

Curva de Lactação na Raça Guzerá¹

Jaime Araujo Cobuci², Ricardo Frederico Euclides³, Rui da Silva Verneque⁴, Roberto Luiz Teodoro⁴, Paulo de Sávio Lopes³, Martinho de Almeida e Silva⁵

RESUMO - Os objetivos deste trabalho foram identificar as funções matemáticas que melhor se ajustam à produção de leite de vacas da raça Guzerá, avaliar os efeitos dos fatores de ambiente sobre a forma da curva de lactação e estimar parâmetros genéticos para a produção de leite e para os componentes responsáveis pela forma da curva de lactação. Foram utilizadas 1130 lactações de 583 vacas da raça Guzerá, filhas de 165 touros, com produções abrangendo o período de 1983 a 1997. Os modelos $y = a n e^{-cn}$, $y = a - cn + \ln(n)$, $y = a - cn$ e $y = a e^{-cn}$ foram os que melhor se ajustaram à curva de lactação das vacas. Pela análise de variância, verificou-se que, os efeitos de rebanho, ano de parto e idade da vaca ao parto influenciaram as características produção de leite total, produção inicial e taxa de declínio da produção. Foram obtidas as estimativas para os coeficientes de herdabilidade e repetibilidade, por meio de análises com uma e duas características. A seleção de animais, baseada somente no formato da curva de lactação, seria de baixa eficiência.

Palavras-chave: curva de lactação, funções matemáticas, fatores de ambiente, parâmetros genéticos, raça Guzerá

Lactation Curve in Guzera Breed

ABSTRACT - The objectives of this work were to identify the mathematical functions that better fitted the milk production of Guzera breed cows, to evaluate the effects of the environmental factors on the lactation curve format and to estimate the genetic parameters for the milk production and for the dependable components of the lactation curve format. A total of 1130 lactations from 583 Guzera breed cows, daughters of 165 bulls, with production over the period from 1983 to 1997 were used. The models $y = a n e^{-cn}$, $y = a - cn + \ln(n)$, $y = a - cn$ and $y = a e^{-cn}$ were the ones that best fitted the milk production of the cows. By the analysis of variance, it was observed that the effects of cow herd, calving year and cow age at calving influenced the total milk production, initial milk production and milk decline production rate characteristics. The coefficients of heritability and repeatability estimates were obtained by means of one and two characteristic analyses. The animal selection, based only on the of the lactation curve format, would be of low efficiency.

Key Words: lactation curve, mathematical function, environmental factors, genetic parameters, Guzera breed

Introdução

Em consequência da grande extensão territorial do país e da adversidade climática encontrada nas diversas regiões, as raças zebuínas têm-se destacado progressivamente na exploração da atividade leiteira, seja como raça pura, ou em utilização nos diversos sistemas de cruzamento. Visto que nesta atividade a produção de leite é a característica de maior importância econômica, é imprescindível que os pesquisadores forneçam aos criadores as informações necessárias para promoverem o aprimoramento genético dos seus rebanhos.

A representação gráfica da produção de leite no decorrer da lactação de uma vaca é denominada curva de lactação, sendo nas raças zebuínas, de modo geral, decomposta em dois segmentos: produção ini-

cial e taxa de declínio da produção, os quais são influenciados por fatores genéticos e não-genéticos (SHANKS et al., 1981; QUEIROZ et al., 1991; e GADINI et al., 1998).

Existem vários trabalhos que procuram identificar uma função matemática que melhor se ajusta à produção de leite de bovinos (PAPAJCSIK e BODERO, 1988; SHERCHAND et al., 1995, entre outros), porém, poucos estudaram os parâmetros genéticos relacionados com as características da curva, como os trabalhos de SHANKS et al. (1981), SCHNEEBERGER (1981) e GONÇALVES et al. (1997). Estudos de SCHNEEBERGER (1981), FERRIS et al. (1985), BATRA et al. (1987), BIANCHINI SOBRINHO e DUARTE (1988) e GADINI et al. (1998) mostraram que o formato da curva de lactação pode ser alterado por meio da seleção.

¹ Parte da Dissertação apresentada à UFV, pelo primeiro autor, para obtenção do grau de "Magister Scientiae" em Zootecnia.

² Zootecnista, MS. Bolsista da CAPES. E.mail: jcobuci@alunos.ufv.br

³ Professor da Universidade Federal de Viçosa.

⁴ Pesquisador do CNPGL/EMBRAPA, Juiz de Fora, MG.

⁵ Professor da Universidade Federal de Minas Gerais.

