

## Parámetros Genéticos para Algunas Características Productivas y Reproductivas en un Hato Holstein del Oriente Antioqueño, Colombia

Genetic Parameters for Some Productive and Reproductive Traits in a Dairy Herd in Eastern Antioquia, Colombia

Katerinne Quiroz Osorio<sup>1</sup>; Carolina Carmona Vargas<sup>2</sup> y José Julián Echeverri Zuluaga<sup>3</sup>

**Resumen.** La edad y el peso al primer parto y otros caracteres productivos y reproductivos son importantes porque determinan el desempeño futuro de las vacas lecheras, su análisis permite definir metas relacionadas con el inicio de la vida productiva de las mismas, influyendo directamente en el costo del periodo de crecimiento y desarrollo. En esta investigación se estimaron las heredabilidades ( $h^2$ ) y algunas correlaciones genéticas y fenotípicas para edad y peso al primer servicio, edad y peso al servicio fértil, producción en primera y segunda lactancia y algunas otras características relacionadas con el desempeño general de las vacas durante su vida. Fueron analizadas 928 lactancias de 184 vacas de la raza Holstein nacidas entre 1985 y 2006 en un hato lechero del departamento de Antioquia. Los componentes de varianza fueron estimados mediante análisis univariados con la metodología de máxima verosimilitud restringida libre de derivadas y las correlaciones se estimaron directamente con la información fenotípica y los valores genéticos estimados. Se utilizó el programa SAS 9,0 para la edición de los datos y los análisis estadísticos y el software MTDFREML para el análisis genético. No se encontró efecto significativo ( $P>0,05$ ) de la edad y peso al primer servicio con producción de leche en primera y segunda lactancia, ni con caracteres reproductivos, la edad y el peso al primer servicio fértil tuvieron efecto altamente significativo ( $P<0,01$ ) sobre la producción en primera lactancia. La heredabilidad para edad y peso al primer servicio fue  $0,29\pm 0,184$  y  $0,04\pm 0,170$ ; edad y peso al servicio fértil  $0,41\pm 0,210$  y  $0,08\pm 0,195$  respectivamente.

**Palabras clave:** Caracteres reproductivos, correlaciones genéticas, herencia, ganado lechero.

**Abstract.** The age and weight at first calving and other productive and reproductive traits are decisive because are important for the future performance of dairy cows, their analysis allows to define some goals related to the start of productive life of those, influencing direct economic cost of the period of growth and development. In this research, were estimated the heritability ( $h^2$ ) and some genetic and phenotypic correlations of age and weight at first service, age and weight at fertile service, milk yield at first and second lactation and some other features related to the overall performance of cows during her life, which have wide importance in dairy cattle. Were analyzed 928 records of lactations of 184 Holstein cows born among the years 1985 to 2006 in a dairy herd in the department of Antioquia. The variance components were estimated by univariate and bivariate maximum likelihood methodology derivative free restricted and the correlations by direct estimation with phenotype information and estimated breeding values. The SAS 9.0 software was used for data editing and statistical analysis MTDFREML software was used for genetic analysis. The age and weight at first service did not have significant effect ( $P>0.05$ ) on milk production in first and second lactation, neither with the total life production, However the age and weight at first fertile service had an effect highly significant ( $P<0.01$ ) on production in first lactation. Heritability estimates for age and weight at first service were  $0.29 \pm 0.184$  and  $0.04 \pm 0.170$ , age and weight at service fertile  $\pm 0.41 \pm 0.210$  and  $0.08$  respectively.

**Key words:** Reproductive traits, genetic correlations, heritability, dairy cattle.

El costo del levante de una novilla representa entre el 15 y el 20% del costo total de producción de la ganadería de leche; para reducir este, se puede acortar el periodo improductivo de las novillas reduciendo la edad al primer parto, con un servicio temprano (Galvis, 2008).

