

Estudio de efectos ambientales y genéticos que influyen en la producción de leche y duración de lactación en bovinos de raza Guzerat

Daniel Jordan de Abreu Santos, Rusbel Raúl Aspilcueta Borquis, Francisco Ribeiro de Araujo Neto, Roberta Rollenberg Cabral Martins*, Enrique Acevedo Jiménez, Wilson Gomes Manrique y Humberto Tonhati

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (UNESP), 14884900, SP, Brasil
daniel_jordan2008@hotmail.com

** Centro Universitário Serra dos Órgãos, Brasil*

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia de los efectos ambientales y genéticos sobre las características de producción total de leche (PL) y duración de lactación (DL), a partir de 2,572 lactaciones de 477 vacas de la raza Guzerat, colectados desde 1957 hasta 2002, en el Estado de Río de Janeiro. Los efectos ambientales fueron analizados por un modelo estadístico que incluye efecto aleatorio de toro, efecto fijo de grupo contemporáneo, y las (co)variables edad de vaca (lineal y cuadrática) y duración de lactación.

El grupo contemporáneo tuvo efecto significativo sólo para PL. La inferencia bayesiana fue utilizada para obtener estimativas de parámetros genéticos sobre un modelo animal, en el cual se incluyó como efecto fijo el grupo contemporáneo y las (co)variables edad de vaca (lineal y cuadrática). Las estimativas de heredabilidad y repetibilidad fueron 0.36 y 0.75 para PL y 0.29 y 0.36 para DL, respectivamente. La correlación genética estimada fue de 0.97. Las estimativas de heredabilidad para PL y DL fueron moderados, indicando que es posible respuesta a la selección de las características en estudio. La correlación genética fue alta e indica que la selección para aumento de la producción de leche será acompañada con el aumento en duración de lactación.

Palabras claves: inferencia bayesiana, parámetros genéticos, razas cebuínas

Study of environmental and genetic effects that influence milk production and duration of lactation in the Guzerat cattle breed

Abstract

Objective of present work was study a influence of environmental and genetic effects over characteristics of milk total production (PL) and lactation duration (DL), from 2572 lactations of 477 Guzerat cows, collected since 1957 to 2002, in Rio de Janeiro State. Environmental effects were analyzed by an statistical model that include male randomized effect, fixed effect of contemporary group, and the (co)variables age of cow (lineal and quadratic) and lactation duration. The contemporary group had significant effect just for PL. Bayesian inference was used to obtain estimatives of genetic parameters over an animal model, in which was included as fixed effect the contemporary group and the covariables age

of cow (linear and quadratic).

The estimates of heritability and repeatability were 0.36 and 0.75 for PL and 0.29 and 0.36 for DL, respectively. The estimated genetic correlation was 0.97. The heritability estimates for PL and DL were moderate, indicating that it is possible answer to the selection of the characteristics under study. The genetic correlation was high and indicates that selection for increase milk production will be accompanied with increase in lactation duration.

Key words: Bayesian inference, genetic parameters, zebu cattle

Introducción

El rebaño comercial de bovinos lecheros brasileños es el mayor del mundo (6,1% del total de vacas), siendo constituido por 45 millones de cabezas, de las cuales 14 millones son vacas en reproducción, dentro de estas vacas están relacionados los ganados cebú y sus mestizos (Ledic et al 2002; USDA 2008). Sin embargo, como sucede en la mayoría de los países tropicales, el rebaño brasileño presenta productividades inferiores a los rebaños de países templados. La productividad del rebaño puede variar de acuerdo con la raza, la región fisiográfica, y el nivel de manejo. Los factores que pueden explicar las diferencias regionales en Brasil, y entre los propios países tropicales, son el bajo nivel nutricional, la ineficiencia de manejo de los animales, la poca utilización de genotipos superiores para producción de leche y la baja adaptación a las diversas condiciones de ambiente (Melo et al 2002). Dentro de los ganados cebú el Gurezat es una de las razas de doble propósito. Para producción de leche total Peixoto et al (2010) encontraron heredabilidad de 0,34 en la raza Guzerat. En ganado Gyr lechero la estimativa de heredabilidad para la producción de leche fue de 0,29 (Herrera et al 2008).

