

FATORES GENÉTICOS E DE MEIO NA CURVA DE LACTAÇÃO DE CAPRINOS LEITEIROS¹

HERALDO CESAR GONÇALVES * ², FRANCISCO STEFANO WECHSLER², ALCIDES AMORIM RAMOS², LILIAN MARTINI PULZ³, TIAGO CRESTE LOSI³, NÍVEA REGINA DE OLIVEIRA FELISBERTO³, HELEN FERNANDA BARROS GOMES³, ANA PAULA GIASSETI³

¹Parte da tese apresentada à UFV pelo primeiro autor, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”. Financiado pela FAPEMIG. Recebido para publicação em:29/04/03. Aceito para publicação em: 28/06/04.

²Departamento de Produção e Exploração Animal da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, CEP 18618-000, Botucatu, SP. E-mail: heraldo@fca.unesp.br.

³Curso de Zootecnia da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, CEP 18618-000, Botucatu, SP.

RESUMO: O trabalho teve por objetivo avaliar os fatores de meio que influenciam as características da curva de lactação e estimar seus parâmetros genéticos por meio de dois métodos de análise. Foram utilizadas 1.336 lactações de 687 cabras em 7 fazendas, durante 7 anos e 3 raças (1- Alpina, 2 - Saanen e 3 - Toggenburg). Para o ajuste da curva de lactação foi utilizada a função difásica. A média das características da curva foram: tempo de pico das fases 1 e 2 (TP1 e TP2) 95,24 e 105,35 dias, duração das fases 1 e 2 (DF1 e DF2) 213,04 e 185,20 dias, produção no pico das fases 1 e 2 (PF1 e PF2) 2,14 e 1,87 kg, produção de leite inicial das fases 1 e 2 (PLIF1 e PLIF2) 1,12 e 0,86 kg, produção de leite inicial (PLI) 1,99 kg, produção de leite das fases 1 e 2 (PLF1 e PLF2) 300,29 e 335,01 kg e produção de leite total 635,30 kg. Foi observado influência de ano de parto nas características PF1, PF2, PLI e PLF1, de estação de parto na TP1, PLIF1 e PLI e da interação ano x estação na DF2 e PLF2. Observou-se um efeito linear da idade da cabra ao parto na PLIF2 e quadrático na PF1, PF2, PLIF1, PLI e PLF1. Houve influência da combinação fazenda-raça na TP1, DF2, PF2, PLIF2, PLI, PLF1 e PLF2. O valor das estimativas de herdabilidade, para as características da curva, estimadas por dois métodos de análise foram inferiores a 0,20, exceção feita a PLT que apresentou valor de 0,30. O mesmo ocorreu com as estimativas de repetibilidade sendo exceção os valores de PLT e PLI que foram superiores a 0,20.

Palavras-chave: ciclo lactacional, função multifásica, intervalo de partos, produção de leite

GENETIC AND ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING LACTATION CURVE FROM DAIRY GOATS

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the environmental factors affecting lactation curve traits and to estimate their genetic parameters by means of two methods of analysis. The data originated from 1,336 lactations of 687 goats, raised in seven farms over seven years and belonging to one of three breeds (1 - Alpine, 2 - Saanen and 3 - Toggenburg). The diphasic function was used to adjust the lactation curves. The curve trait means were as follows: days until peak in phases 1 and 2 (TP1 and TP2): 95.24 and 105.35; length of phases 1 and 2 (DF1 and DF2): 213.04 and 185.20 days; peak milk yield in phases 1 and 2: 2.14 and 1.87 kg; initial milk yield in phases 1 and 2 (PLF1 and PLF2): 1.12 and 0.86 kg; initial milk yield (PLI): 1.99 kg; milk yield during phases 1 and 2 (PLF1 and PLF2): 300.29 and 335.01 kg; and total milk yield: 635.30 kg. The following effects were observed: year on PF1, PF2, PLI and PLF1; kidding season on TP1, PLF1 and PLI; and year x season interaction on DF2 and PLF2. A linear effect of age at kidding was observed for PLIF2 and a quadratic effect was observed for PF1, PF2, PLIF1, PLI and PLF1. A farm-breed effect was detected for TP1, DF2, PF2, PLIF2, PLI, PLF1 and PLF2. The heritability estimates for curve traits, obtained through two methods of analysis, stayed all below 0.20, excepting PLT, for which the estimate was 0.30. The same occurred to the repeatability estimates, excepting PLT and PLI, for which the estimates were higher than 0.20.

Keywords: lactation cycle, multiphasic function, kidding interval, milk yield.

INTRODUÇÃO

Na região sudeste do Brasil, as cabras apresentam estação reprodutiva bem definida. Osaios aparecem a partir do meio do verão (fevereiro) estendendo-se até a metade do outono (maio) e como consequência, os partos ocorrem durante o inverno e início da primavera. Em decorrência da estacionalidade reprodutiva e do crescimento das forragens, o leite de cabra torna-se também um produto estacional, com excesso de produção no intervalo agosto - fevereiro e escasso no restante do ano. Algumas técnicas tem sido utilizadas para quebrar a estacionalidade reprodutiva dos caprinos, visando a distribuição uniforme ao longo do ano, como o manejo do fotoperíodo, utilização de hormônios e o efeito macho, tendo cada uma delas efeitos favoráveis e desfavoráveis.

Vislumbrando a possibilidade de contornar a problemática da estacionalidade por meio da seleção de animais que apresentem diferentes formas de curva de lactação, como por exemplo, animais que apresentem pico de produção mais tardio, produções mais constantes ou alguma característica que permita melhor distribuição da produção de leite ao longo do ano, torna-se necessário conhecer a curva de lactação das cabras, nessa região.

