

Headline count: 12

[Livestock Research for Rural Development 26 \(7\) 2014](#)[Guide for preparation of papers](#)[LRRD Newsletter](#)[Citation of this paper](#)

Rentabilidad de vacas Holstein en Antioquia: Parámetros genéticos y progreso genético

J P Ramírez Arias, J F Villa Cardona, A C Herrera y M F Cerón-Muñoz

*Grupo de Genética, Mejoramiento y Modelación Animal, (GaMMA), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia;
Calle 70 No 52-21, Medellín, Colombia
jpaola.ramirez@udea.edu.co*

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo estimar componentes de varianza, parámetros genéticos y progreso genético de la producción de leche y rentabilidad de vacas Holstein de Antioquia. Se utilizó información productiva y económica de 21 hatos participantes del control lechero de la Corporación Antioquia Holstein y de la Universidad de Antioquia, para un total de 5174 controles provenientes de 1940 lactancias de 924 vacas. Las heredabilidades y correlaciones fueron obtenidas mediante el método de Monte Carlo-Cadenas de Markov (MCMC) para medidas repetidas, con énfasis en las correlaciones de efectos aleatorios incluyendo matrices de parentesco, mediante la librería MCMCglmm de R-project. El progreso genético fue estimado mediante la regresiones suavizadas de los valores de habilidad predicha de transmisión de leche y rentabilidad (PTA) de los toros, con su respectivo año de nacimiento (1960 hasta el 2010).

Los promedios de producción de leche fueron 25.2 ± 6.9 ; 21.9 ± 6.5 y 17.8 ± 5.5 kg/ día; y de rentabilidad fueron $\$8066 \pm \3181 ; $\$7377 \pm \3068 y $\$6412 \pm \2861 , para el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia respectivamente. Los valores de heredabilidad fueron 0.14; 0.15 y 0.2 para producción de leche; y de 0.16; 0.16 y 0.15 para rentabilidad. En cuanto al progreso genético, los resultados indicaron que existió ganancia genética en la población Holstein de Antioquia para producción de leche, caso contrario a la rentabilidad en los primeros meses de lactancia. En conclusión, la población Holstein de Antioquia presenta variabilidad genética para producción de leche y rentabilidad y los animales más rentables son aquellos con mayor valor genético para producción de leche.

Palabras Clave: *correlación genética, evaluación genética, ganado de leche, heredabilidad, ingreso*

Profitability of Holstein cows in Antioquia: genetic parameters and genetic progress

Abstract

The aim of this study was to estimate variance components, genetic parameters and genetic

Headline count: 12

and economic information from 21 participating dairy herds control Antioquia Holstein Corporation and the University of Antioquia, for a total of 5174 controls from 1940 lactations of 924 cows was used. Heritabilities and correlations were obtained through Monte Carlo Markov-Chains (MCMC) for repeated measures, with emphasis in random effects correlations, including relationship matrix, through the MCMCglmm library of R-project. The genetic progress was estimated by smooth regressions of predicted transmitting ability for milk yield and profitability (PTA) of sires with their respective birth year (1960 to 2010).

The average milk yields were 25.2 ± 6.9 ; 21.9 ± 6.6 and 17.8 ± 5.5 kg/ day; and for profitability were $\$8066 \pm \3181 ; $\$7377 \pm \3068 and $\$6412 \pm \2861 , for second, fourth and seventh month of lactation respectively. The heritability values were 0.14; 0.15 and 0.2 for milk yield; and 0.16; 0.16 and 0.15 for profitability. For genetic progress, the results showed that genetic gain existed in the Antioquia Holstein population for milk yield, but contrary results were obtained for profitability in the first months of lactation. In conclusion, Antioquia Holstein population presents genetic variability for milk yield and profitability and most profitable animals were those that had a high breeding value for milk yield.

Key words: *dairy cattle, genetic correlation, genetic evaluation, heritability, income*

Introducción

Durante los últimos años se han implementado los modelos de “Test Day” como herramienta de evaluación en sistemas de producción de leche. Este tipo de evaluación se está realizando en varios países porque permite acelerar el proceso de evaluación genética, ya que no es necesario esperar la finalización de la lactancia de una hembra para que ésta sea incluida en las evaluaciones (Cerón-Muñoz et al 2010; Cerón-Muñoz et al 2011; Herrera et al 2013; Múniera-Bedoya et al 2013; Cerón-Muñoz et al 2014). Además se tiene una mayor precisión en la modelación para los efectos ambientales que interfieren en la producción de leche, tales como: grupo de manejo, número de ordeños, mes y año de parto, edad al parto y rebaño, entre otros (Danell 1990; Jamrozik y Schaeffer 1997).