Entre os fatores de ambiente que podem influenciar a produção de leite e, conseqüentemente, alterar o formato da curva de lactação, destacam-se o rebanho, o ano de parto, a estação de parto e a idade da vaca ao parto. Esses fatores foram significativos na maioria dos trabalhos consultados.

QUEIROZ et al. (1991), estudando 1710 lactações de vacas da raça Holandesa, verificaram que o ano de parto influenciou ($P < 0,05$) a produção total de leite e os parâmetros da curva de lactação. Oscilações observadas na produção de leite, de acordo com os anos estudados, de modo geral, refletem as mudanças na composição genética do rebanho, assim como as variações sazonais no ambiente, principalmente quanto à alimentação.

Na raça Guzerá, BARBOSA et al. (1986), estudando 517 lactações de 142 vacas, encontraram efeito significativo do mês do parto sobre a produção de leite, porém observaram que as maiores produções foram de vacas que tiveram parto nos primeiros meses da estação seca do ano.

BIANCHINI SOBRINHO e DUARTE (1988), por intermédio da função linear hiperbólica, mostraram que a forma da curva de lactação das vacas Gir foi alterada pela estação de parto e pelo número de ordenhas. No entanto, LOPES et al. (1994 e 1996) e MACMANUS et al. (1997) não confirmaram o efeito ($P > 0,05$) da estação de parição sobre os parâmetros das funções exponencial parabólica, gama e quadrática, respectivamente.

QUEIROZ et al. (1991) encontraram efeito ($P > 0,05$) da idade da vaca ao parto sobre a produção de leite de 672 vacas da raça Holandesa, distribuídas em sete rebanhos. Os autores relataram que o modelo polinomial de segundo grau é o que melhor explica este efeito. Na raça Gir, SOUZA et al. (1996) observaram que a produção de leite foi influenciada pela idade da vaca ao parto. JUNQUEIRA et al. (1997), com 2036 lactações de vacas da raça Holandesa, verificaram que todos os parâmetros da função gama incompleta foram influenciados pela idade da vaca ao parto.

O presente trabalho objetivou identificar, entre as diversas funções matemáticas citadas na literatura, as que melhor descrevem a produção de leite das vacas da raça Guzerá; estudar os efeitos dos fatores de ambiente sobre a forma da curva de lactação; e estimar os parâmetros genéticos para a produção de leite total e os parâmetros da curva de lactação que melhor se ajustou aos dados de produção de leite das vacas da raça Guzerá.

Material e Métodos

O arquivo inicial continha 1584 lactações e, após a exclusão dos registros com informações anormais que poderiam comprometer o presente estudo, restaram os registros de 1130 lactações de 583 vacas Guzerá, filhas de 165 touros, que tiveram suas produções observadas no período de 1983 a 1997. Estes dados são provenientes de nove rebanhos, distribuídos nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, os quais fazem parte do Arquivo Zootécnico Nacional, mantido pela Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora - MG, e são gerados em parceria com a Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ).

Os parâmetros das 22 funções matemáticas utilizadas neste estudo (Tabela 1) foram estimados por meio de regressão não-linear da produção de leite, em função do número de dias do parto até a avaliação do controle leiteiro, utilizando-se o método de *Gauss Newton*. Deve-se considerar, também, que, embora os símbolos usados para representar os parâmetros das diferentes funções sejam os mesmos, eles não têm necessariamente a mesma interpretação. Após o ajuste das funções, procederam-se às análises para a escolha dos modelos que melhor se ajustaram às produções de leite das vacas. A escolha baseou-se no percentual de lactações em que os parâmetros das funções foram significativos e no número de curvas atípicas encontradas para cada modelo. Nas etapas posteriores, foram avaliadas as influências dos fatores não-genéticos sobre a produção de leite total e os parâmetros da função que melhor descreveu as curvas de lactações. Em seguida, foram estimados os coeficientes de herdabilidade e repetibilidade para as características produção de leite total, produção inicial de leite "a" e taxa de declínio da produção de leite "c".

Os fatores de ambiente usados para compor as fontes de variação foram distribuídos da seguinte forma: rebanho (9 classes), ano de parto (1983 a 1997), estação de parto (1 = estação de seca [abril a setembro] e 2 = estação chuvosa [outubro a março] para os Estados da região Sudeste e 1 = estação de seca [outubro a março] e 2 = estação chuvosa [abril a setembro] para os Estados da região Nordeste); classes de idade da vaca ao parto: (1=34, 2=35-38, 3=39-41, 4=42-44, 5= 45-47, 6= 48-50, 7=51- 53, 8=54-56, 9=57-59, 10=60-62, 11=63-65, 12=66-68, 13=69-71, 14=72-74, 15=75-80, 16=81-86, 17=87-92, 18=93-98, 19=99-104, 20=105-110, 21=111-122, 22=123-134, 23=135-188 e 24 > 188 meses).