Outra utilidade advinda do conhecimento da curva de lactação e dos fatores que a influenciam, seria o de poder avaliar o seu ajustamento frente a adoção de diferentes práticas de manejo, como por exemplo, um parto por ano ou três partos em dois anos.

De sete funções utilizadas para descrever a curva de lactação de cabras no Brasil, as que melhor representaram as lactações individuais foram: função linear, quadrática e polinômio segmentado com dois segmentos quadráticos. Essa conclusão foi baseado no coeficiente de determinação ajustado e no gráfico de resíduos e desvios entre as produções totais observadas e esperadas (RIBEIRO, 1977).

Por outro lado a função multifásica foi primeira-

mente utilizada para descrever a curva de crescimento de frangos de corte de ambos os sexos (GROSSMAN e KOOPS, 1988a). Posteriormente, GROSSMAN e KOOPS (1988) utilizaram-na para descrever a curva de lactação das vacas.

GIPSON e GROSSMAN(1989) foram os primeiros a ajustar a curva de lactação de caprinos por meio da função difásica. Eles a definiram como:

$$Y_t = \sum_{i=1}^2 \{a_i b_i [1 - \tanh^2(b_i(t - c_i))]\} \quad (1)$$

em que:

Y_t = produção de leite em (kg) ao tempo t (dias de lactação);

\tanh = tangente hiperbólica; para cada fase i ;

a_i, b_i e c_i = parâmetros a serem estimados pela regressão não-linear, na qual $i = 1$ e 2 .

As características para cada fase da curva de lactação foram calculadas por:

- 1) tempo decorrido para atingir o pico de produção (TP1 e TP2), sendo definido como c_i ;
- 2) duração das fases (DF1 e DF2), como o tempo decorrido para que a produção de leite atinja 75% da produção assintótica total, definido como $2 b_i^{-1}$;
- 3) pico de produção das fases (PF1 e PF2), definido como $a_i b_i$;
- 4) produção de leite inicial para cada fase (PLIF1 e PLIF2) e produção de leite inicial: (PLI = PLIF1 + PLIF2), calculada pela equação (1) para $t=0$; e
- 5) produção de leite para cada fase (PLF1 e PLF2) e produção de leite total (PLT = PLF1 + PLF2), calculada pela integral da equação (1) para $t = 305$ dias, como:

$$PLT_{305} = \sum_{i=1}^2 \{a_i [\tanh(b_i (305 - c_i)) - \tanh(b_i (0 - c_i))]\} \quad (2)$$

em que

a_i , b_i , c_i e \tanh = definidos na equação (1).

Os autores concluíram que a primeira fase pode ser considerada como de pico, em razão de sua curta duração e da proximidade ao pico global. A segunda, como fase de persistência, em função de sua maior duração. A seleção para alta produção de leite provavelmente afetará mais as características associadas com a segunda fase da lactação do que com a primeira.

Nos EUA, GIPSON e GROSSMAN(1989) utilizaram a função multifásica (bifásica) para ajustar a curva de lactação de cinco raças de cabras (Alpina, La Mancha, Anglo Nubiana, Saanen e Toggenburg) e observaram o efeito de estação (inicial e final) nas seguintes características da primeira fase: produção de leite inicial, produção no pico, produção de leite aos 305 dias de lactação e duração da fase. Para a segunda fase, observaram efeito de estação nas características apontadas acima e também na duração da fase. A produção de leite aos 305 dias na primeira fase foi maior para as lactações iniciadas no final da estação (263,6 kg) que as de início de estação (95,1 kg). Para a segunda fase, a situação se inverteu, tendo as lactações iniciadas no princípio da estação apresentado maior produção de leite (764,6 kg) que as iniciadas no final (616,9 kg).

Os autores não encontraram efeito de ordem de parição nem tipo de parto na produção de leite em nenhuma das fases. Relataram também que as produções de leite (305 dias) para a primeira e segunda fases foram similares para as cinco raças, sendo para a primeira parição e primeira fase 197,52; 148,25; 168,13; 201,23; e 189,13 kg e para a primeira parição e segunda fase 675,28; 604,95; 536,5; 698,67; e 679,2 kg para as raças Alpina, LaMancha, Nubiana, Saanen e Toggenburg, respectivamente.

Assim, os objetivos deste trabalho foram: avaliar a forma da curva de lactação de cabras leiteiras criadas na região sudeste do Brasil, verificar os fatores de meio que influem nas características da curva por intermédio do método dos mínimos quadrados (MMQ) e obter estimativas de parâmetros

genéticos dessas características, através de dois métodos de análise, o MMQ e a máxima verossimilhança restrita livre da derivação da função densidade de probabilidade (DFREML).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados em sete propriedades localizadas na região Sudeste do Brasil, sendo que em 4 os dados foram coletados oficialmente pela Associação Brasileira de Criadores (ABC). Os dados das demais propriedades são provenientes de controle realizado pelo próprio criador.

Em todas as propriedades, os animais eram criados no sistema confinado em aprisco suspenso do solo, com piso ripado. As ordenhas eram realizadas duas vezes ao dia.

Embora existissem algumas diferenças entre as fazendas participantes deste estudo, a alimentação fornecida era basicamente a mesma. O alimento era fornecido de acordo com as necessidades nutricionais dos animais nas diversas categorias. Até o 10º dia de vida, os cabritos (as) recebiam apenas leite. A partir do 11º, os mesmos tinham acesso a feno e concentrado. A desmama era realizada entre 60 e 90 dias, desde que os animais apresentassem pelo menos 2,5 vezes o peso ao nascer.

