

Estimación de las curvas de lactancia y producción de leche de cabras del departamento de Antioquia, usando controles lecheros quincenales y mensuales*

Lactation curve and milk production estimate in goats, using the fortnightly or monthly milk control

Hernán Yépez Ruidíaz^{1,2}, MVZ; Clara V Rúa Bustamante², Zootec; Yelithza Idárraga Idárraga², Zootec; Elkin Arboleda Zapata², Zootec, MSc; Samir Calvo Cardona², Zootec; Alba Montoya Atehortúa², Biol, MSc; Henry Cardona Cadavid², Zootec, MSc, PhD; Mario Cerón-Muñoz^{2*}, Zootec, MSc, PhD

¹Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Colombia.

^{2*}Grupo de investigación GaMMA-Genética, Mejoramiento y Modelación Animal, Universidad de Antioquia.
mceronm@hotmail.es

Artículo derivado de la investigación “Consolidación del sistema de registro genealógico y control lechero en cabras de Antioquia para evaluación genética y montaje de programas de mejora genética”, proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en asocio con la Universidad de Antioquia y la Asociación de Caprinocultores de Antioquia (ASOCABRA), contrato N° 1492008Q7542 – 3214 y parte del trabajo de grado del primer autor para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bucaramanga.

Resumen

El control lechero es una metodología que permite estimar la producción total de leche a lo largo de cada una de las lactancias de un animal, así mismo se considera una herramienta fundamental en los procesos de mejora genética y de gran fiabilidad para lograr una alta precisión en evaluaciones productivas. Para la producción de leche en caprinos, el conocimiento de la curva de lactancia, permite predecir el desempeño futuro de los animales, la persistencia de la producción, el tiempo en alcanzar el pico de producción, y efectuar ajustes por días en leche de hembras que no han terminado la lactancia. En este estudio se utilizaron 179 lactancias de cabras de ocho apriscos de Antioquia, para estimar la curva de producción de leche hasta los 200 días, mediante la información proveniente de controles lecheros quincenales y mensuales. Para determinar la diferencia por el uso de los dos tipos de control se utilizó la correlación de Pearson. Los resultados mostraron que las curvas de lactancia y las producciones de leche fueron muy semejantes entre los dos tipos de control lechero con correlaciones superiores a 0.96, lo que nos permite inferir que el control lechero mensual puede sustituir el control lechero quincenal sin afectar la confiabilidad de la estimación de la curva de lactancia y producción total de leche, reduciendo costos por esta actividad.

Palabras clave

Control lechero, curva de lactancia, pequeños rumiantes, producción de leche.

*Para citar este artículo: Yépez H, Rúa CV, Idárraga Y, Arboleda E, Calvo S, Montoya A, Cardona H, Cerón-Muñoz M, 2010. Estimación de las curvas de lactancia y producción de leche de cabras del departamento de Antioquia, usando controles lecheros quincenales y mensuales. Rev CES Med Vet Zootec; Vol 5(2): 30-35

Abstract

The dairy control is a methodology to estimate total milk production along every lactation of an animal, and it is considered as a fundamental tool in the process of breeding and high reliability for high precision production evaluations. For milk production in goats, knowledge of the lactation curve, allows to predict future performance of the animals, the persistence of production, the time to reach peak production, and make adjustments for days in milk of females that have not ceased breastfeeding. In this study, 179 goats lactations were used to estimate the milk production curve 200 days, using information from fortnightly and monthly milk checks. To determine the difference by using the two types of control the correlation of Pearson was used. The results showed that the curves of lactation and milk production were similar between the two types of control milk with correlations higher than 0.96, allowing us to infer that the monthly milk tests may replace the bi-weekly milk tests without affecting the reliability of the estimation of the lactation curve and total milk production, reducing costs for this activity.

Key words

Dairy control, lactation curve, milk yield, small ruminants.

Introducción

La población de cabras lecheras en Colombia y en el departamento de Antioquia, está conformada principalmente por la raza “Criolla”, la cual es producto del cruzamiento de diferentes razas provenientes de Europa en la época de la conquista, convirtiéndose en la base genética de los sistemas de producción extensivos que hoy existen en Colombia y teniendo en cuenta como criterio técnico para la introducción de nuevas razas, el incremento de los índices productivos de la raza nativa o “criolla”. La producción caprina ha presentado en términos generales una dinámica bastante notoria desde 1980, presentando mayor desarrollo productivo de las diferentes razas existentes en el país a través del cruzamiento, inversión en infraestructura, avance en el manejo técnico de las explotaciones, así como aspectos sanitarios, nutricionales y reproductivos.

