



# **XXXV**

# **REUNIÓN CIENTÍFICA ANUAL**

# **DE LA ASOCIACIÓN PERUANA DE**

# **PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Puno, Noviembre del 2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNÍA**

- cruces con Ile De France y Texel. RIA, Revista de Información Agropecuaria Vol. 35, numero 002. INTA. Buenos Aires Argentina. pp91-101.
- INEI. 1994. Instituto Nacional de Estadística e Informática. III Censo Nacional Agropecuario. Puno.
- Latorre E. 2006. La experiencia de Magallares (Chile) en cruzamientos ovinos terminales: Implicancias y perspectivas, En: Elizalde H.F., 2006, Seminario la Producción Ovina de Aysen en un mundo globalizado, 24 – 25 de Noviembre de 2004, Coyhaique, Patagonia, Chile, Acta INIA N°33, pp. 28-29.
- Riquelme J. 2005. Medición de características productivas de ovinos raza texel del sector de Pillanlelun en la IX Región. Tesis Medicina Veterinaria. Temuco-Chile.
- Rodriguez J. 2011. Desarrollo de Corderos de Nacimientos Simples y Dobles en Ovinos Criollos hasta el Destete a 3974m.s.n.m. Tesis FMVZ-UNA-Puno Perú.

## CURVA DE LACTACIÓN EN VACAS CRIOLLAS LACTATION CURVE IN CREOLE COWS

Sapana, R.<sup>1</sup>; T. Huanca<sup>1</sup>; Rojas, R. D<sup>2</sup>; Mamani, R. H.<sup>1</sup>  
savaryi@hotmail.com

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA – Puno

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNA – Puno

### RESUMEN

En el Módulo de bovinos criollos del CIP Illpa de la Estación Experimental Agraria Illpa-Puno del Instituto Nacional de Innovación Agraria ubicado en el anillo circunlacustre (Zona Suni) se ha llevado el presente trabajo con el objetivo de determinar la curva del proceso de lactancia de las vacas criollas y predecir la producción total, bajo las mismas condiciones de crianza tradicional. La curva de lactancia es un proceso biológico que puede ser explicado por medio de una función matemática y la cual es útil en el pronóstico de la producción total, pero es importante encontrar en cada medio de producción, la función matemática que mejor describa la curva de lactancia de los animales, para describir la producción de leche a través de la lactancia en el módulo de vacas criollas del CIP Illpa, se ha utilizado el modelo gamma incompleto, los otros factores ambientales: año de parto, mes de parto y número de parto fueron corregidos por el método de mínimos cuadrados utilizando el programas estadístico SAS, los coeficientes de la curva de lactación fueron estimados por el método iterativo de *Gauss Newton* mediante el procedimiento NLIN del SAS. La producción promedio total ajustado a 180 días fue 310.73 y 363.49 kg a la primera y segunda lactación respectivamente, sin embargo esta diferencia no es significativa ( $p \geq 0.05$ ). La duración de la producción de leche en promedio es de 194 y 174 días a la primera y segunda lactación respectivamente. La curva de lactación propuesto por Wood se ajusta para describir la producción de leche a la primera y segunda lactación de vacas criollas siendo sus coeficientes de determinación de 84.55 y 87.77% respectivamente.

**Palabras clave:** Curva de lactación, modelos no lineales, vaca criolla, producción de leche

**INTRODUCCIÓN** Las vacas son manejadas de manera distinta, en sistemas mixtos no necesitan un patrón de partos estacionales y teóricamente obtener una cría por año puede ser o resultar una ilusión de un productor alto andino con ejemplares naturalizados como son los vacunos criollos; que desde la llegada de los españoles los pobladores de Los Andes se ha dedicado a la actividad de la crianza de bovinos debido a que esta les reporta mejores ingresos, además se consideran personas de un mejor estrato frente a otros productores. Se entiende por curva de lactación la evolución a lo largo del tiempo de la producción diaria de leche de un animal, así como de las variaciones en su composición (Buxadé, 1996).