Após o desmame, as fêmeas recebiam feno de gramínea ou leguminosa, à vontade, e por volta de 400 g dia⁻¹ de concentrado com 18% de proteína bruta. Quando as cabritas atingiam o peso entre 30-35 kg, eram manejadas para iniciar a vida reprodutiva.

Durante a gestação, as cabritas continuavam a receber a mesma alimentação até a parição. Após o parto, a alimentação volumosa era constituída de capim-elefante e feno de gramíneas e leguminosas. O alimento concentrado, fornecido na hora da ordenha, era suficiente para complementar as neces-

sidades nutricionais dos animais. A mistura mineral fazia parte da suplementação alimentar de todas as categorias.

Em todas as propriedades os animais recebiam tratamento contra parasitas intestinais e pulmonares.

Para avaliar a influência de efeitos ambientais nas características da curva de lactação e estimativas da herdabilidade pelo MMQ, utilizaram-se 1.336 observações de 678 cabras filhas de 95 bodes de três raças (1- Alpina, 2-Saanen e 3-Toggenburg) em sete

fazendas, nos anos de 1986 a 1992, sendo que os reprodutores utilizados tinham pelo menos duas filhas.

A análise dos efeitos identificados, que poderiam contribuir para a variação das características da curva e para a estimativa da herdabilidade, foi realizada pelo método dos quadrados mínimos para números desiguais de informações nas subclasses - LSMLMW (Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program), segundo HARVEY (1990), utilizando-se o Modelo I.

Modelo I:

$$Y_{ijklm} = \mu + P_i + B_{ij} + A_k + E_l + (AE)_{kl} + b_1(I_{ijklm} - \bar{I}) + b_2(I_{ijklm} - \bar{I})^2 + e_{ijklm}$$

em que:

Y_{ijklm} = característica da curva avaliada na lactação m , iniciada na estação l do ano k da cabra filha do reprodutor j e da fazenda-raça i ;

μ = constante inerente aos dados;

P_i = efeito da fazenda-raça i , ($i = 1, 2, \dots, 16$);

B_{ij} = efeito do reprodutor j , dentro de fazenda-raça i ($j = 1, 2, \dots, 95$), suposto aleatório, em que $B_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_B^2)$;

A_k = efeito de ano de parto k ($k = 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991$ e 1992);

E_l = efeito da estação de parto l , sendo $l = 1$ fora da estação (dez. - jun.), 2 início da estação (jul.-ago.) e 3 final da estação de parto (set.-nov.);

$(AE)_{kl}$ = efeito da interação de ano de parto k e estação de parto l ;

b_1 e b_2 = coeficientes de regressão linear e quadrático das características da curva em função da idade da cabra ao parto;

I_{ijklm} = idade da cabra ao parto, em meses, na lactação m , iniciada na estação l do ano k da cabra filha do reprodutor j e da fazenda-raça i ;

\bar{I} = média de idade das cabras ao parto; e

e_{ijklm} = erro associado à informação $Y_{ijklm} \sim \text{NID}(0, \sigma_W^2)$.

As estimativas de herdabilidade foram obtidas pela correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas.

Para a estimativa de repetibilidade através do MMQ, analisaram-se 1.222 observações de 404 cabras que tinham pelo menos duas observações.

Dessa forma, os arquivos de dados utilizados para os cálculos da herdabilidade e repetibilidade não foram os mesmos. A análise que produziu a estimativa da repetibilidade foi realizada pelo modelo I, com a substituição do termo B_{ij} por C_{ij} , em que:

Y_{ijklm} = característica avaliada na lactação m , iniciada na estação l do ano k , da cabra j , dentro da classe fazenda-raça i ;

C_{ij} = efeito da cabra j dentro da fazenda-raça i sendo $j = 1, 2, 3, \dots, 11$, suposto aleatório, em

que $C_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_c^2)$.

Todos os outros efeitos dos modelos, exceto B_{ij} e e_{ijklm} , foram considerados como fixos.

Os erros-padrão das estimativas de herdabilidade e repetibilidade foram calculados de acordo com SWIGER *et al.* (1964). Os componentes de variância foram também estimados utilizando-se a metodologia BLUP (Melhor Predição Linear Não-viesada).

Modelo II:

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + E_j + F_k + R_l + b_1 (I_{ijklmn} - \bar{I}) + b_2 (I_{ijklmn} - \bar{I})^2 + g_{ijklm} + ep_{ijklm} + e_{ijklmn}$$

em que:

Y_{ijklmn} = característica observada na lactação n , da cabra m , da raça l , na fazenda k , iniciada na estação j e no ano i ;

μ = constante inerente a todas as observações;

A_i = efeito do ano i , tomado como fixo;

E_j = efeito de estação j , tomado como fixo;

F_k = efeito de fazenda k , tomado como fixo;

R_l = efeito de raça l , tomado como fixo;

b_1 e b_2 = coeficientes de regressão linear e quadrático de Y_{ijklmn} em relação à idade no início da lactação;

I_{ijklmn} = idade da cabra m , na observação n , da raça l , da fazenda k , estação j e do ano i ;

\bar{I} = média de idade das cabras ao parto;

g_{ijklm} = valor genético do animal m , tomado como aleatório, da raça l , fazenda k , estação j e do ano i ;

De posse dos componentes de variância estimados pelo método dos quadrados mínimos para números desiguais nas subclasses (HARVEY, 1990), utilizou-se o programa Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML), desenvolvido por BOLDMAN *et al.* (1993), que adotam o procedimento livre de derivada. No programa é utilizado o modelo animal e pode ser empregado para modelos uni ou multivariados, com ou sem medidas repetidas por animal, permitindo também obter a solução dos efeitos fixos e a predição dos valores genéticos dos animais.