Por lo tanto es necesario fomentar acciones destinadas a promover el desarrollo tecnológico caprino, orientando a la creación de programas de mejora genética, ya que es un sector productivo que está en etapa de iniciación, fase en la cual para la lechería caprina comercial, los programas de mejoramiento genético son considerados de alto valor estratégico, teniendo en cuenta que la mayoría de los apriscos inician con una base genética de alta heterogeneidad .

Debido al poco desarrollo de la producción caprina es conveniente un proceso de sistematización de la información de las producciones individuales y por apriscos, utilizando metodologías como el control lechero, importantes en la recolección y análisis de datos productivos reproductivos y genealógicos. El control lechero es una herramienta que permite estimar la producción total de leche a lo largo de cada una de las lactancias del animal, así mismo se considera una herramienta fundamental en la mejora genética, de gran fiabilidad para lograr una alta precisión en evaluaciones productivas.

Se pueden tener fines económicos, comerciales y zootécnicos al realizar el control lechero, buscando conocer el rendimiento productivo de los animales, ofrecer al consumidor o a la industria un producto de calidad, lograr la selección de los animales de mayores rendimientos, la valoración de reproductores, descartes de animales de baja producción, elaboración de planes de alimentación, la creación de sistemas de registro genealógico y la evaluación de indicadores reproductivos.

El Comité Internacional de Registro Animal (ICAR)⁷ establece tres métodos para el registro de producción de leche (control en ganado lechero), de acuerdo a su

frecuencia cada 2, 4 o 6 semanas, al número de ordeños 1X (un ordeño) o 2X (dos ordeños) y a las instituciones o responsables de dicho registro. El método A, consiste en mediciones realizadas por un representante oficial de la organización responsable, en el método B, todos los registros son realizados por el productor y en el método C, las mediciones son realizadas por el productor o el administrador del aprisco, y por un representante oficial de la organización responsable⁷.

La medición de la producción lechera, bajo cualquiera de las metodologías establecidas (ICAR), permitirá realizar una representación gráfica de dicha producción, en función del tiempo o "Curva de Lactancia"¹⁰.

Para la producción de leche en caprinos, el conocimiento de la curva de lactancia, permite predecir el desempeño futuro de los animales, la persistencia de la producción, el tiempo en alcanzar el pico de producción, y efectuar proyecciones de producción de leche en hembras que no han terminado la lactancia⁸.

La curva de lactancia está caracterizada por una fase de ascenso y un periodo de producción máxima seguido por una fase de descenso continuo en la producción. Estos puntos que determinan la forma de la curva se encuentran influenciados por factores genéticos y ambientales; el estudio de la curva puede hacerse a través de funciones matemáticas que estiman el nivel de producción alcanzado en un determinado tiempo. Uno de los modelos que más se ajusta en la estimación de las curvas de producción es el modelo de Wood (1967)⁹, el cual se ajusta mejor a los datos reales durante la lactancia temprana y tardía, y predice con menor precisión los datos durante la lactancia media⁵.

La estimación de los parámetros de la curva adquiere importancia ya que estos pueden ser interpretados biológicamente, teniendo en cuenta que cada uno de los coeficientes está fuertemente influenciado por factores genéticos y ambientales como la raza, el número, año y mes de parto⁶.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del intervalo de tiempo entre controles lecheros para

la estimación de curvas de lactancia y producción de leche en cabras del departamento de Antioquia.

Materiales y métodos

El presente estudio fue realizado en 8 apriscos, ubicados en su mayoría en el norte y oriente del Departamento de Antioquia (Colombia), con condiciones climáticas promedio de 1800 y 2300 msnm y temperaturas entre 21 y 15 °C, respectivamente.

Para el análisis de los datos se utilizaron 179 lactancias recolectadas entre septiembre de 2008 y septiembre de 2009, en explotaciones caprinas adscritas al proyecto "Consolidación del sistema de registro genealógico y control lechero en cabras de Antioquia para evaluación genética y montaje de programas de mejora genética". Las hembras eran mestizas de las razas Saanen, Alpina y Nubia.