La edad óptima al primer parto puede estar entre los 22 y 27 meses de edad, con un mínimo de 500 kg de

peso (Galvis, 2008). Las vacas que paren a los dos años de edad tienen una vida productiva más longeva que aquellas que paren a edades más avanzadas, pero se ha reportado que el efecto de la edad al primer parto sobre la longevidad y el rendimiento de la vida productiva del animal, parece ser maximizado con una edad de 20 a 36 meses en la primera lactancia (Gill y Allaire, 1976; Pirlo *et al.*, 1998; Ettema y Santos, 2004; Dürr *et al.*, 1999; Ojango *et al.*, 2005; Ruiz,

<sup>1</sup> Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <kquiroz@unal.edu.co>

<sup>2</sup> Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <ccarmonv@unal.edu.co>

<sup>3</sup> Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <jjecheve@unal.edu.co>

Recibido: Marzo 04 de 2011; aceptado: Septiembre 12 de 2011.

*et al.*, 2007). En Estados Unidos los hatos donde las novillas han parido a una edad avanzada, producen menos leche (Bewley *et al.*, 2001).

El peso corporal está positivamente correlacionado con la producción de leche de la primera lactancia y la reproducción futura (Keown y Everett, 1986; Moore *et al.*, 1991; Van Amburgh *et al.*, 1998; Miller y McGilliard, 1959; Bailey y Currin 1999).

Parámetros genéticos para este tipo de características han sido informados por diversos autores; en vacas Holstein durante tres generaciones, se encontró una heredabilidad para la primera generación de  $0,596 \pm 0,447$ , para la segunda  $0,051 \pm 0,133$  y  $0,214 \pm 0,199$  para la tercera (Valle y De Amorín, 1981); estimaron además, correlaciones genéticas ( $r_a$ ) y fenotípicas ( $r_p$ ) entre las variables producción total de leche (PL) y edad al primer parto (EPP), encontrando entre PL y EPP  $r_p = -0,015 \pm 0,589$  y  $r_a = -0,006 + 0,258$ , indicando un grado de asociación bajo entre todas las características. Marini *et al.* (2007) establecieron una asociación baja entre la edad al primer parto y la producción de leche (0,048). Debido a la falta de estudios de este tipo en Colombia, el objetivo de esta investigación fue estimar algunos parámetros genéticos y ambientales para la edad y peso al primer servicio y servicio fértil, y su asociación con la producción de leche en diferentes etapas de la vida del animal y otras características productivas y reproductivas de interés.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Tipo de estudio.** Se consideraron registros históricos de 928 lactancias correspondientes a 184 vacas de la raza Holstein nacidas entre los años 1985 a 2006 en el hato Paysandú, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, el cual se localiza en el corregimiento de Santa Elena, Departamento de Antioquia, con una temperatura promedio de  $14^\circ\text{C}$  y a una altura de 2.500 msnm.

Los parámetros productivos y reproductivos utilizados en los análisis fueron la edad al primer servicio (EPS), peso al primer servicio (PPS), edad al primer servicio fértil (EPSF), peso al primer servicio fértil (PPSF), edad al primer parto (EPP), número de partos vida (NPV), producción para la primera lactancia (PPL), producción para la segunda lactancia (PSL), producción vida (PV), número de servicios para la primera lactancia (NSPL), número de servicios segunda lactancia (NSSL),

intervalo primer servicio-servicio fértil (IPSSF), número de servicios vida (NSV) y número de servicios parto vida (NSPV), calculado como el número de NSV sobre NPV.

### **Análisis estadístico. Efecto de las fuentes de variación sobre las características analizadas.**

Inicialmente se determinaron los efectos de las diferentes fuentes de variación sobre las variables dependientes. Para esto se llevaron a cabo varios modelos mixtos univariados, en los cuales se utilizaron la época y el año de nacimiento como efectos fijos (previo análisis de la variabilidad dentro de cada grupo, el año de parto se agrupó de manera consecutiva en cinco grupos, cada uno de cinco años, con el objetivo de reducir y balancear el número de niveles por clase) y el peso y edad al primer servicio y al servicio fértil como covariables en todos los modelos. Algunas otras covariables fueron incluidas dependiendo de la característica dependiente utilizada. El modelo general que se describe a continuación incorpora todos los efectos incluidos aunque todos no hayan sido utilizados en cada uno de los modelos analizados.