Los programas de mejoramiento genético deben considerar los costos y beneficios involucrados, así como aquellos factores que los modifican (Köbrich 2005). Según el ICAR (2002) es importante realizar programas de selección y evaluación genética en ganado de leche con el fin de identificar y diseminar en los rebaños los individuos con los mejores genotipos para las características de mayor importancia económica, en especial producción de grasa y proteína. Teniendo en cuenta el sistema de pago actual que existe en Colombia para el litro de leche al productor (MADR 2012) el cual establece que la valoración para el pago al productor se realiza de acuerdo al contenido de sólidos totales, proteína y grasa de la leche, es importante optimizar los programas de selección y realizar evaluaciones genéticas para estas características (Múniera-Bedoya et al 2013).

En estudios colombianos, se ha encontrado que los puntos de mayor heredabilidad para características de producción y calidad de leche son el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia, con valores de 0.31, 0.25 y 0.14, respectivamente, y estos puntos son representativos de cada tercio de lactancia (Herrera et al 2011).

En la lechería especializada, los principales indicadores que repercuten a nivel productivo son el volumen de producción de leche y sus constituyentes lácteos, parámetros que involucran aspectos productivos, reproductivos y de manejo con el fin de maximizar el rendimiento de la empresa ganadera y la sustentabilidad de la misma. Si bien, la rentabilidad no es una característica que dependa directamente de los genes, está dada por la relación de características heredables y su valor

Headline count: 12

leche y costo de concentrado), es decir, que un animal rentable es aquel que posea un equilibrio entre su producción, los costos y los ingresos, y de esta manera es posible que se incluya en un programa de selección o mejora genética.

El objetivo de este estudio fue estimar los parámetros genéticos y el progreso genético de la producción de leche y la rentabilidad de la población Holstein en Antioquia.

Materiales y métodos

Se utilizaron los registros productivos y económicos de 21 hatos lecheros hatos participantes del control lechero de la Corporación Antioquia Holstein y de la Universidad de Antioquia, mediante el método A42X (ICAR 2002) ubicados en el departamento de Antioquia (Colombia), altiplano norte. Estos hatos se encuentran ubicados en una zona de vida de bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) con temperaturas promedio de 16°C, alturas entre los 2000 y 3000 msnm y precipitaciones anuales entre 2000 y 4000 mm, con topografía plana y ondulada.

Las vacas pastorearon en potreros de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en mayor proporción y algunas asociaciones con Rye grass (*Lolium perenne*). Los animales fueron suplementados con alimentos comerciales de acuerdo a la etapa productiva y los criterios de manejo de cada uno de los hatos al momento del ordeño.

Para la producción de leche, la heredabilidad, la rentabilidad, las correlaciones genéticas, de ambiente permanente y residuales se utilizó información de 9049 animales en la matriz de parentesco, de los cuales 5594 tenían información de padres, para un total de 5174 controles provenientes de 1940 lactancias de 924 vacas, y para la habilidad predicha de transmisión (PTA) se utilizó la información de toros utilizados como reproductores desde 1960 hasta el año 2010 en los hatos Holstein en Antioquia, de los cuales se encontraron 1297 toros con un promedio de 4.31 hijas. El número mínimo de hijas incluido fue 1 y máximo 85.

El precio de venta del litro leche fue calculado utilizando la función de pago de la Resolución 000017 de 2012 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, por el cual se establece el sistema de pago de leche cruda al proveedor teniendo en cuenta la calidad composicional que hace referencia a los niveles de producción de grasa (\$6.09 por gramo) y proteína (\$18,27 por gramo) en la región uno de la clasificación zonal de producción de leche del MADR, y se determinó el ingreso/día/animal a lo largo de la lactancia.

La rentabilidad fue calculada restando de los ingresos por venta de leche según la resolución 000017 de 2012 del MADR (2012) y los costos totales llevados a valor presente neto del 2012. Para el análisis de los costos totales se calcularon los costos fijos, en los cuales se tuvo en cuenta las amortizaciones de los animales en producción, los costos de mano de obra, servicios públicos (agua, luz y teléfono e impuesto predial), insumos para lavado de equipos y depreciación de las instalaciones.

Para los costos variables se tuvo en cuenta el costo de alimentación que se compone de: el consumo de pasto (para hallar el valor de un kilogramo de forraje producido se tuvieron en cuenta los costos por fertilización, fumigación, establecimiento y renovación de la pradera), en cuanto a los costos por consumo de concentrado con los registros de las fincas se calculó el precio de producir un kilogramo de alimento en la finca; para las fincas que lo adquieren comercialmente se consultó el precio corriente del concentrado ofrecido a los animales y además se incluyó el costo por oferta de sal según criterio de cada finca.

Headline count: 12

estudiadas (leche e ingreso) en el día de control, para el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia. Los efectos ambientales incluidos en los análisis fueron: número de parto y grupo contemporáneo (finca, época y año de parto). Todos los animales del grupo contemporáneo estaban altamente relacionados entre sí. Las épocas de parto estuvieron conformadas por los meses: diciembre-febrero, marzo-mayo, junio-agosto y septiembre-noviembre. Los efectos aleatorios considerados fueron: genético directo, ambiente permanente y residuo, además se obtuvieron las medias para cada variable en cada uno de los puntos de lactancia.