La evolución de la producción lechera desde el parto hasta el secado puede ser representada gráficamente por una curva de lactancia, la cual a su vez puede ser descrita por medio de una función matemática de un proceso biológico extremadamente complejo y sujeto a influencias, tanto genéticas como ambientales entonces la curva de lactancia es un resumen conciso de los patrones de producción de leche, determinados por la eficiencia biológica de una vaca (Mejía y Ortiz, 1990).

Por otro lado, los modelos estimados a partir de los registros de producción podrían ser empleados para predecir la producción de leche futura de un individuo o de un hato con el propósito de descartar o mantener un pie de cría. La forma de la curva de la lactancia indica la necesidad de hacer cambios en el manejo alimenticio; la porción pendiente de la curva indica que la vaca necesita un aumento en el plan nutricional y el declive de la misma indicaría una restricción (Sherchand *et al*, 1995).

La forma de la curva de lactancia es obtenida a partir de los coeficientes que la caracterizan, como el nivel de producción inicial, el tiempo requerido en alcanzar la producción máxima, la producción máxima o al pico, la persistencia o el nivel que se mantiene la producción, y la longitud de la lactancia (Ochoa *et al*, 1986).

Para describir la producción de leche a través de la lactancia en animales domésticos, se han propuesto diversos modelos matemáticos. La ecuación más ampliamente utilizada fue la propuesta por Wood (1967), derivada de la función gama incompleta; varios autores concluyeron que la forma de la curva de lactancia se ve afectada por diversos factores ambientales, tales como: año de parto, mes de parto y número de partos. Un modelo adecuado sería aquel que permita predecir la producción máxima y el lapso requerido para que ella ocurra, asimismo, los parámetros de un modelo adecuado de la curva de lactación deben reflejar las influencias de factores genéticos, fisiológicos, productivos, ambientales, y sus interacciones. Dentro de los modelos matemáticos empíricos que permiten describir una curva de lactancia, están los exponenciales negativos y los gamma incompletos, los cuales permiten estimar el promedio de la producción de leche ( $y$ ) en un tiempo dado ( $t$ ). Cada uno de estos modelos matemáticos presenta sus respectivas ventajas y desventajas: los modelos exponenciales negativos fueron las primeras aproximaciones empíricas que describieron la curva de la lactancia de un animal y su énfasis descriptivo radica en la persistencia para la producción de leche; por otro lado, los modelos gamma incompletos son los más usados para describir la curva de lactación en ganado lechero. Entre los modelos no lineales están la función

gamma incompleta y parabólica exponencial (Wilmink 1987). Los modelos no lineales fueron propuestos inicialmente por Wood (1967) y han servido extensivamente para describir la curva de la lactancia de bovinos, ovinos, cabras, búfalos y camélidos sudamericanos. Por otro lado, los diferentes modelos matemáticos permiten estimar la producción en el pico de la lactancia, definido como el tiempo en el cual se alcanza la máxima producción de leche de una hembra (Mejía y Ortiz, 1990)

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó con los datos generados en el Módulo de vacunos criollos del CIP Illpa ubicado en el distrito de Paucarcolla a la altura del km 22 carretera Puno – Juliaca situado a 3825 msnm con temperatura media de 7.8 °C; los animales pertenecen al genotipo de bovinos criollos los mismos que han sido adquiridos de plazas pecuarias de la región y de comunidades, el módulo es un hato familiar el 95% del manejo se da en praderas nativas con rotaciones periódicas El 100% pertenecen al genotipo de Bovinos Criollos inicialmente en número de 10 hembras y 01 macho para servicio por monta natural, el módulo fue creciendo en forma vegetativa, los machos son separados de las hembras los que permanecen solo por un año para ser propuestos en venta y las hembras permanecen para reemplazos y fines experimentales, el ordeño se realiza en horas de la mañana (6 a 7 am) y una vez al día en forma manual a cargo del responsable a quien se le facilito baldes, balanza, lo mínimo para el control y registro de la leche.