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{dfjimp} = \mu + A_d + C_f + E_i + F_j + K_m + M_p + N_q + R_u + e_{dfjimpq}$$

Donde,

$Y_{dfjimp}$ : Variable dependiente, siendo EPP, NPV, PPL, PSL, PV, NSPL, NSSL, IPSSF, NSV, NSPV

$\mu$ : Media general de cada una de las características

$A_d$ : Efecto fijo del año de nacimiento (d: 1985..... 2006)

$C_f$ : Efecto fijo de la época de nacimiento (f: 1=seca, 2=lluviosa)

$E_i$ : Efecto de la covariable edad al primer servicio

$F_j$ : Efecto de la covariable peso al primer servicio

$K_m$ : Efecto de la covariable edad al primer parto

$M_p$ : Efecto de la covariable número de partos vida (p: 1.....5)

$N_q$ : Efecto de la Covariable producción primera lactancia

$R_u$ : Efecto del número de servicios en la primera lactancia (u: 1.....8)

$e_{dfjimpq}$ : Error aleatorio asociado a cada observación.

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de Statistical Analysis System (SAS 9,0).

**Estimación de parámetros genéticos.** A partir de los resultados encontrados en los procedimientos

anteriores, se determinaron los efectos que finalmente se incluyeron en cada uno de los modelos para la estimación de los componentes de varianza y parámetros genéticos, de cada una de las características independientemente. Los estimados de heredabilidad y valores genéticos se hicieron usando la metodología del modelo animal descrita por Henderson (1984), el análisis fue llevado a cabo utilizando el software MTDFREML (Multi Trait Derivated Free Restricted Estimate Maximun Likelihood (Boldman *et al.*, 1995).

El modelo que se describe a continuación es general y difirió para cada característica dependiendo de los resultados del análisis inicial.

$$Y = X_b + Z_a + e$$

Donde,

- Y: Vector de registros para cada una de las características dependientes
- X: Matriz de diseño que relaciona cada uno de los efectos fijos
- b: Vector correspondiente a las soluciones para los efectos fijos
- Z: Matriz de diseño que relaciona el efecto aleatorio del animal
- a: Vector correspondiente a las soluciones para el efecto del animal y
- e: Vector de efectos residuales.

No se incluyó el efecto del ambiente permanente dado que para el análisis no se tuvieron medidas repetidas. Se asumió que Y sigue una distribución normal multivariada, lo que implica que las características son determinadas por muchos genes aditivos. Además, que la var (Y),  $X_b$  y var (e) son conocidas, o, al menos, que su proporcionalidad se conoce, y que no existe una correlación entre  $X_b$  y  $e$  ( $cov(g_{air}, e) = 0$ ) y que no existe correlación entre las parejas ( $cov(e_a, e_b) = 0$ ) (Mrode, 1996).

Las correlaciones de Pearson fueron estimadas utilizando el software SAS, para determinar el grado de asociación fenotípica entre las características y fue realizada para cada pareja de características independientemente.

Las correlaciones de Spearman fueron estimadas mediante al comparación directa de los valores genéticos para determinar la correlación genética entre las parejas de características.

## RESULTADOS

**Análisis descriptivo.** Los promedios de PPS y PPSF fueron de 385 y 418 kg respectivamente, alcanzados a edades promedio de 557 y 592 días. El primer parto ocurrió a los 870 días y el NPV fue de cinco. En la primera lactancia se alcanzaron producciones de leche de 6.179 L, 6.441 L en la segunda y una producción acumulada en la vida del animal de 25.236 L. Los animales tuvieron un promedio de 12 servicios durante toda su vida lo que se constituyó en un promedio de 2,4 NSPV. El intervalo entre el primer servicio y el servicio fértil fue de 35 días en promedio, lo cual implica que las vacas requirieron de aproximadamente dos servicios para lograr la preñez, este valor es bajo y es un indicador de un buen desempeño reproductivo. La edad al primer servicio (557 días en promedio) indica que las vacas tuvieron su primer servicio entre el primero y segundo año de vida y es un parámetro que indica un buen desarrollo de las novillas.

Las características con mayor variación fueron el PPSF, NPV, NSPL, NSSL, NSV y NSPV y las de menor variación EPS, PPS, EPP, PPL y PSL. La media, desviación estándar y coeficiente de variación para las características analizadas son presentadas en la Tabla 1.