O critério de convergência adotado foi 10^{-6} , e após o estabelecimento desse, para se evitar a ocorrência de máximo local, foram realizados novos processamentos, tendo sido considerado o final do processo quando o resultado de dois reprocessamentos não mais se alterava.

Para o cálculo dos componentes de variância e covariância, estimação dos efeitos fixos e predição do valor genético dos animais, foi utilizado o modelo II.

ep_{ijklm} = efeito de ambiente permanente do animal m , tomado como aleatório, da raça l , fazenda k , estação j e do ano i ; e

e_{ijklmn} = erro aleatório associado a cada observação, suposto normal e independente.

Características analisadas

As seguintes características da curva de lactação foram analisadas: tempo decorrido para atingir o pico de produção das fases 1 e 2 (TP1 e TP2), duração das fases (DF1 e DF2), pico de produção das fases (PF1 e PF2), produção de leite inicial para cada fase (PLIF1 e PLIF2), produção de leite inicial (PLI = PLIF1 + PLIF2), produção de leite para cada fase (PLF1 e PLF2) e produção de leite total (PLT = PLF1 + PLF2).

Ajuste de lactações

Os dados da produção de leite contidos nas fichas zootécnicas registrados pelos criadores e do controle oficial realizado pela Associação Brasileira de Criadores foram inicialmente ajustados individualmente de acordo com a função multifásica (difásica), segundo GROSSMAN e KOPPS (1988), com o intuito de estudar, de modo detalhado, o comportamento da produção de leite das cabras.

Para as estimativas dos parâmetros da função difásica foi usado o procedimento REGREGN do programa SAEG (Sistema para Análise Estatísticas e Genéticas), segundo EUCLYDES (1983), que utiliza o método de Gauss Newton puro.

De posse dos parâmetros da função difásica, calcularam-se as características da curva de lactação para cada fase, de acordo as equações (1), porém a produção de leite de cada fase (PLF1 e PLF2) e a produção total foram calculadas pela integral da equação (1) para $t = DL$ (duração da lactação) como:

$$PLT_{DL} = \sum_{i=1}^2 \{a_i [\tanh(b_i (DL - c_i)) - \tanh(b_i (0 - c_i))]\}, \quad (3)$$

em que:

DL = duração da lactação; e

a_i , b_i , c_i e \tanh = já definidos na equação (1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a representação esquemática da função multifásica (difásica) para a lactação de uma cabra que produziu 907,74 kg de leite na lactação (343,05 kg na primeira e 564,69 kg na segunda fase).

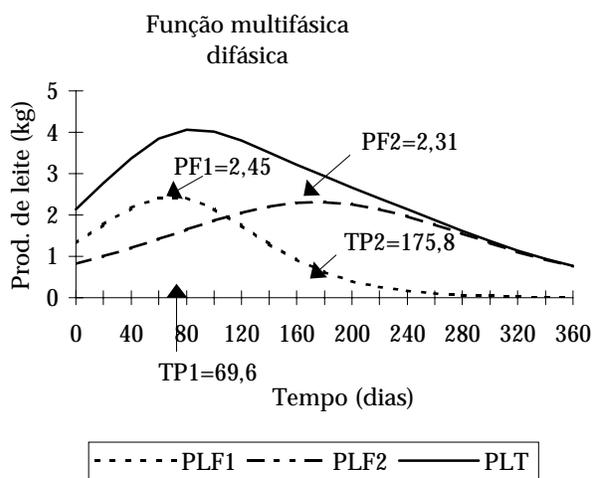


Figura 1. Representação esquemática de uma lactação ajustada pela função multifásica (difásica)

Os resumos da análise de variância das características da curva de lactação analisadas pelo MMQ são apresentados no Quadro 1, as médias e os erros-padrão e os coeficientes de regressão das características da curva de 1.336 lactações encontram-se no Quadro 2. As médias das características para os efeitos estudados, nos Quadros 3 e 4.

Efeito do ano de parto sobre as características da curva de lactação

O ano de parto influenciou significativamente ($P < 0,01$) as características PF1, PF2, PLI, PLF1 e

Quadro 1. Resumo da análise de variância para as características da curva de lactação

Fontes de variação	GL	Quadrado médio										
		TP1	TP2	DF1	DF2	PF1	PF2	PLIF1	PLIF2	PLI	PLF1	PLF2
Ano de parto	6	10.891,75	15.888,13	25.973,96	43.195,03	3,87**	4,37**	0,41	2,46	2,26**	135.333,40**	341.624,68**
Est. de parto	2	41.746,19**	3.270,15	81.146,51	17.402,38	0,75	0,36	5,56**	0,22	5,44**	77.427,10	114.758,16
Ano X est.	12	52.36,33	11.012,53	24.695,07	53.044,36**	1,62	1,85	0,90	1,84	1,12	66.415,24	226.766,70**
Idade da cabra:												
Linear	1	20.435,87	3.224,61	3.232,64	2.994,85	17,64**	19,10**	5,16	13,23**	34,91**	388.170,24**	316.070,78
Quadrática	1	1.559,10	7.955,85	80.683,83	47.715,15	28,89**	21,97**	13,16**	1,12	21,94**	1.037.023,42**	522.373,17
Faz.-raça	15	16.340,21**	16.876,91	53.328,81	66.701,89**	3,20	3,99**	2,29	2,92**	6,78**	182.684,40**	665.882,47**
Repr./faz.-raça	79	6.873,36	8.597,93	26.796,72	19.282,63	1,54	0,78	1,35	1,11	1,08	60.444,17	105.287,57
Resíduo	1219	6.098,14	6.261,93	21.391,08	20.482,38	1,03	1,00	1,11	0,98	0,72	42477,27	88.897,22