Los animales se encuentran en sistemas de producción estabulada y semi estabulada, con suministro de pasto de corte como Kingrass (*Pennisetum hybridum*), algunas gramíneas semi-henificadas como La Estrella (*Cynodon plectostachyus*), pasto Imperial (*Axonopus scaparius*), heno de Pangola (*Digitaria decumbens*), plantas forrajeras como el Botón de oro (*Ranunculus bullatus*), Morera (*Morus alba*), Ramio (*Boehmeria nivea*), Quiebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*).

En la depuración de la información sólo se consideraron lactancias que tuvieran información completa teniendo en cuenta la procedencia, nombre e identificación, producción am y pm, fecha de control, fecha de parto, número de parto y días de lactancia.

Para describir la curva de lactancia utilizando las mediciones quincenales y mensuales para cada lactancia, se utilizó la función Gamma incompleta propuesta por Wood (1967):

$$y_i = \gamma_0 t_i^{\gamma_1} e^{(-\gamma_2 t_i)} + \epsilon_i$$

y_i : es la producción de leche en el i-ésimo tiempo t (i varía con 15 o 30 días).

γ_0, γ_1 y γ_2 : son parámetros de la curva.

ϵ_i : es el error asociado al i-ésimo pesaje.

Fueron estimados el tiempo (t_{pico}) para alcanzar la máxima producción (y_{max}), mediante:

$$t_{pico} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$$

$$y_{max} = \gamma_0 t_{pico}^{\gamma_1} e^{(-\gamma_2 t_{pico})} + \epsilon_{pico}$$

Fue calculada la producción total de leche hasta los 200 días de lactancia utilizando la curva de Wood (y_w), y la producción hasta los 200 días (Y_R) mediante el procedimiento recomendado por el Comité Internacional de Registro Animal (ICAR, 2008)⁷, según la expresión:

$$y_R = (c_i d_i) + \sum_{i=2}^n \left[\left(\frac{c_i + c_{i-1}}{2} \right) (d_i - d_{i-1}) \right] + \left[\left(\frac{c_a + c_p}{2} \right) (200 - d_a) \right]$$

Donde c_i es la producción de leche en el i-ésimo día del control d , a y p ; son los controles lecheros inmediatamente anterior y posterior al día 200, respectivamente.

Para verificar si existen divergencias entre controles lecheros quincenales y mensuales fueron realizadas correlaciones de Pearson, para las variables t_{pico} ; y_{max} ; Y_w y Y_R . Si el coeficiente de correlación es cercano a la unidad, será un indicativo de que el control mensual puede reemplazar el control quincenal en los programas de control lechero. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico R project® (2009).

Resultados

De las 179 lactancias, 144 curvas convergieron con el modelo de Wood con un R² del 97% y fueron altamente significativas ($p < 0,01$). Los promedios de t_{pico} y y_{max} en los análisis teniendo en cuenta los controles quincenales y mensuales se presentan en la Tabla 1. Las diferencias y las correlaciones entre los dos tipos de análisis para t_{pico} fue de 0,25 días (correlación de 0,74) e igual producción

al pico con correlación de 0,96.

Tabla 1. Promedio de tiempo y producción al pico de lactancias de cabras de Antioquia, obtenidos por controles lecheros quincenales y mensuales

Tipo de control	Tiempo al pico (días)	Producción al pico (kg)
Quincenal	32,56 + 14	2,11 + 0,7
Mensual	32,81 + 15	2,11 + 0,7
Correlación entre control quincenal y mensual	0,74**	0,96**

** Correlaciones altamente significativas ($p < 0,01$)

Las curvas promedio teniendo en cuenta los controles quincenales y mensuales fueron muy semejantes en hembras de uno, dos y cuatro o más partos.