**Efecto de las fuentes de variación sobre las características analizadas.** La EPS tuvo un efecto altamente significativo sobre el NSPL ( $P < 0,01$ ), sin embargo no tuvo efecto ( $P > 0,01$ ) sobre ninguna otra característica. El PPS tuvo un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) sobre el NSPL, sobre las demás características no presentó ningún efecto estadístico ( $P > 0,05$ ). La EPSF tuvo un efecto significativo ( $P < 0,01$ ) sobre el NSPL y un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) sobre la EPP y la PPL. El PPSF tuvo un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) sobre la PPL y el NSPL. La producción de leche en primera lactancia solo se vio afectada por EPSF y PPSF ( $P < 0,05$ ). La producción en segunda lactancia solo se vio afectada por el año de nacimiento ( $P < 0,01$ ) y la producción vida no se vio influenciada por ningún efecto incluido en el modelo ( $P > 0,05$ ). El número de servicios en la vida del animal estuvo afectado significativamente ( $P < 0,05$ ) por el peso al primer servicio.

El efecto de las fuentes de variación con sus respectivos niveles de significancia, sobre cada una de las características dependientes es presentado en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación para EPS, EPP, EPSF, PPSF y otras características de importancia en ganado lechero en un hato Holstein del Departamento de Antioquia, Colombia.

Variable	Media $\pm$ DE	Coefficiente de variación (%)
Edad al primer servicio (d)	557 $\pm$ 69	12,51
Peso al primer servicio (kg)	385 $\pm$ 47	12,22
Edad al primer servicio fértil (d)	592 $\pm$ 181	30,60
Peso al primer servicio fértil (kg)	418 $\pm$ 271	64,88
Edad al primer parto (d)	870 $\pm$ 105	12,16
Número de partos/ vida	5 $\pm$ 2,2	47,59
Producción en la primera lactancia (L)	6179 $\pm$ 1213	19,63
Producción en la segunda lactancia (L)	6441 $\pm$ 1282	19,90
Producción/vida (L)	25236 $\pm$ 16297	64,58
Número de servicios primera lactancia	2 $\pm$ 1,2	75,38
Número de servicios segunda lactancia	2 $\pm$ 1,5	72,60
Número de servicios/vida	12 $\pm$ 7,0	56,96
Numero de servicios parto/vida	2,4 $\pm$ 1,5	56,68

**Tabla 2.** Fuentes de variación y su efecto sobre algunos parámetros productivos, reproductivos y de vida útil en un hato de vacas Holstein del Departamento de Antioquia, Colombia.

Variable	Año nacimiento	Época nacimiento	Edad primer servicio	Peso primer servicio	Edad primer servicio fértil	Peso primer servicio fértil
Edad primer parto	NS	NS	NS	NS	*	NS
Número partos/vida	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Producción primera lactancia	NS	NS	NS	NS	*	*
Producción segunda lactancia	*	NS	NS	NS	NS	NS
Producción/vida	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Número servicios primera lactancia	NS	NS	**	*	**	*
Número servicios segunda lactancia	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Intervalo primer servicio-servicio fértil	NS	NS	**	**	**	*
Número servicios/vida	NS	NS	NS	*	NS	NS
Número servicios parto-vida	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\* Efecto estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ).

\*\* Efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ )

NS Efecto no significativo ( $P > 0,05$ )

### Parámetros genéticos para las características analizadas.

**Heredabilidad.** La EPS y PPS presentaron una heredabilidad y error estándar ( $h^2 \pm EE$ ) de  $0,29 \pm 0,184$  y  $0,04 \pm 0,170$  respectivamente. Para EPSF y PPSF se estimó un coeficiente de  $h^2$  de  $0,41 \pm 0,210$  y  $0,08 \pm 0,195$ . De las características analizadas el NSPV, NSPL fueron las que presentaron heredabilidades más altas,  $0,49 \pm 0,276$  y  $0,46 \pm 0,210$  respectivamente. Las características con heredabilidades más bajas fueron PPS y PPSF con valores de  $0,04 \pm 0,170$  y  $0,08 \pm 0,195$ .