** Diferenças significativas (P<0,01) pelo teste F.

Quadro 2. Médias, erros-padrão e coeficientes de regressão e variação das características da curva de lactação

Característica	Média	Coefficiente de regressão ^b
TP1 (dias)	95,24 ± 6,63	0,996
TP2 (dias)	105,35 ± 8,54	-0,068
DF1 (dias)	213,04 ± 14,24	0,096
DF2 (dias)	185,20 ± 10,05	0,860
PF1 (kg)	2,14 ± 0,12	36,738
PF2 (kg)	1,87 ± 0,07	135,548
PLIF1 (kg)	1,12 ± 0,09	-12,985
PLIF2 (kg)	0,86 ± 0,08	121,938
PLI (kg)	1,99 ± 0,09	142,568
PLF1 (kg)	300,29 ± 23,09	0,304
PLF2 (kg)	335,01 ± 27,08	0,663

^b coeficiente de regressão da produção de leite em função das características da curva de lactação.

Quadro 3. Médias das características da curva de lactação para os efeitos de ano, estação e fazenda-raça

Níveis	Observações	Características											
		PLIF1	PLIF2	PLI	PLF1	PLF2	TP1	TP2	DF1	DF2	PF1	PF2	Conjunt
Fazenda - Raça													
2 - 1	8	0,57	1,57 d	2,10 a	164,91 d	465,91 b	100,95 a	44,39	95,39	255,23 a	2,18	2,32 a	c
2 - 2	57	1,27	1,05 a	2,33 a	295,05 b	366,23 b	59,74 c	65,55	201,11	179,70 b	2,10	2,03 a	a
3 - 1	9	1,63	0,34 b	1,96 a	444,48 a	169,34 a	104,47 a	102,05	282,02	131,41 c	2,36	1,12 b	d
3 - 2	11	1,19	1,31 c	2,50 b	321,35 b	418,53 b	124,90 b	64,55	252,73	164,42 b	2,19	2,15 a	a
3 - 3	4	1,03	0,80 a	1,83 a	207,45 e	144,22 a	60,86 c	70,75	187,45	85,35 d	1,84	1,45 b	a
4 - 1	23	1,52	0,95 a	2,47 b	442,98 a	492,23 b	104,85 a	150,21	252,67	257,35 a	2,54	2,33 a	b
4 - 2	30	0,91	1,25 c	2,17 a	323,99 b	463,20 b	125,27 b	100,93	228,05	245,66 a	2,13	2,17 a	a
7 - 1	20	1,24	0,81 a	2,05 a	349,06 f	421,41 b	96,50 e	124,55	251,11	213,48 e	2,36	1,91 a	a
7 - 2	58	1,47	1,18 c	2,65 b	436,63 a	611,49 c	100,92 a	135,02	243,54	253,09 a	2,93	2,64 d	b
8 - 1	110	0,99	1,02 a	2,02 a	309,34 b	385,86 b	117,23 d	110,86	234,94	198,92 b	2,05	2,00 a	a
8 - 2	298	1,20	0,81 a	2,01 a	318,26 b	351,97 b	106,56 a	124,77	236,77	202,46 b	2,09	1,87 a	a
9 - 2	7	1,40	0,23 b	1,64 a	254,10 c	200,44 a	59,23 c	158,04	238,73	182,60 b	1,79	1,04 b	a
9 - 3	13	0,52	0,46 b	0,98 c	134,40 d	156,00 a	114,19 d	103,26	142,23	120,78 c	1,62	1,30 b	a
10 - 1	469	1,05	0,75 a	1,80 a	279,19 b	267,19 a	91,17 e	115,27	189,24	167,37 b	2,12	2,01 a	a
10 - 2	60	1,10	0,86 a	1,95 a	270,66 b	246,92 a	81,62 f	105,66	187,72	160,67 b	2,12	1,98 a	a
10 - 3	159	0,87	0,50 b	1,37 c	250,83 c	199,27 a	75,36 f	109,36	184,93	144,68 b	1,89	1,67 c	a
Ano													
86	134	1,06	0,79	1,85	252,07	206,74	102,02	104,72	231,21	155,02	1,85	1,47	
87	292	1,02	0,86	1,88	269,90	318,54	99,59	114,08	185,86	196,38	2,07	1,87	
88	200	1,13	0,93	2,09	340,86	409,16	106,44	112,02	210,19	209,29	2,41	2,08	
89	198	1,09	0,79	1,88	338,52	378,50	99,46	118,37	203,67	195,56	2,32	2,04	
90	159	1,12	0,95	2,08	320,30	324,99	94,62	83,87	226,36	151,04	2,19	1,96	
91	165	1,26	0,65	1,91	293,72	324,83	71,89	114,65	217,00	199,30	2,09	1,69	
92	188	1,18	1,06	2,24	286,67	372,32	92,64	89,74	217,01	189,79	2,07	1,99	
Estação													
1	430	0,94 a	0,87	1,81	311,98	345,39	110,13 a	102,41	230,08	183,89	2,08	1,89	
2	488	1,20 b	0,89	2,09 b	309,19	348,79	94,02 b	108,97	217,06	193,17	2,18	1,90	
3	418	1,24 b	0,84	2,09 b	279,70	310,87	81,57 b	104,66	191,98	178,53	2,17	1,83	
Médias	1336	1,12	0,87	1,99	300,29	335,01	95,24	105,35	213,04		2,14	1,87	

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, para efeito de estação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,01$). Médias com letras iguais para o efeito de fazenda-raça foram classificadas como pertencentes a um mesmo grupo pela análise de agrupamento, utilizando-se o método de Tocher ($Q = 0,26; 0,39; 42,54; 119,26; 6,26; 35,43; 0,31; e 4,18$ para PLIF2, PLI, PLF1, PLF2, TP1, DF, PF2 e para todas as características. em conjunto, respectivamente).