El estudio de los efectos ambientales y genéticos de las características de producción, como producción total de leche (PL) y la duración de lactación (DL) en una determinada región, auxilia el proceso de selección de animales más productivos de acuerdo con el medio en que viven.

El aumento de la producción total de leche en una lactación es influenciado por el aumento de la duración de la lactación. Las vacas cebuínas poseen lactaciones con duración corta secando naturalmente, en la mayoría de las veces, antes de los 305 días. La selección para la característica duración de lactación para las cebuínas se hace necesaria para una mayor producción de leche en el rebaño. Sin embargo, no es deseable que las lactaciones se continúen por más de 305 días para no interferir en el desempeño reproductivo de las vacas. A pesar que la DL y PL son características de interés económico, son pocos los trabajos realizados con cebuínos, que estudiaran las correlaciones fenotípicas y genéticas entre PL y DL, así como los parámetros genéticos de estas características.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar los efectos ambientales que afectan la producción de leche y la duración de lactación, además de estimar los parámetros genéticos de estas características utilizando el modelo animal sobre la metodología de inferencia Bayesiana.

El estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de los efectos ambientales y estimar los parámetros genéticos utilizando la metodología bayesiana sobre el modelo animal para las características de producción total de leche y duración de lactación.

Materiales y Métodos

Fueron utilizados datos referentes a 2,572 lactaciones de 477 de vacas de raza Guzerat, hijas de 47 toros, controladas desde 1957 hasta 2002, pertenecientes a la finca Canaã, localizados en el municipio de Cantagalo-RJ, región caracterizada con verano lluvioso (de octubre a marzo) y un invierno seco (abril a septiembre). Los animales fueron criados en régimen extensivo y las lactaciones totales fueron obtenidas de los controles lecheros mensuales con dos ordeños diarios. Los animales del rebaño están bajo condiciones en las que se puede presentar apareamientos endogámicos, desde el año de 1921.

El manejo de la finca se realiza en un sistema extensivo y alimentado con pasturas de colonial (*Panicum maximum*) y brachiaria (*Brachiaria brizantha*), además de sal mineral *ad libitum*. El control lechero fue realizado mensualmente, en dos ordeñas diarias, con intervalo de 12 horas. Las producciones de leche fueron obtenidas a partir del 5° día de producción después del parto. Las duraciones de lactaciones menores de 90 días y mayores que 365 días fueron excluidas del archivo de datos. La edad de vaca al parto fue considerada de 3 a 15 años. Se consideró dos estaciones de parto, siendo la estación 1 de octubre a marzo (época lluviosa) y la estación 2 de abril a setiembre, (época seca). Para la formación de grupos contemporáneos fueron considerados año y estación de parto, con la restricción que cada grupo debería tener como mínimo 4 animales. Fueron incluidos en el análisis todos los toros con al menos cuatro hijas en el rebaño. Después de las restricciones mencionadas, el número de lactaciones fue de 2,571, de 477 vacas de raza Guzerat, hijas de 47 toros, el resumen de los datos están presentados en la tabla 1. Los análisis de consistencia de datos fueron hechos en el paquete estadístico SAS (2004). En el análisis se utilizó un archivo de pedigrí, con 3497 animales en la matriz de parentesco.

Tabla 1. Descripción de la estructura de los datos en períodos.