Correlaciones genéticas. La EPS tuvo una correlación genética media y directa con EPP y media e inversa con NSPL, 0,39 y -0,35 respectivamente. Con las demás características tuvo una baja asociación.

La EPSF tuvo una alta correlación genética con el PPSF y con el NSPL, 0,8 y 0,49 respectivamente y estuvo medianamente asociado con EPP, NSV y NSPV; 0,4, 0,31 y 0,34 respectivamente. La asociación de esta característica con los parámetros productivos como PPS y PSL fue baja y negativa; -0,10 y -0,17 respectivamente. Similares resultados fueron

encontrados para el PPSF. Las correlaciones genéticas son reportadas en la Tabla 3.

**Correlaciones fenotípicas.** La EPS tuvo una alta correlación fenotípica con la EPSF y con la edad al

**Tabla 3.** Heredabilidades  $h^2$ , entre paréntesis error estándar, sobre la diagonal; encima de la diagonal la correlaciones fenotípicas  $r_p$  y bajo la diagonal las correlaciones genéticas  $r_g$ , para algunas características de importancia económica en un hato Holstein del Departamento de Antioquia, Colombia.

	EPS	PPS	EPSF	PPSF	EPP	NPV	PPL	PSL	PV	NSPL	NSV	NSPV
EPS	<b>0,29</b> (0,184)	0,32	0,70	0,27	0,60	0,17	0,16	0,04	0,20	0,03	0,19	0,06
PPS	0,05	<b>0,04</b> (0,170)	0,19	0,85	0,20	0,17	0,42	0,32	0,23	-0,05	0,09	-0,07
EPSF	0,10	-0,08	<b>0,41</b> (0,210)	0,41	0,67	0,12	0,08	-0,00	0,14	0,46	0,24	0,15
PPSF	0,04	-0,01	0,8	<b>0,08</b> (0,195)	0,37	0,14	0,41	0,34	0,19	0,33	0,17	0,03
EPP	0,39	0,01	0,4	0,3	<b>0,16</b> (0,215)	0,04	0,13	0,06	0,07	0,35	0,23	0,28
NPV	0,16	0,36	-0,03	-0,07	0,054	<b>0,0</b> (0,169)	0,13	0,12	0,92	-0,06	0,60	-0,25
PPL	0,08	0,14	-0,1	-0,09	0,11	0,063	<b>0,16</b> (0,203)	0,65	0,29	0,05	0,27	0,20
PSL	-0,01	-0,09	-0,17	-0,14	-0,05	0,13	0,26	<b>0,16</b> (0,198)	0,30	0,04	0,25	0,21
PV	0,08	0,04	0,02	0,05	0,15	0,08	0,09	0,21	<b>0,16</b> (0,157)	-0,00	0,62	-0,13
NSPL	-0,35	0,02	0,49	0,49	0,11	-0,002	0,01	-0,008	0,03	<b>0,36</b> (0,241)	0,28	0,24
NSV	-0,04	-0,22	0,31	0,33	0,25	-0,0003	0,07	0,06	0,07	0,3	<b>0,30</b> (0,209)	0,48
NSPV	-0,04	-0,15	0,34	0,38	0,22	-0,16	0,14	-0,02	0,15	0,32	0,85	<b>0,49</b> (0,276)

primer parto, 0,70 y 0,60 respectivamente y estuvo correlacionado de manera baja con PPL y PV 0,16 y 0,20 respectivamente; el PPS presentó una alta correlación con el PPSF, PPL y PSL, 0,85, 0,42 y 0,32 respectivamente y no estuvo correlacionado o presentó correlaciones muy bajas con las demás características.

Las asociaciones fenotípicas más altas de la EPSF fueron con el PPSF la EPP y el NSPL, 0,41, 0,67 y 0,46 respectivamente. Las correlaciones de esta característica con las características productivas fueron bajas o inexistentes.

El PPSF estuvo asociado con la EPP, PPL, PSL y PV, las correlaciones fenotípicas entre estas características fueron 0,37, 0,41, 0,34 y 0,19 respectivamente.