Los análisis se realizaron con el uso del método de Monte Carlo- Cadenas de Markov para medidas repetidas, con énfasis en las correlaciones de efectos aleatorios incluyendo matrices de parentesco, mediante la librería MCMCglmm (Hadfield 2010), del programa computacional R-project (R Core Team, 2012).

Se utilizó un número de iteraciones totales de 130.000 muestreadas aleatoriamente, con un periodo de descarte (burn-in) de tamaño 30.000, e intervalos de muestreo a cada 20, para un tamaño de muestra total de 5000.

Para hallar el progreso genético de los toros utilizados como reproductores desde 1960 hasta el año 2010 en los hatos Holstein en Antioquia se relacionó la habilidad predicha de transmisión (PTA) de la leche y del ingreso con el año de nacimiento y origen del toro, mediante el siguiente modelo:

Donde μ es el PTA de leche o ingreso del k -ésimo toro, α es el intercepto, β es el efecto fijo del i -ésimo origen del toro, γ es la función suavizada del año de nacimiento del toro; y ϵ es el error. El número de toros por año fue de 9.7 ± 6.3 . Se utilizó un modelo lineal aditivo generalizado con suavizaciones, mediante la función “gam” de la librería “mgcv” library (Wood 2012) del paquete computacional R-project (R Core Team 2012).

Resultados y discusión

Los promedios de producción de leche fueron 25.2 ± 6.9 , 21.9 ± 6.5 y 17.8 ± 5.5 kg/día para el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia respectivamente, lo cual no está muy alejado del promedio en otros estudios en la misma raza (Batra et al 1987; Albarrán et al 2008; Cañas et al 2012). En la Figura 1, se presentan los gráficos de distribución de los datos de producción de leche y rentabilidad en los meses de lactancia estudiados.

Se hallaron animales con rentabilidad negativa y con ingresos superiores a \$10.000/día. El segundo mes de lactancia evaluado fue el que presentó mayor rentabilidad promedio ($\$8066 \pm 3181$), lo cual concuerda con el inicio del pico de producción, alcanzándose en Colombia en un promedio de 44.6 ± 13.2 días (Cañas et al 2012).

Headline count: 12

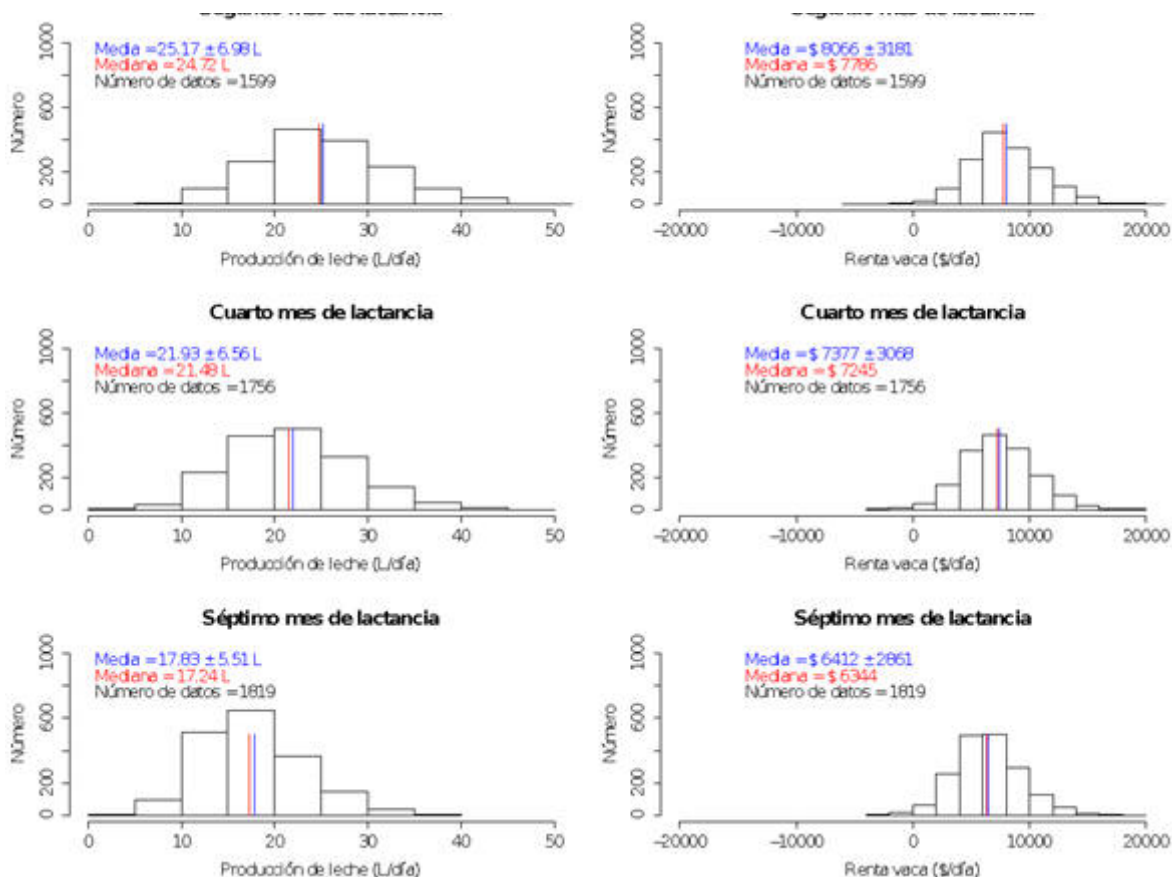


Figura 1. Distribución, medias, desviaciones estándar y medianas de producción de leche y rentabilidad de vacas en el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia de vacas Holstein de Antioquia