Quadro 4. Médias ajustadas das características da curva de lactação, segundo a interação ano x estação

Ano	Estação	Características da Curva de Lactação											
		TP1	TP2	DF1	DF2**	PF1	PF2	PLIF1	PLIF2	PLI	PLF1	PLF2**	PLT
1986	1	100,47	115,61	230,63	161,56	1,50	1,44	0,85	0,84	1,69	219,14	214,59	463,72
	2	94,55	126,47	263,61	160,35	2,05	1,21	1,29	0,51	1,80	330,50	158,63	489,13
	3	111,05	72,07	199,38	143,15	1,99	1,76	1,03	1,01	2,04	206,58	217,01	423,60
1987	1	112,34	114,08	185,09	184,33	1,97	1,73	0,82	0,81	1,63	245,48	286,89	532,36b
	2	89,55	135,26	189,61	216,47	2,13	2,01	1,19	0,77	1,95	298,48	359,36	657,84a
	3	96,87	92,89	182,88	188,34	2,12	1,88	1,05	1,02	2,06	265,75	309,38	575,14ab
1988	1	114,85	116,13	211,31	182,66	2,70	2,12	1,11	0,81	1,92	396,99	361,64	758,64
	2	106,98	112,64	208,27	225,37	2,33	2,07	1,17	1,01	2,18	308,96	417,07	726,03
	3	97,50	107,28	211,00	219,85	2,19	2,07	1,12	1,06	2,18	316,62	448,76	765,38
1989	1	126,52	111,69	236,94	240,14	2,16	2,10	0,68	0,86	1,54	337,93	444,87	782,81
	2	103,68	114,94	187,22	174,14	2,27	2,19	1,12	0,96	2,07	311,72	402,56	714,28
	3	68,19	128,48	186,83	172,39	2,53	1,81	1,46	0,56	2,02	365,90	288,07	653,98
1990	1	111,55	74,93	279,69	87,99	2,11	1,86	1,06	0,87	1,93	348,76	272,11	620,87
	2	95,09	82,28	212,00	167,57	2,31	2,01	1,12	0,98	2,09	330,30	334,50	664,80
	3	77,20	94,38	187,39	197,55	2,14	2,02	1,19	1,02	2,20	281,83	368,38	650,22
1991	1	94,27	103,07	246,63	186,96	1,94	1,59	0,98	0,64	1,63	318,41	306,66	625,08
	2	75,76	103,87	208,85	225,62	2,13	1,91	1,32	0,92	2,24	293,51	411,10	704,61
	3	45,66	137,00	195,52	185,31	2,23	1,57	1,47	0,38	1,85	269,25	286,72	555,97
1992	1	110,88	81,33	220,27	243,59a	2,14	2,35	1,04	1,28	2,32	317,17	500,95a	818,13a
	2	92,53	87,35	249,87	182,65ab	2,04	1,92	1,18	1,09	2,28	290,86	358,28ab	649,14b
	3	74,52	100,54	180,89	143,14b	2,02	1,72	1,32	0,81	2,13	251,97	257,74b	509,71c

Médias seguidas da mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,01$).

** Características em que a interação ano x estação do parto foi significativa.

PLF2 (Quadro 1). No Quadro 4 são apresentados os valores dessas características por ano e no

Quadro 5 os coeficientes de regressão da PLF1 em função do ano de parto.

Quadro 5. Coeficientes de regressão, ponto de máximo, ano de máxima observação e coeficientes de determinação para as características DF2 e PLF2 em função do ano de parto para cada estação

Estação/Ano	Coeficientes			Ponto de Máxima observação	Ano de máxima observação	R ²
	Constante	Linear	Quadrático			
			<i>PLF1</i>			
Ano	-60.813,40	1.369,36	-7,67	331,95	89,30	0,7943
			PF1			
Ano	-327,46	7,39	-0,04	2,31	89,20	0,7467
			PF2			
Ano	-285,30	6,42	-0,03	2,03	89,53	0,5092
			PLI			
Ano	-1,98	0,045	-	-	-	0,4172
			<i>DF2</i>			
3 (set.-nov.)	-47.841,30	1.080,66	-6,07	203,15	88,92	0,6585
			<i>PLF2</i>			
1 (dez.-jun.)	-2.230,65	28,89	-	-	-	0,3793
2 (jul.-ago.)	-122.334,00	2.736,13	-15,24	417,33	89,73	0,6927
3 (set.-nov.)	-115.633,00	2.606,93	-14,64	369,64	88,99	0,5138

A PLF1 aumentou de 1986 até atingir a máxima produção em 1989, seguida de declínio nos anos posteriores, comportamento semelhante ao observado para a PLT nas três estações de parto (GONÇALVES *et al.*, 2000).

No Quadro 5 são apresentados os coeficientes de regressão do PF1, PF2 e PLI, em função do ano de parto, bem como o ponto de máxima, o ano de máxima observação e o coeficiente de determinação para essas características.

O mesmo comportamento da PLF1 foi observado para a PF1 e PF2, cuja máxima produção também ocorreu no ano de 1989. Já para a PLI, o comportamento foi linear ao longo dos anos, sendo observado aumento de 0,045 kg de leite na PLI por ano de parto.

Pelos resultados, verifica-se que as condições favoráveis no ano de 1989 beneficiaram a característica PF1, levando a um aumento da PLF1, que teve correlação fenotípica positiva de 0,74 e 0,27 com o PF1 e PLI, respectivamente (Quadro 6). Os aumentos da PLF1 e PF2 também colaboraram com a

maior PLT, principalmente para as estações 2 e 3 no ano de 1989, pois aumento na PLF1 e PF2 leva a aumento na PLT, já que a correlação entre elas foi de 0,24 e 0,49 com a PLT, respectivamente.