Las características con la correlación fenotípica más alta con respecto a la PPL fueron el PPS y el PPSF, 0,42 y 0,41 respectivamente. La PSL se encontró altamente asociada con la PPL, 0,65 y la PV tuvo las correlaciones fenotípicas más altas con el NPV y la

PPL, 0,92 y 0,29 respectivamente. Las correlaciones fenotípicas para todas las características son presentadas en la Tabla 3.

## DISCUSIÓN

La media de la EPP fue 29 meses, este valor es superior al encontrado por Galvis (2008), quien reportó 24 meses y además indicó ésta como una edad óptima para lograr un buen desempeño productivo y reproductivo. El valor hallado en este estudio está dentro de los rangos recomendados por la Asociación Holstein de Colombia, que considera que la vaca ideal debe tener su primer parto antes de cumplir tres años. (Asociación Holstein de Colombia, 2010). Estos resultados concuerdan con los valores promedio encontrados en otras investigaciones (Pirlo *et al.*, 1998; Ettema y Santos, 2004; Ojango *et al.*, 2005; Ruiz *et al.*, 2007).

El promedio de servicios por lactancia coincide con los resultados presentados por Quijano (2002) quien

registró un promedio de 2,21 en una investigación realizada en vacas de raza Holstein. Este parámetro es de real importancia en la producción lechera, de este depende el costo de los servicios de inseminación y la velocidad con que la vaca pueda iniciar una nueva lactancia. Constituye uno de los parámetros reproductivos más importantes en las unidades de producción lechera.

La producción de leche promedio en primera, segunda lactancia y en la vida útil está de acuerdo con la recomendación realizada por la Asociación Holstein de Colombia (2010) que indica que una vaca Holstein puede permanecer en el hato durante más de cinco lactancias, en cada una de las cuales su producción debe ser superior a 5.949 kg, coincidiendo además con el promedio de partos vida que tuvieron las vacas en esta investigación. También es importante anotar que las vacas utilizadas en este estudio, son vacas Holstein puras y que el nivel genético es alto, lo que implica que la mayoría de ellas tengan una capacidad productiva alta.

La época y el año de nacimiento no tuvieron efecto ( $P > 0,05$ ) sobre la producción de leche en ninguna de las etapas de la vida del animal, excepto en la segunda lactancia, estos resultados pueden ser producto del manejo alimenticio llevado a cabo en el hato, en el cual no hay una marcada reducción del consumo de forraje en las épocas de verano, debido a la baja carga animal y al comportamiento climático típico de los países del trópico, en los cuales se dificulta clasificar los periodos secos y lluviosos. La no significancia de estos efectos puede ser producto además, de las variaciones climáticas que se han venido presentando en Colombia en los últimos años. Estas variaciones han dificultado la clasificación de épocas lluviosas y secas y no muestran un comportamiento homogéneo durante todos los años, esto puede ser causal para que algunas de las investigaciones recientes no muestren este efecto como determinante para la producción de leche.

La edad y el peso al primer servicio fértil tuvieron un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) sobre la producción de leche en primera lactancia, coincidiendo con los resultados presentados por otros autores quienes indican que vacas que paren demasiado jóvenes o a edades demasiado avanzadas tienen una disminución en los niveles de producción en primera lactancia (Gill y Allaire, 1976; Pirlo *et al.*, 1998; Ettema y Santos, 2004; Dürr *et al.*, 1999; Ojango *et al.*, 2005; Ruiz, *et al.* 2007; Bewley *et al.*, 2001). Los resultados indican

además, que esta diferencia en primera lactancia no permanece en la segunda y que en la vida útil los animales producen la misma cantidad de leche sin efecto de la edad y el peso al primer servicio fértil y por ende al parto.

La heredabilidad para la EPP se encuentra por debajo de los valores hallados por Chagunda *et al.* (2004) y Ruiz *et al.* (2007), quienes determinaron 0,20 y 0,19 respectivamente. Este mismo parámetro para EPS está por encima del encontrado por Jorjani (2005) y Muir *et al.* (2004), que reportan 0,14 y 0,19, respectivamente. En las características de producción de leche la heredabilidad fue 0,16 independiente de la lactancia; sin embargo, este valor se ubica por debajo de lo citado por Chauhan y Hayes (1991), Swalve (1995) y Palacios *et al.* (2001), quienes hallaron unas heredabilidades de 0,29, 0,27 y 0,26 respectivamente. Para producción de leche fueron determinados por Makgahlela *et al.* (2007) y Cilek y Sahin (2009) en la primera lactancia valores de 0,33 y 0,47 respectivamente y para la segunda lactancia encontraron valores de 0,25 y 0,38 respectivamente.