Las medias de las heredabilidades a posteriori para producción de leche y rentabilidad oscilaron de 0.14 a 0.20 con intervalos de credibilidad bayesianos promedio entre 0.06 y 0.29 (Figura 2), lo que refleja que la mayor proporción en la variación puede ser atribuida a condiciones ambientales y otros efectos, por lo cual se establece que los factores ambientales han tenido un mayor efecto, ya que este tipo de variables se ven fuertemente afectadas por factores ambientales relacionados con el parto, la duración de la lactancia y con el periodo seco del parto anterior (Cerón-Muñoz et al 2003).

Han sido reportados diversos estudios donde se obtuvieron resultados similares a los calculados en el presente estudio, donde hubo heredabilidades de medias a bajas para la característica producción de leche (Powell y Sieber 1992; Gara et al 2006; Albarrán et al 2008; Herrera et al 2011; Cañas et al 2012). Sin embargo, recurrir a la comparación con estudios similares para lograr la justificación de sus resultados o demostrar el grado de similitud puede o no ser útil, dependiendo de las circunstancias de las estimaciones, y no existe ningún método formal para la comparación (Albarrán et al 2008), porque las heredabilidades dependen de una serie de factores, y son realmente relevantes únicamente para la población de la cual se derivaron (Falconer y Mackay 1996).

La distribución a posteriori de los parámetros genéticos obtenidos para la heredabilidad, los valores de la moda, fueron similares a la media aritmética, evidenciando una cierta simetría en las distribuciones (Figura 2), el mismo patrón de distribución a posteriori fue encontrado por Araújo et al (2008) mediante el método de cadenas de Markov.

Headline count: 12

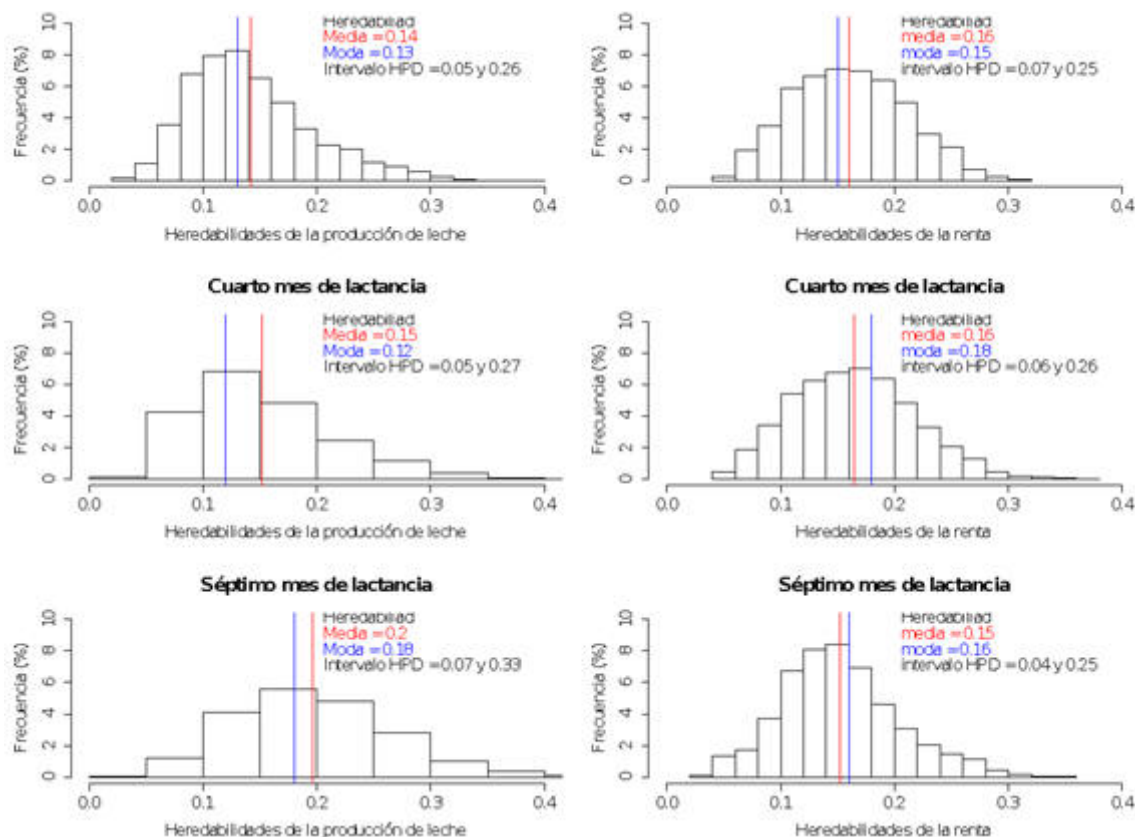


Figura 2. Distribución, medias y modas a posteriori de las heredabilidades para producción de leche y rentabilidad en el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia en la población Holstein de Antioquia.