Para el presente trabajo se elaboro una base de datos de los registros de producción recurriéndose a la información correspondiente, los datos fueron sistematizados en el programa Microsoft Office Excel® correspondientes a los años 2008 – 2009. Los datos de producción de leche se han ajustado a 185 días y luego se ha analizado en la prueba t-student, el tratamiento fue el número de lactación (primera y segunda), los datos se procesaron con el programa SAS®.

La función matemática para describir la curva de lactación de vacas criollas fue la propuesta por Wood, en 1967, el cual es una ecuación polivalente que puede usarse para estimar todos los tramos de la curva de lactación, cuya fórmula es la siguiente:

$$\hat{Y} = \beta_0 t^{\beta_1} e^{-\beta_2 t}$$

Donde:

$\hat{Y}$  = es la producción estimada del carácter medido en kg

t = es el tiempo, en días

$\beta_0, \beta_1$  y  $\beta_2$  = son coeficientes de la curva de lactación.

El momento de máximo de la curva es alcanzado en un instante  $\beta_1/\beta_2$ , independientemente de la época del año (Buxadé, 1996).

Los otros factores ambientales: año de parto, mes de parto y número de parto fueron corregidos por el método de mínimos cuadrados utilizando el programas estadístico SAS, los coeficientes de la curva de lactación fueron estimados por el método iterativo de Gauss Newton mediante el procedimiento NLIN del SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se observa que la producción promedio ajustada a 185 días de lactación de vacas criollas a la primera lactación es de 310.73 kg, y se incrementa a la segunda lactación a 363.49 kg sin embargo estadísticamente son similares ( $p \geq 0.05$ ). La duración promedio de los días de lactación a la primera lactancia es de 194.27 días, sin embargo a la segunda lactación disminuye a 173.78 días. Se puede observar que el momento de máxima producción se presenta en el día 35 y 36 (tabla 2) con una producción promedio de 1.95 y 2.36 kg, luego disminuye sucesivamente hasta los 180 días con una producción promedio de 1.31 y 1.62kg a la primera y segunda lactación respectivamente (tabla y figura 1). Los coeficientes de determinación fueron de 84.55 y 87.77 % para la primera y segunda lactación respectivamente lo que indican que la curva de lactación propuesto por Wood se ajusta para describir el comportamiento de la producción de leche de vacas criollas a través del tiempo.

**Tabla 1.** Estimación de dos curvas de lactación consecutivas de vacas criollas, de producción de leche en el CIP Illpa INIAEEA Illpa

Día de lactación	Producción de leche, kg			
	Primera lactación		Segunda lactación	
	Observado	Estimado	Observado	Estimado
1	1.22	1.30	1.57	1.56
15	1.98	1.87	2.28	2.26
30	2.08	1.94	2.38	2.36
45	1.98	1.94	2.20	2.35
60	1.75	1.89	2.23	2.30
75	1.68	1.83	2.38	2.23
90	1.73	1.76	2.19	2.15
105	1.67	1.69	2.07	2.07
120	1.56	1.61	1.99	1.98
135	1.55	1.53	1.86	1.88
150	1.44	1.45	1.98	1.79
165	1.49	1.38	1.57	1.70
180	1.35	1.31	1.55	1.62

Producción total corregida a 185 días	310.73 ± 78.53	363.49 ± 107.56
Producción promedio por día	1.68 ± 0.42	1.96 ± 0.58
Número de vacas	11	9
Promedio de días de producción	194.27	173.78
Ecuación	$\hat{Y} = 1.3039t^{0.1573}e^{-0.00453t}$	$\hat{Y} = 1.5709t^{0.1579}e^{-0.00439t}$
R <sup>2</sup> ajustado, %	84.55	87.77