O modelo estatístico usado para verificar quais

Tabela 1 - Coeficiente de determinação (R²) e percentual médio (PM) de parâmetros significativos a 5%, segundo os modelos
Table 1 - Coefficient of determination and mean percentage of parameters significant at 5%, according to the models

	Modelo Model	Autor Author	R ² (%)	PM MP
1	$y = a e^{-cn}$	Brody et al. (1923)	69,34	92,69
2	$y = a e^{-bn} - a e^{-cn}$	Brody et al. (1924)	69,34	61,03
3	$y = a e^{(bn - cn^2)}$	Sikka (1950)	79,64	58,46
4	$y = n / (a + bn + cn^2)$	Nelder (1966)	52,55	37,72
5	$y = a n^b e^{-cn}$	Wood (1967)	79,18	67,93
6	$y = a + bn - cn^2$	Dave (1971)	79,65	59,67
7	$y = a - bn - a e^{-cn}$	Cobby e Le du (1978)	70,51	61,47
8	$y = a - cn$	Madalena et al. (1979)	70,51	93,13
9	$y = a - b/n - c$	Molina e Boschini (1979)	77,00	66,60
10	$y = a - bn + c \ln(n)$	Singh e Gopal (1982)	79,27	64,49
11	$y = a + bn + cn^2 + d \ln(n)$	Singh e Gopal (1982)	85,11	43,97
12	$y = a + b^n + c/n$	Bianchini Sobrinho (1984)	50,00	06,07
13	$y = a n^b / \cosh(cn)$	Papajcsik e Boderó (1988)	78,57	70,67
14	$y = a (1 - e^{-bn}) / \cosh(cn)$	Papajcsik e Boderó (1988)	48,45	26,37
15	$y = a \arctan(bn) / \cosh(cn)$	Papajcsik e Boderó (1988)	72,99	62,15
16	$y = a \ln(bn) e^{-cn}$	Papajcsik e Boderó (1988)	70,96	51,35
17	$y = a \ln(bn) / \cosh(cn)$	Papajcsik e Boderó (1988)	69,81	40,52
18	$y = a \arctan(bn) e^{-cn}$	Papajcsik e Boderó (1988)	76,97	66,54
19	$y = a n e^{-cn}$	Papajcsik e Boderó (1988)	56,38	99,68
20	$y = \sum_{i=1}^2 \{a_i b_i [1 - \tanh^2(b_i(n - c_i))]\}$	Grossman e Koops (1988)	75,61	69,49
21	$y = \sum_{i=1}^2 \{a_i b_i [1 - \tanh^2(b_i(n - c_i))]\}$	Grossman e Koops (1988)	91,65	40,80
22	$y = a - cn + \ln(n)$	**	72,04	97,60

**Modelo proposto neste trabalho.

**Model proposed in this work.

fatores de ambiente poderiam influenciar a forma da curva de lactação foi:

$$y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + RA_{ij} + E_k + C_l + \varepsilon_{ijkl}$$

em que

Y_{ijkl} = observação (produção de leite total, estimativas dos parâmetros "a" ou "c");

μ = constante comum a todas as observações;

R_i = efeito do rebanho i (i = 1, 2, ..., 9);

A_j = efeito do ano de parto j (j = 83, 84, ..., 97);

RA_{ij} = efeito da interação rebanho i-ano de parto j;

E_k = efeito da estação de parto k (k = 1, 2);

C_l = efeito da classe de idade da vaca ao parto (l = 1, 2, ..., 24); e

ε_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação

$$\varepsilon_{ijkl} \sim \text{NID}(0, I\sigma_e^2).$$

Para estimar os componentes de variância e covariância necessários para a estimativa dos parâmetros genéticos para as características em estudo, foi utilizado o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), por intermédio do programa MTDFREML (Multiple Trait Derivate Free Restricted Maximum Likelihood - BOLDMAN et al., 1995), utilizando-se o seguinte modelo:

$$\underline{y} = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{Z}\underline{g} + \underline{W}\underline{p} + \underline{e}$$

em que \underline{y} é o vetor das variáveis dependentes (pro-dução de leite total, produção inicial e taxa de declínio da produção); \underline{X} , a matriz de incidência de efeitosfixos; $\underline{\beta}$, o vetor de efeitos fixos (rebanho-ano-estaçãode parto, idade da vaca ao parto com termos linear e quadrático); \underline{Z} , a matriz de incidência dos efeitosgenéticos diretos; \underline{g} , o vetor dos efeitos aleatóriosdos valores genéticos diretos do animal; \underline{W} , a matriz

de incidência dos efeitos permanentes de ambiente;

 \underline{p} , o vetor dos efeitos permanentes de ambiente; e \underline{e} ,

o vetor dos erros aleatórios associados a cada observação.