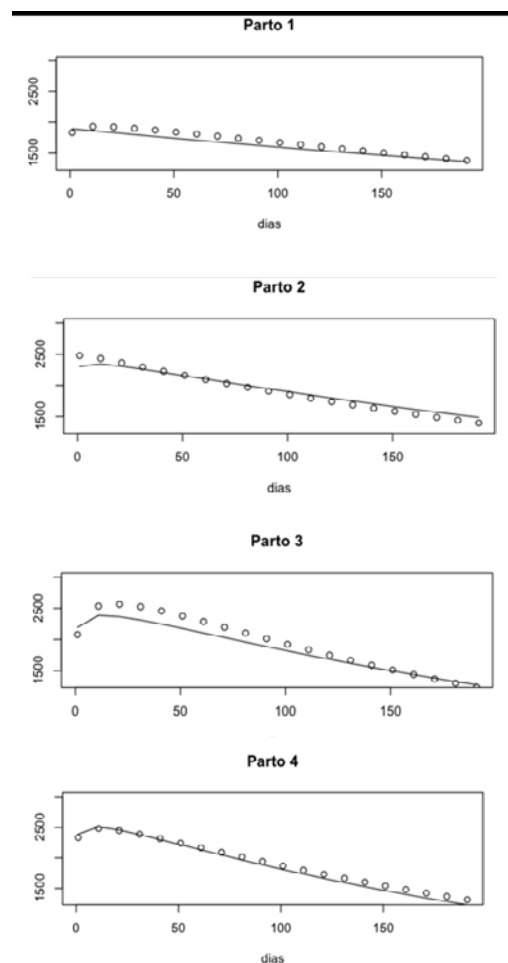


Figura 1. Curvas de lactancia de cabras en Antioquia, obtenidas por el modelo de Wood con controles lecheros quincenales (o) y mensuales (-)

Se presentó un ajuste diferente al inicio de la lactancia en hembras de tres partos, donde el pico de lactancia fue más acentuado y mayor cuando se tuvo en cuenta los controles quincenales (Figura 1).

Las producciones por lactancia hasta los 200 días utilizando la curva de Wood fueron de $347,43 \pm 94,46$ y $346,72 \pm 96,21$ kg de leche, teniendo en cuenta los controles quincenales y mensuales respectivamente, y se obtuvo una correlación entre ellos de 0,98. Utilizando la metodología ICAR con 179 lactancias, las producciones fueron de $296,18 \pm 99,69$ y $279,16 \pm 95,40$, teniendo en cuenta los controles quincenales y mensuales, respectivamente, con una correlación de 0,98 (Tabla 2).

Tabla 2. Producciones de leche (kg) hasta los 200 días de lactancias de cabras en Antioquia (diagonal principal), obtenidos por el modelo de Wood e ICAR en controles lecheros quincenales (Q) y mensuales (M) y correlaciones entre producciones de leche obtenidas por los diferentes métodos (abajo de la diagonal).

	<i>WoodQ</i>	<i>WoodM</i>	<i>ICARQ</i>	<i>ICARM</i>
<i>WoodQ</i>	$347,43 \pm 94,46$	0,98**		
<i>WoodM</i>		$346,72 \pm 96,21$		
<i>ICARQ</i>	0,85**	0,81**	$296,18 \pm 99,69$	0,98**
<i>ICARM</i>	0,84**	0,82**		$279,16 \pm 95,40$

** Correlaciones altamente significativas ($p < 0,01$).

Discusion

Los picos de lactancia se alcanzaron en el primer mes de lactancia con 2.7 litros. Estos picos de lactancia fueron inferiores a los encontrados en otros estudios (Ángel *et al.*, 2009), donde hallaron valores de 3,06; 3,10 y 3,36 kg para cabras de 1, 2 y 3 lactancias, respectivamente.

Con respecto al tiempo para alcanzar la producción máxima, los animales evaluados en éste estudio, en las dos circunstancias (quincenal y mensual), alcanzaron el pico de producción en tiempos similares a los reportados

por Ángel *et al.* (2009), las cuales alcanzaron la producción máxima entre los 33 y 42 días.

Las producciones totales de leche encontradas, son muy superiores a los resultados encontrados por Paz *et al.*, 2007, que realizaron controles bajo el método A4, tipo de ordeño mecánico, e iniciando los controles entre los 7 y 28 días de lactancia, además consideraron terminada la lactación cuando la cantidad de leche ordeñada es menor a 300 gr/día.

La no diferencia entre las producciones totales teniendo en cuenta los registros de los controles quincenales y mensuales, demuestra que el modelo de WOOD y del ICAR⁷, pueden ser utilizados para estimar la producción total de los animales, sin la necesidad de realizar los muestreos con una mayor periodicidad.

La frecuencia de muestreo mensual (A4), que está dentro de las normativas del ICAR⁷ puede sustituir el control lechero quincenal (A2) en el caso de apriscos de Antioquia (Colombia), sin afectar la confiabilidad de la estimación de la curva de lactancia y producción total de leche, reduciendo costos por esta actividad. En España, el control lechero oficial en la especie caprina es realizado mensualmente,. Incluso en Brasil, es permitido el uso de control lechero bimensual.