Año de parto	Nº de vacas	Toros	PL		DL	
			Media	D.E	Media	D.E
1957-1960	69	19	2082	412	285	31
1960-1965	215	23	2043	452	279	32
1965-1970	253	18	2108	636	289	47
1970-1975	325	18	2090	724	293	48
1975-1980	407	12	2297	788	292	47
1980-1985	438	19	2624	705	303	43
1985-1990	410	19	2671	656	306	44
1990-1995	337	17	2810	607	313	36
1995-2000	96	11	2957	453	320	33
2000-2002	22	8	2769	273	312	18

PL = producción de leche, DL = Duración de lactación, D.E = desviación estándar

Los estudios de los factores ambientales o no genéticos que pueden influenciar la producción de leche (PL), fueron realizados utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS® (1999), a través del método de máxima verosimilitud restringida. El modelo empleado es descrito como sigue:

Para formación de grupos contemporáneos fueron considerados año y estación de parto, siendo estación 1 de (abril a setiembre) y estación 2 (octubre a marzo). Fueron mantenidos en análisis cuatro hijas por toro en el rebaño y cada grupo contemporáneo como mínimo 5 animales. Los estudios de factores ambientales que pueden influenciar la producción de leche (PL), fueron realizados utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS® (1999), a través del método de máxima verosimilitud restringida. El modelo empleado es descrito como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + GC_j + b_1(I_{ijk} - \bar{I}) + b_2(I_{ijk} - \bar{I})^2 + b_3(DL_{ijk} - \overline{DL}) + b_4(DL_{ijk} - \overline{DL})^2 + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} = PL (kg) de la hija del toro i , perteneciente al grupo contemporáneo j ; μ = media general de la población; R_i = efecto aleatorio del toro i ; GC_j = efecto fijo del grupo contemporáneo j ; I_{ijk} = efecto de

la edad (meses) de la vaca al parto, como covariable; $\bar{I}$ = media de la covariable edad (en meses); DL_{ijk} = efecto duración de lactación (días) como covariable; DL = media de la covariable duración de lactación (días); b_1 = coeficiente de regresión lineal para edad de la vaca al parto; b_2 = coeficiente cuadrático para edad de la vaca al parto; b_3 = coeficiente de regresión lineal para duración de la lactación; b_4 = coeficiente de regresión cuadrática para duración de la lactación; e_{ijk} = error aleatorio. El modelo para el análisis de la duración de lactación (días) es semejante al descrito arriba, con la diferencia de no poseer la duración de lactación como covariable.

Para la estimación de los componentes de (co)varianzas se utilizó un modelo animal bi-características, empleando inferencia bayesiana. Fueron considerados como fijos los efectos relatados en el análisis de factores ambientales, con excepción del ajuste de la producción de leche para duración de lactación, ya que será analizada conjuntamente con esta característica. Como aleatorios se considero el efecto aditivo directo y de ambiente permanente del animal. El modelo de análisis puede ser representado matricialmente, así:

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} W_1 & 0 \\ 0 & W_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{pmatrix}$$

donde :

y_i = vector de las observaciones formado para producción de leche y días en lactación.

b_i = vector de los efectos fijos.

a_i = vector de los efectos aleatorios genético directo.

p_i = vector de los efectos aleatorios de ambiente permanente.

ε_i = efectos de los efectos residuales aleatorios

X_i , Z_i y W_i , son las matrices de incidencia referentes a los efectos fijos, aleatorio genético directo y de ambiente permanente para la $i^{\text{ésima}}$ característica, respectivamente.

Se estableció “*a priori*” para los efectos fijos una distribución uniforme, que refleje un conocimiento previo vago sobre este vector; para los efectos aleatorios distribuciones gaussianas y para los componentes de (co)varianza se utilizo la distribución Wishart invertida, que en caso de univariado corresponde una distribución X^2 invertida (Van Tessel e Van Vleck 1996):

$$b \propto \text{constante}$$

$$a | G \sim NMV[0, (G \otimes A)]$$

$$p | P \sim NMV[0, (P \otimes I_n)]$$

$$G | S_g, v_g \sim IW[S_g v_g, v_g]$$

$$P | S_p, v_p \sim IW[S_p v_p, v_p]$$

$$R | S_r, v_r \sim IW[S_r v_r, v_r]$$

donde A , G , P , R , I_n son en esta orden las matrices de parentesco, (co)variancias de efectos genéticos directos, ambiente permanente, residual e identidad; $\otimes$ es el operador del producto Kronecker; en que, S_g y v_g ; S_p y v_p ; S_r y v_r son los valores "a priori" y grados de libertad para las (co)variancias aditivas directas, de ambiente permanente y residual, respectivamente.