Las correlaciones genéticas entre producción de leche y rentabilidad en el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia fueron de 0.25; 0.42 y 0.54; las correlaciones de ambiente permanente fueron de 0.65; 0.71 y 0.84; y las correlaciones residuales fueron de 0.56; 0.62 y 0.71, respectivamente. Lo anterior indica que existe asociación moderada entre estas dos características evidenciando que hembras de mayor producción de leche fueron las más rentables, principalmente al final de la lactancia, lo cual, según Crews y Franke (1998), indican que las correlaciones de rango menor de 0.70 pueden dar lugar a cambios en la clasificación de los animales, comprometiendo la selección y el progreso genético.

Las correlaciones positivas para rentabilidad, están a su vez relacionadas con el valor genético de los animales encontrado en este estudio, que similar a lo reportado por Coleman et al (2010), los animales con mayor valor genético, fueron los más rentables, aunque en nuestro caso, hubo mayor tendencia a la variabilidad por efectos ambientales y otros efectos, es posible realizar selección por medidas de rentabilidad.

Ramsbottom et al (2012) encontraron correlaciones fenotípicas positivas entre el índice genético-económico (IGE) y la cantidad de grasa y proteína (0.43 y 0.50, respectivamente), indicando que estos constituyentes tienen un impacto en el precio de la leche, pero se encontró una correlación fenotípica baja y negativa entre IGE y la producción de leche (-0.13). En el caso del PTA para leche, estos autores encontraron correlaciones fenotípicas bajas con prenentóstos autores también encontraron correlaciones fenotípicas bajas con los costos fijos, costos variables e ingreso neto (0.33, 0.00 y -0.16, respectivamente). Varios autores no consideran este tipo de correlaciones como las más importantes para definir la rentabilidad de los animales; ya que muchos estudios han demostrado que la característica más dominante para medir la rentabilidad de las vacas es aquella relacionada con la longevidad de las mismas, ya que ésta posee una correlación positiva y alta con

Headline count: 12

estaría incurriendo en la selección indirecta por las demás características de interés económico (De Haan et al 1992; Cassell et al 1993; Kulak et al 1997; Ribeiro et al 2008; Coleman et al 2010;) y por tanto, su rentabilidad.

Después de la estimación de los componentes de varianza de la producción de leche y rentabilidad mediante el análisis bayesiano, se calcularon los promedios a posteriori de los valores de PTA de los toros de origen canadiense y estadounidense. Para producción de leche, éstos variaron entre -0.82 a 1.54 L/día, -0.97 a 1.46 L/día y -0.88 a 1.83 L/día en el segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia, respectivamente y para rentabilidad diaria variaron entre \$-543.9 a 633.4, \$-436.5 a 498.5 y \$-240 a 636.3, respectivamente.

Los análisis de varianza de los PTAs (leche y rentabilidad) indicaron que existió diferencias altamente significativa ($p < 0.01$) del origen de los toros, siendo los toros americanos con mayores valores de PTA para las dos características. El efecto de la regresión suavizada del año de nacimiento de los toros también fue altamente significativo ($p < 0.01$), con grados de suavización de 4, 3 y 5 en el PTA leche en segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia, respectivamente y para PTA renta fueron 4, 3 y 3, respectivamente.

En el segundo mes de lactancia, el aporte genético de los toros utilizados en la población Holstein de Antioquia a través de los años fue positivo para producción de leche, pero negativo para rentabilidad, principalmente entre los años 1990 y 2000, donde hubo un aumento anual 0.01 L/día y una reducción anual de \$31.41/día.

El aporte de los toros utilizados para producción de leche y rentabilidad en el cuarto mes de lactancia fue positivo para producción de leche desde 1960 a 2010 (promedio de ganancia anual de 0.004 L/día) y para rentabilidad desde 1960 a 1990; sin embargo ésta última fue negativa desde 1990 a 2010 (Figura 3). En el séptimo mes de lactancia se encontró que no existió un aporte de los toros entre 1960 y 1990 para aumento de la producción de leche, posterior a 1990 el incremento anual fue de 0.11 L/día entre 1990 y 2000; y de 0.16 L/día después del año 2000. En cuanto a la rentabilidad se encontró un progreso anual de \$1.9 /día a partir de 1970.