Referencias

1. Álvarez FR, PAZ R. 1998. Metodología para la tipificación de la producción lechera de caprinos en Santiago del Estero. Arch. Zootec; 47:649-658.
2. Ángel P, Agudelo DA, Restrepo LF, Cañas JJ, Cerón-MuñozMF. 2009. Curvas de lactancia de cabras mestizas utilizando modelos matemáticos no lineales. Revista Lasallista de investigación; 6 (1):43-49.
3. Arango JP, Rivera B, Granobles JC. 2000. Elaboración y validación de modelos de estimación de producción lechera en sistemas especializados. En preparación para publicación Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.
4. Cañas JJ, Restrepo LF, Ochoa J, Echeverri A, Cerón-Muñoz MF. 2009. Estimación de las curvas de

- lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano. *Revista Lasallista de investigación*; 6 (1):35-42.
5. CAPRITEC. 2009. Controle leiteiro oficial: um marco histórico para a caprinocultura nacional. Brasil. Junho 2009. [acceso 30 de octubre de 2010]. <http://www.capritec.com.br/pdf/CLOJULHO2009.pdf>
6. Ferrando G. 1990. Lactación de la cabra y los factores que la regulan. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Santiago. 32 p.
7. ICAR. 2008. International Committee for animal recording. International Agreement of recording practices, Guidelines approved by the General Assembly held in Niagara Falls. USA 18 June 2008. [acceso 07 de junio de 2010]. http://www.icar.org/Documents/Rules%20and%20regulations/Guidelines/Guidelines_2009.pdf
8. León JM, Quiroz J, Pleguezuelos J, Martínez E, Delgado JV. 2007. Curva de lactación para el número de lactación en cabras murciano-granadinas. *Arch. Zootec*; 56 (1): 641-646.
9. Montiel NS. 2008. Efecto de factores no genéticos sobre la Producción de leche de búfalas. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela. [acceso 10 de julio de 2010]. http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/66-leche.pdf
10. Ossa G, Torregroza L, Alvarado L. 1997. Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un hato de doble propósito en la Región Caribe de Colombia. *Revista Corpoica*; 2 (1):54-57.
11. Parés R. 2002. El control lechero en caprino. *La cabra*; 1:29-30.
12. Paz R, Togo J, Usandivaras P, Castel JM, Mena Y. 2004. Análisis de la diversidad en los sistemas lecheros caprinos y evaluación de los parámetros productivos en la principal cuenca lechera de Argentina. [acceso 16 de junio de 2010]. <http://www.lrrd.org/lrrd17/1/paz17008..htm>
13. Paz RG, Togo JA, López C. 2007. Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago del Estero, Argentina). *Revista Científica FCV-LUZ*; 17 (2):161-165.
14. Peña F, García A, Martos J. 2005. Revisión Bibliográfica sobre producción de leche, control lechero y curvas de lactación. Departamento de producción animal, Universidad de Córdoba. Documento de Trabajo 4; 2:1698-4226.
15. Pértegas S, Pita S. 2001. Determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. *CAD ATEN PRIMARIA*; 9:209-211.
16. Quintero JC, Serna JI, Hurtado NA, Rosero R, Cerón MF. 2007. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. *Rev Colomb Cienc Pecu*; 20:149-156.
17. Sotillo J, Gutiérrez C, Carrizosa JA. 2009. Ensayos para la investigación: importancia del control lechero caprino. *REDVET*; 10 (3). [acceso 16 de junio de 2010]. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030309/030902.pdf>
18. R Foundation. Program for Statistical Computing. Version 2.10.0. 2009. [acceso 07 de junio de 2010]. <http://www.r-project.org/>
19. Vásquez RE, Martínez RA, Rodríguez OA, Ballesteros HH, Rodríguez G, et. al. 2007. Manual para el manejo de las razas criollas ovino de pelo y caprino dentro del Plan de Fomento. Proyecto "Multiplicación, mejoramiento y fomento de los ovinos de pelo y caprinos criollos colombianos a través de la creación de núcleos en empresas ganaderas". ICA, Corpoica. Colombia. [acceso 20 de junio de 2010] <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Documento/proyectos.asp>
20. Wood PDP. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*; 216:164-165.