Resultados e Discussão

A média de produção de leite por lactação (período médio de 290 dias) foi de 2359 kg, com coeficiente de variação de 29,51%. O formato da curva de lactação apresentou-se linear, com pico de produção entre o primeiro e o segundo mês de lactação (Figura 2).

Formato similar foi obtido por MADALENA et al. (1979) e GONÇALVES et al. (1996), para as lactações de vacas mestiças e puras da raça Gir, respectivamente.

Constam da Tabela 1 as médias dos coeficientes de determinação e o percentual médio de lactações em que os parâmetros dos modelos foram significativos ($P < 0,05$). As estimativas dos diferentes parâmetros, assim como o percentual de curvas atípicas encontradas para os modelos, são apresentadas na Tabela 2. Os percentuais de curvas atípicas obtidos neste trabalho foram inferiores aos encontrados na literatura, à exceção dos resultados de SHANKS et al. (1981) e LOPES et al. (1996), que obtiveram, respectivamente, 0,73 e 1,92% de lactações com formas atípicas. Essas são caracterizadas por apresentarem estimativas negativas para os parâmetros da curva de lactação. Assim, estimativas negativas para o parâmetro “a” implicam que a produção inicial de leite estimada seja menor que zero.

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, conclui-se que o modelo 19 descreveu melhor a curva de lactação das vacas da raça Guzerá, seguido, na ordem, pelos modelos 22, 8 e 1. A representação gráfica da curva de lactação estimada

para esses modelos é apresentada na Figura 1.

A análise de variância da produção de leite e dos parâmetros da curva de lactação encontra-se na Tabela 3. Observa-se que o efeito de rebanho, ano e idade da vaca ao parto influenciou ($P < 0,05$) a produção de leite e as estimativas dos parâmetros da curva de lactação. Não houve variação ($P > 0,05$) da produção inicial e produção de leite total nas diferentes estações de parto. Isto pode ter ocorrido em virtude do mesmo manejo e alimentação nas duas estações. Resultados semelhantes foram observados por LOPES et al. (1994), MACMANUS et al. (1997) e JUNQUEIRA et al. (1997), ajustando as lactações de vacas da raça Holandês, por meio das funções exponencial parabólica, gama incompleta e quadrática, respectivamente.

A curva de lactação média observada para as duas estações de parto estão representadas na Figura 2. Na Tabela 4, são apresentadas as médias da produção de leite observada e estimativas da produção inicial e taxa de declínio da produção para os diferentes rebanhos e estações de parto. A variação destas estimativas, segundo o ano de parto, é representada na Figura 3. As oscilações observadas podem ter como causa as variações climáticas, de manejo e da

Tabela 2 - Percentual de curvas atípicas e valores médios estimados para os diferentes parâmetros, de acordo com os modelos estudados

Table 2 - Percentage of atypical curves and average values estimated for the different parameters, according to the studied models

Modelo <i>Model</i>	Curva atípica (%) <i>Atypical curve (%)</i>	“a”	“b”	“c”	“d”
1	3,36	12,303±0,138	-	0,085±0,001	-
2	0,0	0,001±0,000	0,037±0,002	0,500±0,000	-
3	0,0	0,002±0,000	0,158±0,004	0,153±0,004	-
4	39,73	0,114±0,041	0,011±0,021	0,023±0,002	-
5	25,31	12,091±0,167	0,369±0,041	0,188±0,009	-
6	0,0	0,003±0,000	0,139±0,004	0,164±0,004	-
7	0,0	0,001±0,003	0,346±0,002	0,499±0,000	-
8	3,45	11,585±0,121	-	0,692±0,014	-
9	0,0	0,157±0,006	0,024±0,001	0,216±0,006	-
10	41,24	10,624±0,150	1,218±0,028	2,342±0,076	-
11	0,0	0,264±0,002	0,175±0,004	0,178±0,004	0,182±0,004
12	0,0	0,262±0,004	0,380±0,003	0,307±0,003	-
13	0,0	0,001±0,000	0,169±0,004	0,067±0,000	-
14	0,0	0,479±0,000	0,479±0,001	0,040±0,002	-
15	0,0	0,004±0,000	0,418±0,002	0,329±0,002	-
16	0,0	0,075±0,002	0,214±0,003	0,021±0,001	-
17	0,0	0,131±0,002	0,367±0,002	0,015±0,001	-
18	0,0	0,019±0,002	0,236±0,005	0,047±0,001	-
19	0,0	10,966±0,158	-	0,356±0,003	-
20	0,0	0,026±0,002	0,025±0,002	0,320±0,006	-
21	0,0	71,114±2,976	1,172±0,102	6,929±0,157*	-
21	0,0	53,195±1,875	1,561±0,114	1,572±0,069*	-
22	0,62	11,383±0,121	-	0,938±0,014	-