El progreso genético encontrado se debe principalmente al aporte genético de los toros importados en la población Holstein de Antioquia, principalmente entre los años 1990 a 2000, y del 2000 al 2010 (Figura 3), aunque ésta última presentó mayores errores estándar, infiriendo que es por la inclusión de toros jóvenes en el estudio, estos resultados al ser comparados con los PTA de los toros en Estados Unidos, son menores, pero similares a los reportados por Wiggans (1991), Staton et al (1991), Powell y Sieber (1992), Vargas y Solano (1995), donde compararon el aporte genético de toros americanos en Colombia, México, Puerto Rico, Ecuador y Costa Rica. Es por ello que se establece que los factores ambientales han tenido un mayor efecto sobre la producción que los genéticos, lo cual ha permitido que el aumento total en los niveles de producción sea considerable.

Headline count: 12

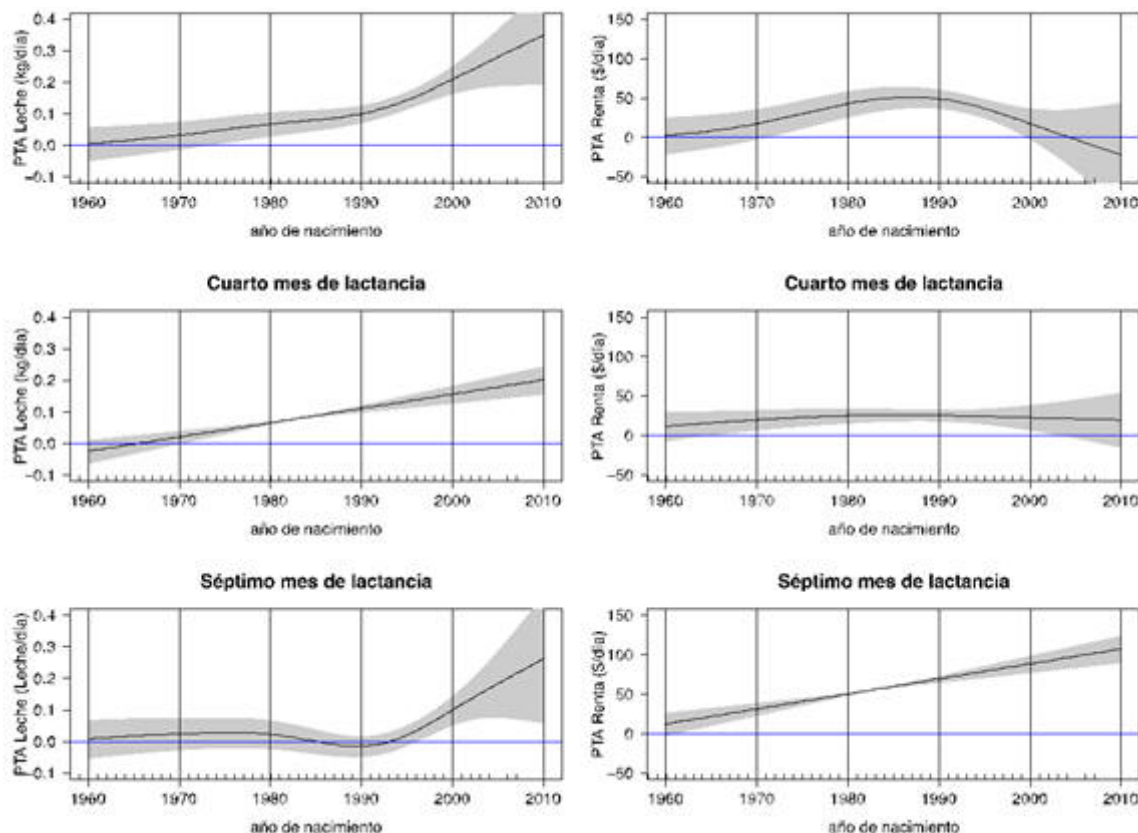


Figura 3. Relación de la habilidad predicha de transmisión (PTA) para producción de leche y rentabilidad por día de lactancia con el año de nacimiento de los toros, teniendo en cuenta tres puntos sobre la curva de lactancia (segundo, cuarto y séptimo mes de lactancia).

Conclusiones

- Teniendo en cuenta el esquema actual de pago de leche para Colombia, los animales con mayor valor genético para leche son económicamente más rentables y existe variabilidad genética en la población Holstein Antioquia para producción de leche con correlaciones positivas con rentabilidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero para este estudio a Colciencias, la Corporación Antioquia Holstein, el grupo de investigación de genética, mejoramiento y modelación animal (GaMMA) de la Universidad de Antioquia por el proyecto “Evaluación genético-económica de bovinos Holstein en sistemas de producción de leche en Antioquia”, código: 115-502-2684, Convenio/contrato 287-2010. La primera autora fue joven investigadora CODI 8700/234/2013. También se contó con el apoyo CODI-sostenibilidad 2013 E01727 del Grupo GaMMA

Referencias

Albarrán-Portillo B and Pollot G E 2008 Genetic parameters derived from using a biological model of lactation on

Headline count: 12

Araújo Rodovalho M, Mora F, Mendes E, Scapim C A y Arnhold E 2008 Heredabilidad de la sobrevivencia en 169 familias de maíz-roseta de granos blancos: Un enfoque bayesiano. Revista Ciencia e Investigación Agraria 35(3):303-309, from <http://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v35n3/art08.pdf>