Efeito da estação de parto sobre as características da curva de lactação

As características TP1, PLIF1 e PLI foram influenciadas ($P < 0,01$) pela estação de parto (Quadro 1). No Quadro 3 são apresentadas as médias ajustadas dessas características por estação.

O TP1 para as lactações iniciadas fora da estação de parto (estação 1) foi maior que as iniciadas no começo (estação 2) e final da estação de parto (estação 3). As cabras paridas na estação 1 (dez.-jun.) atravessaram a estação de monta, recém-paridas ou em final de gestação, portanto foram poucas as que conceberam, levando a um aumento no intervalo de partos (IDP) e possibilitando que as mesmas apresentassem maiores lactações. Isso beneficiou o TP1, que apresentou correlação fenotípica positiva com a duração da lactação de 0,23. Este resultado é contrário ao relatado por GIPSON e GROSSMAN (1989), que

Quadro 6. Herdabilidades (Diagonal), correlações genéticas (Acima) e correlações fenotípicas (abaixo da diagonal) para as características da curva de lactação estimadas pelo MMQ

Caract.e-rísticas	TP1	TP2	DF1	DF2	PF1	PF2	PLIF1	PLIF2	PLI	PLF1	PLF2	PLT	DL
TP1	0,04	-0,60	1,00	0,00	0,03	0,00	-1,00	1,00	-0,28	0,73	1,00	0,88	0,76
TP2	-0,46	0,12	-0,35	0,00	0,28	0,00	0,68	-1,00	-0,14	0,41	-0,04	0,19	0,54
DF1	0,02	0,02	0,08	0,00	-0,38	0,00	-1,00	1,00	-0,03	0,25	0,92	0,57	0,87
DF2	0,11	0,11	-0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PF1	-0,30	-0,30	0,24	-0,35	0,15	0,00	0,65	-0,14	0,46	0,65	0,22	0,44	0,28
PF2	0,38	0,38	-0,32	0,29	-0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PLIF1	-0,58	-0,58	0,44	-0,35	0,67	-0,45	0,07	-0,04	0,80	0,15	0,27	0,21	0,15
PLIF2	0,55	0,55	-0,30	0,49	-0,49	0,65	-0,65	0,04	0,57	0,33	0,34	0,33	-0,14
PLI	-0,08	-0,08	0,19	0,12	0,26	0,20	0,48	0,36	0,15	0,32	0,42	0,37	0,04
PLF1	-0,14	-0,14	0,64	-0,45	0,74	-0,32	0,66	-0,47	0,27	0,13	1,00	1,00	0,99
PLF2	0,36	0,36	-0,39	0,73	-0,39	0,66	-0,51	0,73	0,22	-0,48	0,06	1,00	0,62
PLT	0,29	0,29	0,06	0,45	0,14	0,49	-0,05	0,45	0,46	0,24	0,74	0,30	0,81
DL	0,23	0,26	0,24	0,31	0,11	0,12	0,03	0,08	0,13	0,34	0,32	0,62	0,37

não observaram efeito da estação de nascimento (inicial e final) sobre o tempo para se atingir o pico de produção.

A PLIF1 e a PLI foram menores para a estação 1 em relação as outras duas, que também contraria os resultados de GIPSON e GROSSMAN (1989), que observaram 0,92 kg a mais de leite para a PLIF1 nas lactações iniciadas no começo da estação de nascimento.

O maior TP1 e menor PLIF1 certamente beneficiaram a produção de leite total para a estação 1 no ano de 1992, o que pode ser verificado pela correlação fenotípica positiva de 0,29 para PLT e TP1, negativa de -0,05 para PLT e PLIF1, além de -0,58 para TP1 e PLIF1 e -0,08 para TP1 com PLI (Quadro 6).

No Quadro 2, pode-se observar que para cada kg de aumento na PLIF1 a PLT diminui 12,985 kg e para cada dia de aumento no TP1 a PLT aumenta 0,996 kg. Assim, cabe ao produtor decidir se a remuneração recebida pelo leite produzido na estação 1 (fora da safra) é compatível com o aumento no IDP.

Efeito da interação ano x estação de parto sobre as características da curva de lactação

As características DF2 e PLF2 foram influencia-

das ($P < 0,01$) pela interação entre ano x estação de parto. No Quadro 4 são apresentadas as médias ajustadas dessas características em cada estação para um ano específico.

As duas características apresentaram resultados similares. Apenas no ano de 1992 foram observadas diferenças significativas entre as médias nas diferentes estações de parto. As lactações iniciadas fora da estação de nascimento (estação 1) apresentaram médias maiores que as começadas no final da estação (estação 3), tendo elas não apresentado diferenças das médias de início de estação (estação 2). Esse resultado pode também ser reflexo da duração da lactação, que no ano de 1992 apresentou o mesmo comportamento e correlação fenotípica positiva em torno de 0,30 com as duas características. Com isso, a PLT foi também beneficiada no mesmo período do ano de 1992, em virtude da correlação fenotípica de 0,45; 0,74; e 0,62 para a DF2, PLF2 e DL com PLT, respectivamente (Quadro 6).

Embora as diferenças entre as médias de estação da DF2 e PLF2 no ano de 1987 (Quadro 4) não tenham sido significativas, elas podem ter colaborado para as diferenças entre as estações na PLT observadas nesse ano (Quadro 4).

No Quadro 5 também são apresentados, para cada estação, os coeficientes de regressão, o ponto

de máximo, o ano de ocorrência e o coeficiente de determinação para cada estação das características DF2 e PLF2.

