenciado por las enfermedades, sobre todo la mastitis y las enfermedades metabólicas o de la lactación [11].

Las curvas para los principales componentes lácteos se presentan en la FIG. 2. mostrando un comportamiento similar a lo descrito en la literatura.

Las menores concentraciones de dichos componentes ocurren cerca del pico de lactancia e inversamente al momento del secado, por lo cual se reconoce un efecto de dilución con independencia de la marcada influencia de factores genéticos y nutricionales [12], al igual que la producción, deben ser consideradas las características genéticas de los animales y las condiciones específicas de explotación. Los reportes más frecuentes indican una depresión sustancial de los componentes lácteos en la primera etapa de la lactancia y un aumento al final de la misma, en concordancia con las relaciones negativas que se existentes entre los rendimientos en leche y la composición porcentual [6, 14]. El trabajo de selección y mejora genética en este campo es un aspecto promisorio, si se considera que el criterio de una alta producción de leche no siempre es lo más importante, cuando no va acompañado de un desempeño satisfactorio de otros indicadores bioprodutivos y económicos. En Cuba [16, 17] se ha descrito relaciones negativas entre el nivel de producción láctea y los rendimientos en sólidos de la leche en rebaños de cruces 5/8 H – 3/8 C, sobre todo en el momento del pico de la lactancia. Ello corrobora lo descrito en este estudio donde los rendimientos en sólidos lácteos han sido menores durante el pico de producción de leche y se han incrementado hasta el final de la lactancia.

CONCLUSIONES

El Siboney es un grupo genético adaptado al trópico y la distribución de la producción de leche muestra una curva de lactancia con una mayor persistencia en el tiempo; igualmente se puede destacar que los componentes de la leche (grasa, lactosa, proteína) muestran un comportamiento uniforme durante la lactancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALI, T. E.; SCHAEFFER, L. R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. **Can. J. Anim. Sci.** 67: 637-642. 1987.
- [2] ARANGO, J. P.; RIVERA, B.; GRANOBLES, J.C. Elaboración y modelos de estimación de producción lechera en sistemas especializados. **Rev. Col. Cien. Pec. Col.** 24: 124-129. 2000.
- [3] CERVANTES, P. *Caracterización de la producción y composición láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, México*. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez", La Habana, Cuba. Tesis Doctoral. 103pp. 2005.
- [4] CONTRERAS, R.; RINCON, J. Curvas de lactancia de vacas Criollo Limonero en un ambiente de trópico húmedo. **Rev. Fac. Agron. Univ. Zulia.** 5: 458-467. 1979.
- [5] DA SILVA, V.; MARTINEZ, M.L.; TEODORO, R.L.; DA SILVA, M.V.; TAKAMURA, A.E.; MADALENA F.E.; LEDIC, I.L. Pesos economicos para selecao em gado de leite. **Rev. Balde Branco**, sección Encarte Gir Leiteiro. 480: 81-82. 2004.
- [6] DE GROOT, B.; KEOWN, J. Lactation curves for milk, fat and protein yields and somatic cell scores of Holstein