* Primeira e segunda fase, respectivamente, para a função multifásica.

* First and second phase, respectively, for multiphasic function.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da produção de leite total (Ptotal) e dos parâmetros estimados pelo modelo 19

Table 3 - Summary of analysis of variance for total milk production (Ptotal) and of parameters estimated by model 19

Fonte de variação <i>Source of variation</i>	gl <i>df</i>	Quadrado médio <i>Mean square</i>		
		Ptotal	"a"	"c"
Rebanho - Ano <i>Herd - year</i>	52	6.981.482,0**	224,10**	0,0477**
Rebanho <i>Herd</i>	8	3.3148.100,0**	1.030,04**	0,1460**
Ano de parto <i>Calving year</i>	14	1.560.970,0**	178,08**	0,0709**
Rebanho x Ano <i>Herd x year</i>	30	2.533.290,6**	30,66**	0,0106 ^{ns}
Estação de parto <i>Calving season</i>	1	1.420.301,0 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,0732**
Idade da vaca ao parto <i>Calving age</i>	23	576.223,7 ^{ns}	167,12**	0,0401**
Efeito linear <i>Linear effect</i>	1	1319042,0 ^{ns}	2.438,37**	0,6497**
Efeito quadrático <i>Quadratic effect</i>	1	2.090.213,0*	964,70**	0,1254**
Resíduo <i>Error</i>	1053	484.874,1	16,77	0,0082

ns (P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01).

alimentação dos animais, durante esses anos. As variações desses parâmetros, no decorrer dos anos, foram observadas por LOPES et al. (1994), JUNQUEIRA et al. (1997) e GONÇALVES et al. (1997).

Nas Figuras 4, 5 e 6, são apresentadas, respectivamente, a variação da produção de leite, produção inicial e taxa de declínio da produção, em função da idade da vaca ao parto. As variações que ocorrem com o avançar da idade da vaca são, principalmente, causadas por fatores fisiológicos e proporcionam desempenhos máximos com a maturidade do animal.

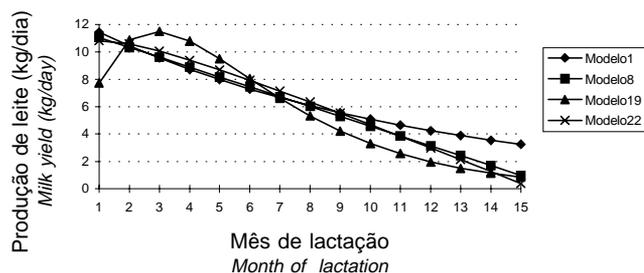


Figura 1 - Curva de lactação das vacas Guzerá, estimada pelos modelos selecionados.

Figure 1 - Lactation curve Guzerá cows, estimated by the selected models.

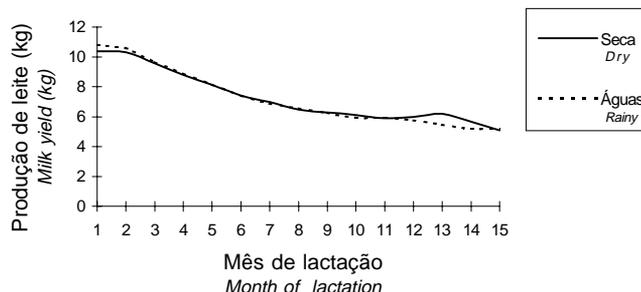


Figura 2 - Curva de lactação média observada para as diferentes estações de parto.

Figure 2 - Average lactation curve observed for the different calving seasons.