Cañas J, Cerón-Muñoz M F y Corrales J 2012 Modelación y parámetros genéticos de curvas de lactancia en bovinos Holstein en Colombia. Revista MVZ Córdoba 17(2): 2998-3003, from <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-172/V17N2A7.pdf>

Cassell G, Smith B B and Pearson R E 1993 Influence of Herd-Life Opportunity and Characteristics of Cows and Herds on Different Net Income Functions. Journal of Dairy Science 76:1182-1190

Cerón-Muñoz M F, Cañas-Alvarez J J, Herrera A C y Corrales-Álvarez J D 2010 Evaluación genética: leche, Grasa y Proteína en Bovinos Holstein, adscritos al Programa de Control de Lechero de la Corporación Antioquia Holstein: Primer Semestre de 2010, from: <http://geneticaholstein2010.webnode.es/>

Cerón-Muñoz M F, Herrera A C, Múnera-Bedoya O D, Rodríguez C, Díaz A y Vergara O D 2014. Manejo de información zootécnica en hatos lecheros : Evaluación genética de ganado Holstein de Antioquia. Editorial Biogénesis, Medellín, Colombia, from <http://editorialbiogenesis.udea.edu.co/index.php/biogenesis/issue/view/48/showToc>

Cerón-Muñoz M F, Herrera A C y Múnera-Bedoya O D 2011. Evaluación genética: leche, Grasa y Proteína en Bovinos Holstein, adscritos al Programa de Control de Lechero de la Corporación Antioquia Holstein: Segundo semestre de 2011, from <http://geneticaholstein2011.webnode.es/>

Cerón-Muñoz M F, Herrera A C y Múnera-Bedoya O D 2010. Evaluación genética: leche, Grasa y Proteína en Bovinos Holstein, adscritos al Programa de Control de Lechero de la Corporación Antioquia Holstein: Segundo semestre de 2010, from: <http://geneticaholstein2010.webnode.es/>

Cerón-Muñoz M F, Tonhati H, Costa C, Solarte C y Benavides O 2003 Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 16(1): 26-32, from <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/831>

Chun-Bo L, Yun L, Feng P and Zhong-Ping S 2011 Generalised additive modelling approach to the fermentation process of glutamate. Biosource Technology 102: 4184-4190. From: http://ac.els-cdn.com/S0960852410019565/1-s2.0-S0960852410019565-main.pdf?_tid=45014d0e-c027-11e3-a603-00000aacb362&acdnat=1397076244_f21a24639abcb1b7af9f9b8dbc346215

Coleman J, Pierce K M, Berry D P, Brennan A and Horan B 2010 Increasing milk solids production across lactation through genetic selection and intensive pasture-based feed system. Journal of Dairy Science 93: 4302- 4317.

Crews D H and Franke D E 1998 Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage Brahman inheritance. Journal of Animal Science 76(7): 1803-1809.

Danell B 1990 Genetic aspects of different parts of lactation. Proc. 4th World Congress. Genetics Applied Livestock Production, Edinburgh, Scotland XIII: 114-117.

Falconer D S and Mackay T F C 1996 Introduction to quantitative genetics. Fourth Edition, Essex, UK, Longman.

Gara B, Reik B and Bouallègue M 2006 Genetic parameters of tunisian dairy cattle population for milk yield by bayesian and BLUP analyses. Livestock Science 100: 142-149, from http://ac.els-cdn.com/S0301622605002642/1-s2.0-S0301622605002642-main.pdf?_tid=ba928e66-c027-11e3-a3d3-00000aacb35d&acdnat=1397076441_8c98fcfd903a0fc9cfbad01988697ed

Gianola D and Foulley J L 1983 Non-linear prediction of latent genetic liability with binary expression: An empirical Bayes approach. Second World Congress Applied to Livestock Production, Symposia1:293-303, from <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1297-9686-15-2-201.pdf>

Hadfield J 2012 MCMCglmm Course Notes, from <http://cran.us.r-project.org/web/packages/MCMCglmm/vignettes/CourseNotes.pdf>

De Haan, Casell B G, Pearson R E, and Smith B B 1992 Relationships Between Net Income, Days of Productive Life, Production, and Linear Type Traits in Gradeand Registered Holsteins. Journal of Dairy Science 75:3553-3561

Henderson C R 1988 Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. Proceedings of the animal model workshop. Journal of Dairy Science 71(2) suplement: 1-16.

Headline count: 12

producción de leche, grasa y proteína en el día de control en vacas Holstein del departamento de Antioquia. Revista Facultad Nacional De Agronomía 64: 26 - 30

Herrera A C, Múnera-Bedoya O D and Cerón-Muñoz M F 2013 Variance components and genetic parameters for milk production of Holstein cattle in Antioquia (Colombia) using random regression models. Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias 26: 90 – 91, from <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/848>

ICA 2001 Análisis del material seminal bovino importado a Colombia en el año 2000, from <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/26069/26069.pdf>.