Las estimativas fueron obtenidas utilizando el *software* GIBBS2F90 (Miztal 2010), en el cual está implementado el algoritmo de muestreo de Gibbs. Fueron generadas 1,000,000 de interacciones, siendo definidos el descarte inicial de 100,000 y la colecta de muestras a cada 50 interacciones. En una segunda etapa, las cadenas generadas fueron analizadas utilizándose el programa Gibanal (Van Kaam 1997), a fin de ser obtenidas estadísticas descriptivas de las muestras efectivas.

Resultados y Discusión

Efectos Ambientales sobre la producción de leche y duración de lactación

Las medias (kg) y coeficientes de variación (%) para producción de leche fueron respectivamente $2,436 \pm 14.2$ y 29.7 , y para duración de lactación (días) fueron 299 ± 0.86 y 14.7 . Los resultados del presente estudio están próximos a los valores encontrados en la misma raza por Cobuci et al (2000), Rangel et al (2009) y Cruz et al (2009).

El resumen de los análisis de varianza está descrito en la tabla 2, donde puede ser observado que todos los efectos fueron significativos, con excepción de grupo contemporáneo para duración de la lactación. Para la media de duración de lactación que comprende las dos estaciones, el efecto principal se debe a las fluctuaciones climáticas durante los años; esto indica que los efectos climáticos que ocurren anualmente no influyen en el periodo de la lactación de las vacas. Sin embargo para la producción de leche, el grupo contemporáneo fue significativo, posiblemente debido al efecto de las estaciones sobre la producción de forrajes. El efecto de toro fue significativo indicando un efecto genético dentro del rebaño, este resultado concuerda con Quirino et al (1998) quienes encontraron resultado significativo para reproductor, año y estación de parto trabajando con la raza Caracu.

Tabla 2. Resumen de análisis de varianza para producción de leche (PL) y de la duración de lactación (DL)

Fuentes de variación	PL		DL	
	GL*	P-Valor	GL	P-Valor
Toro	47	<0.0001**	47	<0.0001**
Grupo Contemporáneo	87	<0.0001**	87	0.2831 ^{ns}
Edad de la vaca al parto				
Regresión Lineal	1	<0.0001**	1	0.0006**
Regresión Cuadrática	1	<0.0001**	1	0.0003**
Duración de lactación				
Regresión Lineal	1	<0.0001**		-
Regresión Cuadrática	1	<0.0001**		-
Residuo	2433	-	2435	-

* Grados de Libertad; ** significativo a nivel de 1% ($p < 0.01$); ns no significativo a nivel 1% ($p > 0.01$).

Los resultados para edad de vaca en relación a PL influenciaron de forma cuadrática, resultado semejante obtenido por Thaler Neto et al (1996). En la Figura 1 se encuentra la ecuación de regresión y la curva de

producción total de leche en función a la edad al parto. Por la ecuación de regresión la edad media de las vacas para obtener una mayor producción total de leche fue a los 106 meses (8.8 años), estas estimativas son normales en ganados cebuínos (Oliveira et al 2007), quienes indican que la producción leche en las vacas cebuínas aumenta con la edad y se estabilizan entre los 5 y 10 años.