En general los valores estimados de heredabilidad coinciden en que las características de producción de leche tienen heredabilidades medias, aunque en este trabajo son un poco bajas con respecto a la literatura. Las características reproductivas no asociadas al crecimiento tuvieron heredabilidades bajas.

Para la EPP se hallaron correlaciones genéticas con la PPL, con PSL de 0,11 y -0,05 respectivamente y con PV de 0,07; todos estos parámetros están distantes de los estimados por Makgahlela *et al.* (2007) en la primera y segunda lactancia y Marini *et al.* (2007) quienes señalaron asociaciones más fuertes entre estas características con valores de 0,43, 0,35 y 0,48 respectivamente. Sin embargo, aunque la correlación fue baja hubo un efecto significativo de estos parámetros sobre la producción en primera lactancia.

## CONCLUSIONES

Es importante enfatizar en la importancia de determinar un peso adecuado al primer servicio fértil, debido a la mediana asociación encontrada con la producción de leche en todas las etapas de la vida del animal.

La EPSF es primordial porque determina la producción en primera lactancia; sin embargo, los resultados

indican que las demás lactancias y la vida productiva del animal, no dependen de este parámetro. La interpretación de los resultados debe ser cuidadosa dado que la variación de la EPSF no fue tan alta dentro del hato y no permitió una comparación con algunos datos más extremos. Por tanto los resultados deben ser contrastados con otras investigaciones realizadas en otros hatos.

Se puede resaltar además que el efecto de la genética aditiva tuvo una alta incidencia en la variación de la EPS, EPSF, NSPL, NSV y NSPV y que estas características podrían ser mejoradas a través de la selección individual debido a su alta heredabilidad, esperando buenos resultados en términos de progreso genético.

Si bien los resultados establecen un precedente acerca del comportamiento de los parámetros genéticos en la población lechera Holstein y analizan sus componentes de variabilidad y exploran las asociaciones entre ellos, es importante tener en cuenta que la información utilizada correspondió a un solo hato y por tanto se requieren otras investigaciones, que permitan establecer una aplicación y recomendación clara acerca de la edad y peso apropiada para el primer servicio y parto en las ganaderías del departamento de Antioquia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Asociación Holstein de Colombia. 2010 Parámetros productivos y reproductivos de la raza, [http://www.holstein.com.co/index.php?doc=raza#.p.](http://www.holstein.com.co/index.php?doc=raza#.p;); consulta: octubre 2010.

Bailey, T. and J. Currin. 1999. Milk production evaluation in first lactation heifers. En: Virginia Polytechnic Institute and State University. Dairy Science 404-285, [http://www.careerportals.com/cp/docs/pdf/first\\_lactation\\_heifers.pdf](http://www.careerportals.com/cp/docs/pdf/first_lactation_heifers.pdf). 4 p.; consulta: octubre 2010.

Bewley, J.A., R.W. Palmer and D.B. Jackson. 2001. An overview of experiences of Wisconsin dairy farmers who modernized their operations. Journal of Dairy Science 84(3):717-729.

Boldman, K.G., L.D. Kriese, C.P. Van Vleck and S.D. Van Tasell. 1995. A manual for use of MTDFREML. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USA. 114 p.

Chagunda, M.G., E.W. Bruns, C.B. Wollny and H.M. King. 2004. Effect of milk yield based selection on some reproductive traits of Holstein Friesian cows on large scale dairy farms in Malawi. Livestock Research for Rural Development 16(7): 20-32.

Chauhan, V.P. and J.F. Hayes. 1991. Genetic parameters for first lactation milk production and composition traits for Holstein using multivariate restricted maximum likelihood. Journal of Dairy Science 74(2): 603-610.