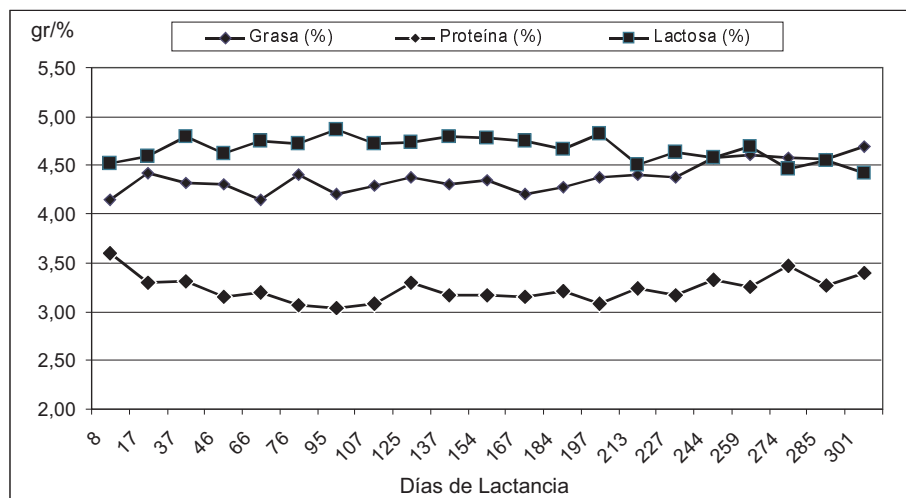


FIGURA 2. COMPORTAMIENTO DE LA CURVAS DE LOS COMPONENTES LÁCTEOS EN EL SIBONEY DE CUBA. / BEHAVIOUR FOR MILK COMPONENTS CURVES FROM SIBONEY DE CUBA.

- cows treated with bovine somatotropin. **Bull. Univ. Nebraska Coop. Ext.** 100pp. 2004.
- [7] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). *Seguridad alimentaria como estrategia de desarrollo rural. 28th Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. Ciudad de Guatemala, 26-30 abril 2004. En línea: <http://www.rlc.fao.org/larc04/>>, Consultado: 16 de febrero de 2006.
- [8] FERNÁNDEZ, L. Modelos estadísticos matemáticos en el análisis de la curva de lactancia y factores que la afectan en el genotipo Siboney de Cuba. Universidad Agraria de la Habana, UNAH, La Habana, Cuba. Tesis Doctoral. 100pp. 2004.
- [9] FERNÁNDEZ, L.; MENÉNDEZ, A.; GUERRA, C. Estudio comparativo de diferentes funciones para el análisis de la curva de lactancia en el genotipo Siboney de Cuba. *Rev. Cub. Cien. Agríc.* 38(4):23-27. 2004.
- [10] FERRIS, T. A.; MAO, I.L.; ANDERSON, C.R. Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 68: 1438-1448. 1985.
- [11] HALKJAER, J. Genetic correlation between the shape of the lactation curve and disease resistance in dairy cattle. Danish Inst. Agric. Sci. PhD. Thesis. 150pp. 2000.
- [12] HERNÁNDEZ, R. Caracterización, diagnóstico y corrección de alteraciones en las propiedades físico-químicas de la leche en rebaños Holstein Friesian. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez", La Habana, Cuba. Tesis Doctoral. 114pp. 2003.
- [13] HERNÁNDEZ, R. Efecto de la época del año sobre el comportamiento de la producción y la composición de la leche en tres genotipos bajo silvopastoreo. **Lives. Res. for Rur. Develop.** Volume 17, (12): 124-128. 2005. En línea: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/12/hern17136.htm>> Consultado: 13 de febrero de 2006.
- [14] LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D.J. *Genetic improvement of New Zealand dairy cattle. VIII Panamerican Dairy Congress*. FEPALE. Florida, Junio. USA.656 pp. 2004.
- [15] OSORIO, M. M.; SEGURA, J.C. 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. **Tec. Pec. Mex.** 43: 127-137. 2005.
- [16] PONCE, P.; BELL, L. Estudio de la lactancia de vacas Holstein Friesian, Cebú y sus cruces en Cuba. **Rev. Salud Anim.** 8: 73-88. 1986.
- [17] PONCE, P. Relación entre el nivel de producción láctea y forma de la curva de lactancia. **Rev. Salud Anim.** 10: 344-350. 1988.
- [18] QUINN, N. K.; BUCKLEY, F. Modelling the fat and protein percentages curves for Irish Dairy Cow. Y. Sta. Meet. 2005. Trinity College, Dublin. 100pp. 2005.
- [19] RAMÍREZ, R.; RAMÍREZ, G.; NÚÑEZ, R.; TEWOLDE, A. Curvas de lactancias en vacas Angus, Suizo Pardo y sus cruces. **Agrocien.** 32: 325-330. 1998.
- [20] SHEEN, S.; RIESCO, A. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). **Rev. Inv. Vet. Perú.** 13(1):23-31. 2002.
- [21] TOGASHI, K.; LIN, C. Modifying the Lactation Curve to Improve Lactation Milk and Persistency. **J. Dairy Sci.** 86:1487-1493. 2003.
- [22] WOOD, P. Algebraic model f lactation curve in cattle. **Nature.** 216: 164-165. 1967.