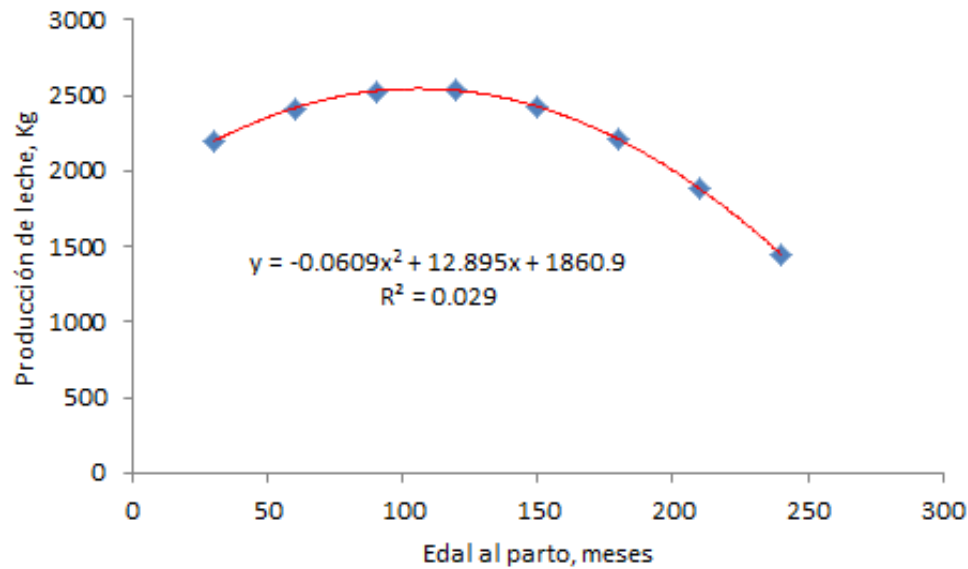


Figura 1. Regresión de la producción de leche en función de edad al parto.

La duración de lactación influyó de forma cuadrática en la producción de leche, con el coeficiente cuadrático positivo, análisis de este tipo no fueron encontrados en bovinos lecheros. Sin embargo en estudios con cabras Pimenta Filho et al (2004), en estudios con cabras encontró resultado negativo (punto de máximo), describiendo una relación limitada entre DL y PL. El resultado del presente estudio indica una relación creciente entre producción de leche y duración de lactación en todo período de la lactación. La ecuación de regresión entre las funciones de la curva para producción de leche y de la duración de la lactación está en la Figura 2. Este resultado es esperado, porque cuanto más tiempo este la vaca en producción de leche, mayor la producción, de leche. A pesar que este aumento de producción de leche no es alto, porque el coeficiente cuadrático es de magnitud pequeña, fue observada la superestimación de la producción de leche para duración de lactación superior a los 305 días. Una vez que la raza posee duración de lactación corta, son pocos animales que llegan a una producción a los 365 días de lactación. Esto posiblemente contribuyo para un mayor aumento (superestimación) de los valores de las estimativas de producción de leche en los días finales por la regresión cuadrática.