Cilek, S. and E. Sahin. 2009. Estimation of some genetic parameters (heritability and repeatability) for milk yield in the Anatolian population of Holstein cows. Archiva Zootechnica 12(1): 57-64.

Dürr, J.W., H.G. Monardes and R.I. Cue. 1999. Genetic analysis of herd life in Quebec Holsteins using weibull models. Journal of Dairy Science 82(11): 2503-2513.

Ettema, J.F. and J.P. Santos. 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. Journal of Dairy Science 87(8): 2730-2742.

Galvis, R. 2008. Aspectos fisiológicos del crecimiento con relación a la producción de leche. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 74 p.

Gill, G.S. and F.R. Allaire. 1997. Relationship of age at first calving, days open, days dry, and herd life to a profit function for dairy cattle. Journal of Dairy Science 59(6): 1131-1139.

Henderson, C.R. 1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. 423 p.

Jorjani, H. 2005. Preliminary report of Interbull pilot study for female fertility traits in Holstein populations. Interbull Centre, Uppsala, Sweden. 11 p.

Keown, J.F. and R.W. Everett. 1986. Effects of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield. Journal of Dairy Science 69(7): 1891-1896.

Marini, P.R., A. Charmandarian y R.J. Di Masso. 2007. Desempeño productivo y reproductivo de vacas de diferentes edades al primer parto en sistemas a pastoreo. Sitio Argentino de Producción Animal APPA - ALPA, Cusco, Perú. 4 p.

- Makgahlela, M.L., C.B. Banga, D. Norris, K. Dzama and J.W. Ng'ambi. 2007. Genetic correlations between female fertility and production traits in South African Holstein cattle. *South African Journal of Animal Science* 37(3): 180-188.
- Miller, R.H. and L.D. McGilliard. 1959. Relations between weight at first calving and milk production during the first lactation. *Journal of Dairy Science* 42(12): 1932-1943.
- Moore, R.K., B.W. Kennedy, L.R. Schaeffer and J.E. Moxley. 1991. Relationships between age and body weight at calving and production in first lactation Ayrshires and Holsteins. *Journal of Dairy Science* 74(1): 269-278.
- Mrode, R.A. 1996. Linear models for the prediction of animal breeding values. Second edition. CAB International, Oxon, UK. 187 p.
- Muir, B.L., J. Fatehi and L.R. Schaeffer. 2004. Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation. Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science* 87(9): 3029-3037.
- Ojango, J.M., V. Ducrocq and G.E. Pollott. 2005. Survival analysis of factors affecting culling early in the productive life of Holstein-Friesian cattle in Kenya. *Livestock Production Science* 92(3): 317-322.
- Palacios, A., F. Rodríguez, J. Jiménez, J.L. Espinoza y R. Núñez. 2001. Evaluación genética de un ható Holstein en Baja California Sur, utilizando un modelo animal con mediciones repetidas. *Agrociencia* 35(3): 347-353.
- Pirlo, G., F. Miglior and M. Speroni. 1998. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science* 83(3): 603-608.
- Quijano, J.H. 2002. Resultados del programa de selección con base en Holstein y cruzamiento con la raza colombiana Blanco Orejinegro (BON) en el Centro Paysandú. pp. 1-18. En: Memorias Seminario Internacional de Reproducción y Mejoramiento Genético Animal. Universidad Nacional de Panamá, Panamá.
- Ruiz, R., R.W. Blake, H.M. Castro, F. Sánchez, H.H. Montaldo and H. Castillo. 2007. Short communication: Changes in the association between milk yield and age at first calving in Holstein cows with herd environment level for milk yield. *Journal of Dairy Science* 90(10): 4830-4834.
- Swalve, H.H. 1995. The effect of test day models on the estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. *Journal of Dairy Science* 78(4): 929-938.
- Van Amburgh, M.E., D.M. Galton, D.E. Bauman, R.W. Evertt, D.G. Fox, L.E. Chase and H.N. Erb. 1998. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science* 81(2): 527-538.
- Valle, A., y R.A. De Amorín. 1981. Parámetros genéticos de la producción de leche, grasa y edad al primer parto en vacas Holstein durante tres generaciones. *Agronomía Tropical* 30(1-6): 115-124.