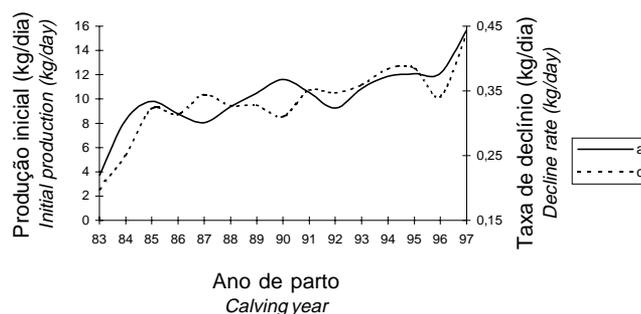


Figura 3 - Produção inicial de leite "a" e taxa de declínio da produção "c", de acordo com o ano de parto.

Figure 3 - Initial milk production "a" and production decline rate "c", according to the calving year.

Tabela 4 - Média da produção de leite e das estimativas da produção inicial "a" e taxa de declínio da produção "c", obtidas pelo modelo 19, segundo os efeitos de estação de parto e rebanhos

Table 4 - Means of milk production and the estimates of the initial production "a" and production decline rate "c", obtained by the model 19, according to the calving season and herds effects

Rebanho Herd	Produção ¹ Production	"a" ¹	"c" ¹
Estação seca Dry season			
1	2.797,48	12,85	0,34
2	2.668,66	14,34	0,38
3	1.895,38	8,03	0,34
4	1.491,05	5,87	0,30
5	1.725,19	8,59	0,37
6	3.290,25	11,55	0,31
7	2.826,28	11,66	0,34
8	2.231,31	8,94	0,32
9	2.869,27	13,30	0,37
Estação chuvosa Rainy season			
1	2.645,10	12,32	0,35
2	2.567,88	16,31	0,43
3	1.988,31	8,49	0,34
4	1.359,90	7,10	0,36
5	1.463,00	7,78	0,40
6	3.894,76	11,09	0,27
7	2.429,10	11,20	0,37
8	2.315,22	11,73	0,37
9	2.311,78	14,73	0,46

¹ kg/dia (kg/day).

Observa-se, nas Figuras 5 e 6, que as vacas mais jovens apresentaram menores produção inicial e taxa de declínio da produção, quando comparadas com as mais velhas.

Na Tabela 5, são apresentadas as estimativas dos coeficientes de herdabilidade e repetibilidade para as características produção de leite total, produção inicial e taxa de declínio da produção obtidas por meio de análises com característica única. Nas análises com duas características, obtiveram-se duas estimativas de herdabilidade e repetibilidade para a característica produção de leite total, em alguns casos com valores diferentes, tendo sido calculada a média destas estimativas (Tabela 6). As estimativas de herdabilidade obtidas para os quatro modelos selecionados indicam que a produção inicial de leite tem maior potencial para seleção que a taxa de declínio da produção.

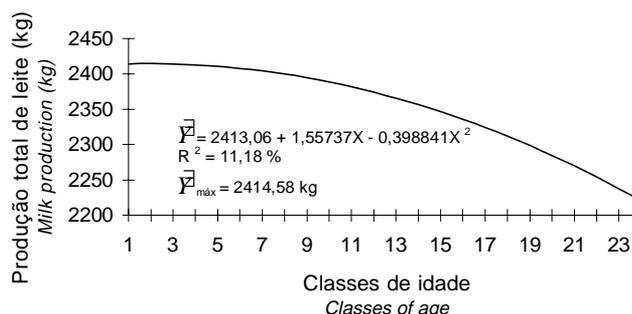


Figura 4 - Produção de leite total em função das classes de idade ao parto.

Figure 4 - Total milk production for classes of age at calving.

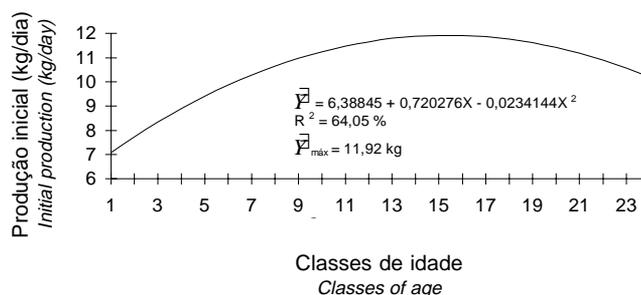


Figura 5 - Produção inicial de leite, em função das classes de idade ao parto.

Figure 5 - Initial production of milk for classes of age at calving.