ICAR 2002 Section 2.3.15.2 Frequency of milk visits. In: Interntional Agreement of Recording Practices. Retrieved May 2010, from www.icar.org.

Jensen J 2001 Genetic evaluation of dairy cattle using test-day models. Journal of Dairy Science 84: 2803-2812, from <http://www.aseanbiotechnology.info/Abstract/21025694.pdf>

Junior J M, Assis G M, Euclides R F y Lopes P S 2005 Influencia de la información a priori sobre la evaluación genética utilizando datos simulados. Revista Brasileira de Zootecnia 6: 1905-1913.

Kulak K K, Dekkers J C M, McAllister A J and Lee A J 1997 Lifetime profitability measures for dairy cows and their relationships to lifetime performance traits. Canadian Journal of Animal Science 77(4):609-616, from <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/A96-128>

MADR 2012 Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Decreto 17/2012. Consultado febrero 23, 2014, from www.minagricultura.gov.co/archivos/resolucion_17_2012.pdf.

Meyer k 1991 Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood. Genetics Selection Evolution 23:67-83, from <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1297-9686-23-1-67.pdf>

Meyer K and Hill W G 1997 Estimation of genetic and phenotypic covariance functions for longitudinal or “repeated ” records by restricted maximum likelihood. Livestock Production Science 47:185-200.

Mora F y Scapim C A 2007 Predicción de valores genéticos del efecto de poblaciones de maíz evaluadas en Brasil y Paraguay. Agricultura Técnica 67:139-146.

Múnera-Bedoya O D, Herrera A C y Cerón-Muñoz M F 2013 Componentes de (co) varianza y parámetros genéticos para producción y valor económico de la leche a través de modelos de regresión aleatoria en hembras Holstein de primera lactancia. Livestock Research for Rural Development. Volume 25, Article #208. Retrieved March 26, 2014, from <http://www.lrrd.org/lrrd25/12/bedo25208.htm>

Powell R L and Sieber M 1992 Direct and indirect conversion of bull evaluations for yield traits between countries Journal of Dairy Science 75(4):1138-1146.

R Development Core Team 2012 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Version 2.11.1, from <http://www.lsw.uni-heidelberg.de/users/christlieb/teaching/UKStaSS10/R-refman.pdf>

Ramsbottom G, Cromie A R, Horan B and Berry D P 2012 Relationship between dairy cow genetic merit and profit on commercial spring calving dairy farms. Animal: The International Journal Of Animal Biosciences 6(7):1031-1039.

Ribeiro C A, Jackson-McAllister A and De Queiroz S A 2008 Profitability measures of dairy cows. Revista Brasileira de Zootecnia 37(9): 1607-1616 from <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n9/a12v37n9.pdf>

Rincón J, López A y Echeverri J 2013 Estructura y diversidad genética en vacas Holstein de Antioquia usando un polimorfismo del gen bGH. Revista MVZ Córdoba 18(1): 3346-3354, from <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-181/v18n1a13.pdf>

Schaeffer L R 1994 Multiple-country comparison of dairy sires. Journal of Dairy Science 77(9): 2671-2678.

Schaeffer L R, Jamrozik J, Kistemaker G J, and Van Doormaal D J 2000 Experience with a test-day model. Journal of Dairy Science 83: 1135-1144. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030200749794.pdf>

Staton T L, Blake R W, Quaas R L, Dale Van Vleck L and Carabano MJ 1991 Genotype by environment

Headline count: 12

Torres J M C y Sanches A 2006 Análisis bayesiano de estabilidad fenotípica usando a priori de Jeffreys. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 59(1): 3077-3088

Van Tassell CP, Van Vleck LD and Gregory KE 1998 Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a multiple-trait threshold model and Gibbs sampling. Journal of Animal Science 76:2048-2061.
<http://www.journalofanimalscience.org/content/76/8/2048.full.pdf+html>

Vargas-Leitón B y Gamboa G 2008 Tendencias genéticas e interacción genotipo ambiente en ganado lechero de Costa Rica, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 46(4): 371-386

Vargas-Leitón B y Solano-Patiño C 1995 Tendencias genéticas y ambientales en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica, Archivo Latinoamericano de Producción Animal 3(2): 165-176

Wiggans G R 1991. National genetic improvement programs for dairy cattle in the United States. Journal of Animal Science 69:3853-3860, from <http://www.journalofanimalscience.org/content/69/9/3853.long>

Wood S N 2012 mgcv: Mixed Computation Vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation version 1.7 – 22. R package. From http://rgm3.lab.nig.ac.jp/RGM/R_package_list?package=mgcv&data_source=all&init=true

Zadeh N G H, Ardalan M 2011 Bayesian estimates of genetic parameters for metritis, retained placenta. Milk fever, and clinical mastitis in Holstein dairy cows via gibbs sampling. Research in Veterinary Science 90:146-149

Received 11 April 2014; Accepted 21 May 2014; Published 1 July 2014

[Go to top](#)