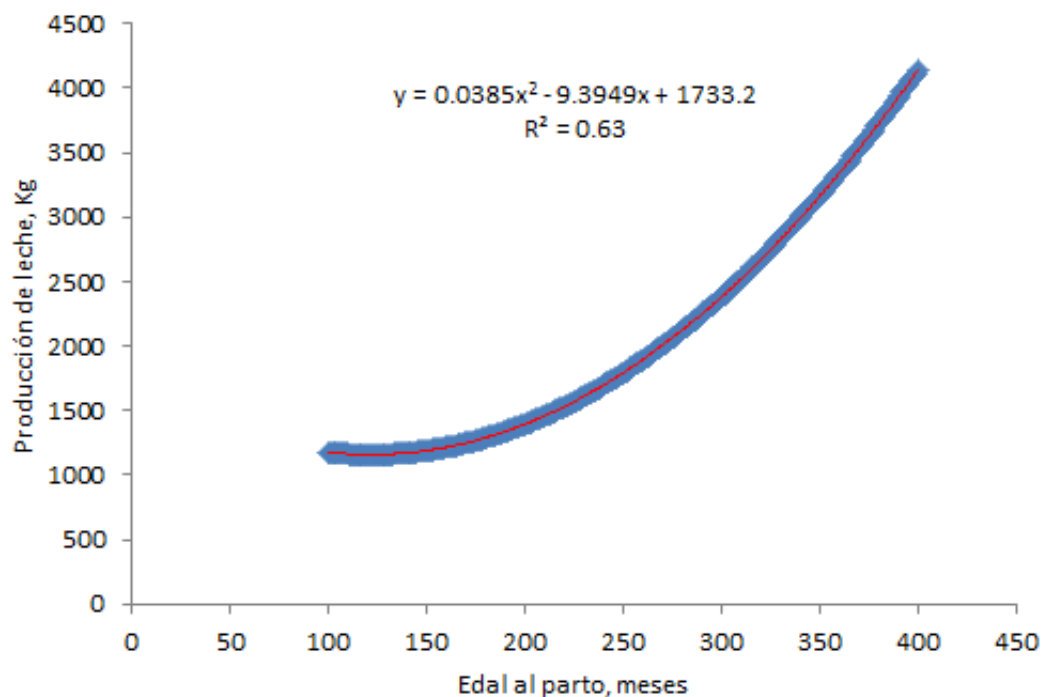


Figura 2. Regresión de producción de leche en función de duración de lactación.

Análisis genético-cuantitativo de las características

De la perspectiva de la metodología bayesiana, el número de muestras iniciales descartadas y la correlación existente entre las muestras son dos aspectos relevantes, por el hecho que el muestreo de Gibbs se fundamenta en cadenas de Markov-Montecarlo (Resende et al 2001). Cuando mayor el número de parámetros a ser estimado mayor será el burn-in y la correlación, reduciendo la cantidad de muestras efectivas. Por el programa GIBANAL, se verificó que el período de burn-in adoptado fue suficiente para llegar a la convergencia y que la semejanza entre la media, mediana y moda de los parámetros fueron próximas, indicando una distribución normal de las muestras.

Los resultados de las estadísticas de los parámetros muestreados para las características producción total de leche y duración de lactación están en la Tabla 3. La media de la estimativa de heredabilidad para producción de leche para la raza fue mayor que a la relatada por Theodoro et al (2006) que encontró 0.25. Entretanto concuerda con Lôbo et al (2000), que con la misma raza encontró 0.36, estos trabajos fueron estimados vía REML. La heredabilidad de duración de lactación fue de magnitud mediana, y mayor que las encontradas en la literatura para razas cebuínas como Balieiro et al (2000) que encontró 0.11 trabajando con la raza Gir, y Vercesi Filho et al (2007) que encontró 0.19. Las medias de las estimativas de la relación entre ambiente permanente y el valor fenotípico (c^2) fueron próximas de las medias de las estimativas de las heredabilidad, indicando consistencia en la estimación de este parámetro. Los valores encontrados para estas características, a pesar de que son mayores a los que normalmente son encontrados en la literatura, son de magnitud media, siendo la prueba de progenie la más indicada para la selección de animales, además del hecho que estas características se manifiestan solamente en las hembras.

Tabla 3. Estadísticas de estimativas de los parámetros muestreados en la inferencia bayesiana

Característica	Parámetro*	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándar
	σ_a^2	161449	158700	148130	38077
	σ_p^2	175879	175700	176269	25654
	σ_e^2	110869	111710	110800	3522

PL	σ^2_f	449898	448000	442429	29080
	h^2	0.35	0.35	0.37	0.07
	c^2	0.39	0.40	0.42	0.06
	t	0.75	0.75	0.75	0.02
DL	σ^2_a	551	539	556	130
	σ^2_p	554	551	552	92
	σ^2_e	778	778	778	24
	σ^2_f	1886	1878	1866	105
	h^2	0.29	0.29	0.29	0.06
	c^2	0.29	0.29	0.29	0.05
	t	0.59	0.59	0.59	0.02

* σ^2_a : Varianza aditiva; σ^2_p : Varianza de ambiente permanente; σ^2_e : Varianza residual; σ^2_f : Variancia fenotípica; h^2 : heredabilidad; c^2 : proporción de varianza total atribuida a los efectos de ambiente permanente; t : repetibilidad.