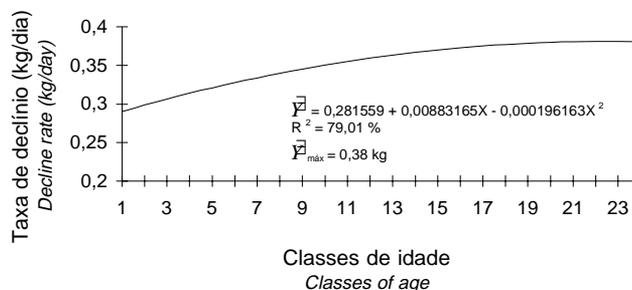


Figura 6 - Taxa de declínio da produção de leite, em função das classes de idade ao parto.

Figure 6 - Decline rate of the milk production for classes of age at calving.

Tabela 5 - Valores estimados para os coeficientes de herdabilidade e repetibilidade, para produção de leite total (Ptotal) e parâmetros "a" e "c" da curva de lactação, em análises com característica única

Table 5 - Values estimated for the coefficients of heritability and repeatability, for total milk production (Ptotal) and parameters "a" and "c" of lactation curve, in single trait analysis

Modelo Model	Característica Trait	Herdabilidade Heritability	Repetibilidade Repeatability
1	Ptotal	0,16±0,09	0,54±0,04
	"a"	0,17±0,10	0,47±0,04
	"c"	0,06±0,06	0,28±0,05
8	Ptotal	0,16±0,09	0,54±0,04
	"a"	0,17±0,10	0,48±0,04
	"c"	0,06±0,06	0,31±0,04
19	Ptotal	0,20±0,09	0,55±0,04
	"a"	0,07±0,06	0,34±0,04
	"c"	0,07±0,06	0,31±0,04
22	Ptotal	0,19±0,09	0,55±0,04
	"a"	0,19±0,10	0,48±0,04
	"c"	0,07±0,06	0,31±0,04

Tabela 6 - Valores estimados para os coeficientes de herdabilidade e repetibilidade, para produção de leite total (Ptotal) e parâmetros "a" e "c" da curva de lactação em análises com duas características

Table 6 - Values estimated for the coefficients of heritability and repeatability, for total milk production (Ptotal) and parameters "a" and "c" of lactation curve, in analysis with two traits

Modelo Model	Característica Trait	Herdabilidade Heritability	Repetibilidade Repeatability
1	Ptotal	0,20	0,55
	"a"	0,18	0,48
	"c"	0,08	0,28
8	Ptotal	0,20	0,54
	"a"	0,18	0,49
	"c"	0,09	0,32
19	Ptotal	0,23	0,55
	"a"	0,11	0,35
	"c"	0,07	0,31
22	Ptotal	0,22	0,55
	"a"	0,19	0,49
	"c"	0,10	0,32

Conclusões

Em estudos que visam ajustar equações de regressão aos dados de produções de leite de vacas da raça Guzerá, indica-se utilizar uma das seguintes funções ($y = a n e^{-cn}$), ($y = a - cn + \ln(n)$), ($y = a - cn$) ou ($y = a e^{-c n}$).

Em consequência da baixa herdabilidade da taxa de declínio da produção de leite, o formato da curva de lactação das vacas da raça Guzerá não pode ser alterado pela seleção com base nesse componente da curva de lactação.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, S.B.P., PEREIRA, C.S., FONSECA, C.G. et al. 1986. Estudo de características produtivas de um rebanho Guzerá na região agreste de Pernambuco. I - Produção de leite. *Arq. Esc. Med. Vet. Zootec.*, 38(3):381-389.
- BATRA, T.R., LIN, C.Y., McALLISTER, A.J. et al. 1987. Multitrait estimation of genetic parameters of lactation curves in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, 70(10):2104-2111.
- BIANCHINI SOBRINHO, E. *Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir*. Ribeirão Preto, SP: FMVRP/USP, 1984, 88p. Dissertação (Doutorado em Genética) Faculdade de Medicina Veterinária de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1984.
- BIANCHINI SOBRINHO, E., DUARTE, F.A.M. 1988. Genetic and environmental aspects of the linear hyperbolic lactation curve. *Rev. Bras. Genet.*, 11(3):671-678.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. 1995. *A Manual for use of MTDFREML; a set programs to obtain estimates of variances and covariances* [DRAFT]. Lincoln: Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 115p.
- BRODY, S., RAGSDALE, A.C., TURNER, C.W. 1923. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period of lactation. *J. Gen. Physiol.*, 5:441-444.
- BRODY, S., TURNER, C.W., RAGSDALE, A.C. 1924. The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition. *J. Gen. Physiol.*, 6:541-545.
- COBBY, J.M., LE DU, Y.L.P. 1978. On fitting curves to lactation data. *Anim. Prod.*, 26(2):127-133.
- DAVE, B.K. 1971. First lactation curve of Indian water buffalo. *JNKVV Res. J.*, 5:93.
- FERRIS, T.A., MAO, I. L., ANDERSON, C.R. 1985. Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 68(6):1438-1448.
- GALDINI, C.H., FARO, L.E., FREITAS, M.A.R. Seleção para produção de leite auxiliada pela curva de lactação de vacas mestiças. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998, p.291.