<sup>a</sup> $\hat{Y}$  = producción de leche en kilogramos y t = tiempo en días

Tabla 2. Coeficientes y error estándar de las dos curvas de lactancia de vacas criollas

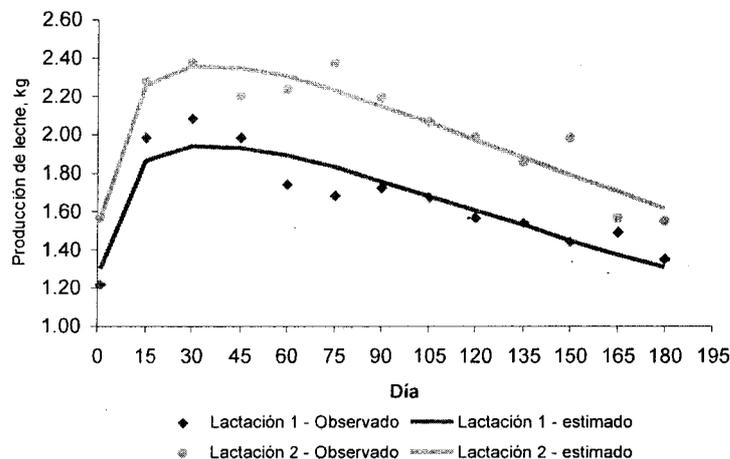
Lactación	Primer coeficiente <sup>a</sup>		Segundo coeficiente <sup>b</sup>		Tercer coeficiente <sup>c</sup>		Pico máximo de producción (día)
	$\hat{(\beta_0)}$	SE	$\hat{(\beta_1)}$	SE	$\hat{(\beta_2)}$	SE	
Primera	1.3039	0.0950	0.1573	0.0259	0.00453	0.000575	35
Segunda	1.5709	0.0990	0.1579	0.0223	0.00439	0.000492	36

<sup>a</sup> Multiplicador, kg

<sup>b</sup> Poder del tiempo

<sup>c</sup> Multiplicador en el exponente de e

Figura 1. Curvas de lactación estandarizadas (Función Gamma) para la producción de leche de vacas Criollas.



### CONCLUSIONES

La producción promedio total ajustado a 180 días fue 310.73 y 363.49 kg a la primera y segunda lactación respectivamente, sin embargo esta diferencia no es significativa ( $p \geq 0.05$ ).

La duración de la producción de leche en promedio es de 194 y 174 días a la primera y segunda lactación respectivamente.

La curva de lactación propuesto por Wood se ajusta para describir la producción de leche a la primera y segunda lactación de vacas criollas siendo sus coeficientes de determinación de 84.55 y 87.77% respectivamente.

### LITERATURA CITADA

- Buxadé, C. 1996. Zootecnia, bases de producción animal. Tomo VII Producción vacuna de leche y carne. Ediciones Mundi-Prensa, S. A. Madrid - España.
- Mejía LJ, Ortiz MJC. Factores que afectan los parámetros de un modelo para caracterizar la curva de lactancia en vacas Holstein en el hato Paysandú. Trabajo de pregrado Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1990. 120 p.
- Ochoa GJ, Restrepo EF. Caracterización de lactancias mediante un modelo matemático en hato Paysandú. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1986. p. 120.
- Ramírez VR, García MJ, Núñez DR, Ruiz FA, Meraz AM. Comparación de ecuaciones para estimar curvas de lactancia con diferentes estrategias de muestreo en bovinos angus, suizo y sus cruza. Vet Mex 2004; 35:187-201.
- SAS User's Guide: Statistics, Version 8.0 Edition. 1999. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sherchand L, Mc New, Kellogg DW, Jonson ZB. Selection of mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows. J Dairy Sci 1995; 78: 2507-2513.
- Wilmink JBM. Comparison of different methods of predicting 305 - day milk yield using means calculated from within herd lactation curves. Livest Prod Sci 1987; 17:1-17.
- Wood PDP. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 1967; 216:164-165.