Los valores de medias de la repetibilidad para PL encontrados en este trabajo fueron mayores que el intervalo encontrado con cebuínas por Melo et al (2000) que hallaron variaciones de 0.49-0.66. Los valores para repetibilidad de la DL también fueron mayores comparados con la especie caprina y bufalina (Tholon 2000; Malhado et al 2009). La principal razón para la elevada repetibilidad posiblemente se encuentra en la menor variancia residual estimada, una vez que la variancia genética aditiva no sufre alteración, indicada por los valores de heredabilidad que fueron coherentes con la literatura (Lôbo et al 2000; Peixoto et al 2010). La variancia de ambiente permanente no fue muy elevada. Una vez que la variancia residual representa la variancia de ambiente permanente temporario en la estimativa de repetibilidad, estos valores no fueron mayores posiblemente por la semejanza genética y por la uniformidad del manejo, teniendo en cuenta que el estudio es de una finca.

Las correlaciones fenotípicas y genéticas entre PL y DL (Tabla 4) fueron altas y mayores a las obtenidas por Balieiro et al (2000) que encontraron 0.62 e 0.76 para correlación fenotípica y genética, respectivamente. La correlación genética fue de la misma magnitud encontrada en el estudio de Vercesi Filho et al (2007), quienes encontraron la estimativa de 0.93. Los resultados encontrados indican que la selección de las vacas con mayor producción de leche llevaría a lactaciones más largas, por selección indirecta.

Tabla 4. Estadística de correlaciones genéticas (r_a) y fenotípicas (r_f) entre las características.

Correlación	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándar
r_a	0.97	0.97	0.99	0.03
r_f	0.78	0.78	0.78	0.01

Una vez que las vacas de esta raza poseen duración de lactación corta (media inferior a 305 días), esto posiblemente sería ideal si el aumento del tiempo de duración de lactación fuera acompañado del aumento de la persistencia de la producción. Sin embargo para no comprometer el aspecto reproductivo del rebaño y la próxima lactación, la medida de manejo de seca debería ser adoptada en las vacas seleccionadas que producen leche arriba de los 305 días.

Conclusión

- Los efectos ambientales entre los años no influenciaron en la duración de lactación. Manejos alimenticios adecuados para cada estación del año deben ser estudiados, con el objetivo de disminuir los efectos de las estaciones sobre la producción de leche.
- Las estimativas de heredabilidad para a producción de leche y duración de lactación fueron de magnitud media, indicando que existe variación genética suficiente entre los animales en el sentido de alcanzar mayor progreso genético en la población mediante la selección.
- Por la alta correlación genética y fenotípica entre las características, y en función de producción total de leche por la duración de la lactación, todo indica que el aumento de la duración de la lactación por selección de los animales que poseen mayor producción de leche sería beneficiosa para el rebaño, siempre que sea acompañada de una selección conjunta para la persistencia de lactación, y adicional a esto realizar la adopción de prácticas de manejo que busquen la disminución del intervalo entre partos.