- GONÇALVES, T.M., MARTINEZ, M.L., MILAGRES, J.C. 1996. Curvas de lactação na raça Gir. I. Escolha do modelo de melhor ajuste. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 25(4):616-626.
- GONÇALVES, T.M., MARTINEZ, M.L., MILAGRES, J.C. 1997. Curvas de lactação na raça Gir. 2. Influência dos fatores de meio ambiente, estimativas de repetibilidade e herdabilidade para os parâmetros da curva de lactação quadrática logarítmica. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 26(1):88-97.
- GROSSMAN, M., KOOPS, W.J. 1988. Multiphasic analysis of lactation curves in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 71(6):1598-1608.
- JUNQUEIRA, L.V., NEIVA, R.S., VEIGA, R.D. et al. 1997. Estudo das curvas de lactação de vacas Holandesas de alguns rebanhos do Estado de Minas Gerais, por intermédio de uma função gama incompleta. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 26(6):1109-1118.
- LOPES, M.A., NEIVA, R.S., VALENTE, J. et al. Aplicação da função exponencial parabólica no estudo da curva de lactação de vacas da raça Holandesa variedade preto e branco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá, PR. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p.204.
- LOPES, M.A., NEIVA, R.S., VALENTE, J. et al. 1996. Aplicação da função tipo gama incompleta no estudo da curva de lactação de vacas da raça Holandesa, variedade preta-branca, mantidas em sistema intensivo de produção. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 25(6):1086-1101.
- MADALENA, F.E., MARTINEZ, M.L., FREITAS, A.F. 1979. Lactation curves of Hostein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. *Anim. Prod.*, 29:101-107.
- MCMANUS, C., GUTH, T.L.F., SAUERESSIG, M.G. Curvas de lactação em gado holandês em confinamento total no DF. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora, MG. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.74.
- MOLINA, J.R., BOSCHINI, C. 1979. Adjustment of the dairy curve of a Holstein herd with a linear modal model. *Agron. Costarric.*, 3(2):167.
- NELDER, J.A. 1966. Inverse polynomials a useful group of multi-factor response functions. *Biometrics*, 22(1):128-141.
- PAPAJCSIK, I.A., BODERO, J. 1988. Modeling lactation curves of Friesian cow in a subtropical climate. *Anim. Prod.*, 47(2):201-207.
- QUEIROZ, S.A., ALBUQUERQUE, L.G., FREITAS, M.A.R. et al. 1991. Fatores genético e de meio que influenciam os componentes da curva de lactação de bovinos da raça Holandesa. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 43(4):357-370.
- SCHNEEBERGER, M. 1981. Inheritance of lactation curve in Swiss brown cattle. *J. Dairy Sci.*, 64(3):475-483.
- SHANKS, R.D., BERGER, P.J., FREEMAN, A.E. 1981. Genetic aspects of lactation curves. *J. Dairy Sci.*, 64(9):1852-1860.
- SHERCHAND, L., McNEW, R.W., KELLOGG, D.W. et al. 1995. Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 78(11):2507-2513.
- SIKKA, L.C. 1950. A study of lactation as effected by buredity and environment. *J. Dairy Res.*, 17(3):231-252.
- SINGH, R.P., GOPAL, R. 1982. Lactation curves analysis of buffaloes maintained under village conditions. *Ind. J. Anim. Sci.*, 52(12):1157-1160.
- SOUZA, E.M., MILAGRES, J.C., REGAZZI, A.J. et al. 1996. Efeitos de fatores genéticos e de meio ambiente sobre a produção de leite em rebanhos de Gir leiteiro. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 25(4):889-901.
- WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic model of lactation curve in cattle. *Nature*, 216(5111):164-165.

Recebido em: 28/09/99

Aceito em: 29/02/00