Referencias

- Balieiro ES, Pereira J C C, Valente J, Verneque R S, Balieiro J C C and Ferreira W J 2000** Estimativa de parâmetros genéticos e de tendências fenotípicas e de ambiente de algumas características produtivas da raça Gir Leiteiro. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia 52(3) : 266-275
- Cobuci J A, Euclides R F, Verneque R S, Teodoro R L, Lopes P S and Silva M A 2000** Curva de Lactação na Raça Guzerá. Revista Brasileira de Zootecnia 29(5):1332-1339.
- Cruz G R B, Ribeiro M N and Pimenta Filho E C 2009** Estimativas de parâmetros de curvas de lactação de bovinos. Archivos de Zootecnia 58 (224): 695-704.
- Herrera L G G, El Faro L, Albuquerque L G, Tonhati H and Machado C H C 2008** Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir. Revista Brasileira de Zootecnia 37 (10) : 1774-1780.
- Ledic I L, Tonhati H, Verneque R S, El Faro L, Martinez M L, Costa C N, Pereira J C C, Fernandes L O and Albuquerque L G 2002** Estimativa de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientes para as produções de leite no dia do controle e em 305 dias de lactação de vacas da raça Gir. Revista Brasileira de Zootecnia 31 (5):1953-1963.
- Lôbo R B, Madalena F E and Vieira A R 2000** Means of published genetic parameter estimates for cattle raised on tropical climate. Animal Breeding Abstracts 68 (6):433-462
- Malhado C H M, Ramos A A, Carneiro P L S, Azevedo D M M R, Affonso P R A M, Pereira D G and Souza J C 2009** Estimativa de parâmetros genéticos para produção para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças no Brasil. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 10 (4): 830-839.
- Melo C M R, Costa C N, Packer I U, Machado P F and Freitas A F 2002** Parâmetros genéticos para as produções de leite de controles individuais e total de primeiras lactações de vacas da raça holandesa. In: Simposio Nacional de Melhoramento Animal, 2002, Campo grande, MS. Anais...
<<http://www.sbmaonline.org.br/anais/iv/trabalhos/bovinoleite/ivt08bl.pdf>> Acesso em: 5/3/2010
- Melo C M R, Oliveira A I G, Martinez M L, Verneque R, S, Gonçalves T M and Freitas R T 2000** Avaliação genética de touros usando produção em lactações completas ou parciais projetadas. Revista Brasileira de Zootecnia 29 (3): 707-714.
- Misztal, I 2010** Blup programs. <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/newprograms.html>>. Acesso em: 1/2/2010.
- Peixoto M G C D, Verneque R S, Pereira M C, Penna V M, Machado C H C, Machado M A, Lobo R B and Carvalho M R S 2010** Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para leite: resultados do Teste de Progênie, do Arquivo Zootécnico Nacional e do Nucleio MOET. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: 60p.

Pimenta Filho E C, Sarmento J L R and Ribeiro M N 2004 Efeitos genéticos e ambientais que afetam a produção de leite e duração de lactação de cabras mestiças no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33 (6):1426-1431.

Rangel A H N, Guedes P L C, Albuquerque R P F, Novais L P and Lima Júnior D M 2009 Desempenho produtivo leiteiro de vacas Guzerá. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa* 4 (1):85-89.

Resende M D V, Duda L L, Guimarães P R B and Fernandes J S C 2001 Análise de modelos lineares mistos via inferência bayesiana. *Revista de Matemática e Estatística* 19: 41-70.

Statistical Analysis System – SAS 1999 User's guide: Statistics. Version 8.0 Cary.

Thaler Neto A, Muhlbauer M D, Zardo W F and Ramos J C 1996 Fatores que afetam a produção de leite e o período de lactação em um rebanho das raças flamenga e holandesa no planalto catarinense. *Ciência Rural* 26 (1): 123-128

Theodoro R L, Verneque R S, Martinez M L, Silva M V G B, Penna V M and Peixoto M G C D 2006 Programa nacional de melhoramento genético do Guzerá para leite: resultado do teste progênie, do arquivo nacional e do núcleo MOET. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: 24p.

Tholon P 2000 Estudo genético quantitativo de características de importância econômica em caprinos na raça Saanen. 54f. Tese (doutorado em zootecnia) - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

USDA - United States Department Of Agriculture 2008 Dairy: World Markets and trade. Washington, Estados Unidos: Foreign Agricultural Service (Circular Series, FD 1-08). http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2008/dairy_07-2008.pdf

Van Kaam J B C H M 1997 GIBANAL: analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences, version 2.3. Acesso em: 15/2/2010.

Van Tassell C P and Van Vleck L D 1996. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models: Flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co)variance component inference. *Journal of Animal Science* 74 (11):2586–2597

Vercesi Filho A E, Madalena F E, Albuquerque L G, Freitas A F, Borges L E, Ferreira J J, Teodoro R L and Faria F J C 2007 Parâmetros genéticos entre características de leite, de peso e a idade ao primeiro parto em gado mestiço leiteiro (*Bos tauros x Bos indicus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59 (4): 983-990

Received 25 November 2010; Accepted 19 March 2011; Published 1 July 2011

[Go to top](#)