Nas estações 1 e 2 não foi observada tendência definida para a evolução da DF2 em função dos anos de parto, porém na estação 3 essa apresentou-se de forma quadrática.

A PLF2 teve comportamento linear na estação 1 e quadrático nas estações 2 e 3.

Efeito da fazenda-raça sobre as características da curva de lactação

O efeito combinado da fazenda-raça influenciou significativamente ($P < 0,01$) nas características TP1, DF2, PF2, PLIF2, PLI, PLF1 e PLF2 (Quadro 1).

Foi processada a análise de agrupamento para todas as características da curva de lactação conjuntamente, com padronização, em virtude das características terem unidades diferentes.

No Quadro 3 são apresentados os valores das características da curva de lactação para cada combinação da fazenda-raça.

Com base na análise de agrupamento individual ou em conjunto das características da curva de lactação dentro das diversas fazendas, constatou-se que, embora houvesse diferenças entre as raças, não existiu nítida constância de superioridade de uma raça em relação à outra em nenhuma das características. O mesmo foi observado quando se comparou uma raça específica em várias fazendas.

Isso vem demonstrar que existem diferenças genéticas entre os animais de uma mesma raça nas várias fazendas de criação ou que as condições ambientais diferenciadas em cada fazenda impõem limites à máxima expressão do potencial de cada raça ou a ambas.

Em parte este resultado é contrário ao de GIPSON e GROSSMAN(1989), que observaram diferença significativa entre raças. A Alpina apresentou média 43,4 dias, a Toggenburg 50,7 dias e a Nubiana 41,2 dias no TP1. Também observaram que a Saanen apresentou 136,9 dias a menos que a Toggenburg na DF2.

As características da curva de lactação tiveram correlações fenotípicas positivas com a PLT, exceção feita a PLIF1. A análise de agrupamento para todas as características colocou os níveis da fazenda-raça, 4-1 e 7-2 num mesmo grupo, mostrando não haver diferenças entre eles. Esse resultado é semelhante ao da PLT, que colocou os níveis 4-1 e 7-2 num mesmo grupo, e esses dois níveis foram também concordantes na PLI, DF2 e TP1, além de apresentarem valores semelhantes na PLIF2 e PF2, indicando os altos desempenhos na PLT estarem relacionados com altos valores das características da curva.

Efeito da idade da cabra ao parto sobre as características da curva de lactação

A idade da cabra ao parto influenciou ($P < 0,01$), de modo quadrático, as características PF1, PF2, PLIF1, PLI, PLF1 e PLT (Quadro 1). Os coeficientes de regressão, o ponto de máximo, a idade no ponto de máximo e o coeficiente de determinação (R^2) encontram-se no Quadro 7.

Quadro 7. Coeficientes de regressão linear e quadrático das características PF1, PF2, PLIF1, PLI e PLF1 em função da idade da cabra ao parto

Característica.	Coeficientes			Ponto de Máxima observação	Idade de Máxima observação	R^2
	Constante	Linear	Quadrático			
PF1	2,1461	0,014938	-0,000429	2,2761	48,8937	0,0306
PF2	1,8756	0,015546	-0,000374	2,0371	52,2669	0,0286
PLIF1	1,1236	0,008081	-0,000289	1,1801	45,4644	0,0119
PLI	1,9915	0,021018	-0,000374	1,4868	59,5824	0,0487
PLF1	300,2934	2,216218	-0,081258	315,4046	45,1204	0,0228

De maneira geral, as características da fase 1 da curva de lactação (PF1, PLIF1, PLF1) apresentaram o ponto de máximo próximo aos 45 meses de idade, ou seja, entre a terceira e quarta lactações, estando próximas do máximo observado para a produção de leite total que foi 46,659 meses (GONÇALVES *et al.*, 2001).

Já para o PF2, a idade de máxima produção ocorreu um pouco mais tarde, aos 52,267 meses, e para a PLI, essa idade foi ainda maior, ocorrendo aos 59,982 meses.

Efeito significativo de ordem de parição foi relatado por GIPSON e GROSSMAN (1989) na primeira fase apenas para o tempo de pico. Eles relataram que este efeito foi maior para o primeiro e segundo partos em relação ao terceiro, sendo a diferença do primeiro para o terceiro de 12,4 dias.

Na segunda fase, estes autores apontam a ordem de parto influenciando a produção inicial, o pico de produção, o tempo de pico e a duração da fase. A PLIF2 e a PF2 foram menores na primeira e segunda partições em relação à terceira. Já o TP2 e DF foram maiores nas duas primeiras partições em relação à terceira.

Apenas o efeito significativo de ordem de parição no PF2 foi o aspecto concordante com os resultados daqueles autores, porém aqui a máxima PF2 foi observada por volta da quarta parição.

Parâmetros genéticos

Estimativas de herdabilidade

As estimativas de herdabilidade das características estudadas foram obtidas pelo método de correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas.

Os valores de herdabilidade e as correlações genéticas das características da curva de lactação, bem como da produção de leite e duração da lactação, estão contidos no Quadro 6.

As estimativas de herdabilidade e de correlações genéticas que envolviam as características PF1 e DF2 foram consideradas 0,00, em virtude de o valor da componente de variância de reprodutor dentro de fazenda-raça ser negativo.

De maneira geral, os valores de herdabilidade das características da curva de lactação obtidos neste estudo estão abaixo de 0,15, demonstrando que respondem menos a seleção quando comparados à produção de leite.

Portanto, só seria aconselhável incluir algumas dessas características num programa de melhoramento genético, como, por exemplo, a produção de leite no pico das fases (PF1 e PF2) e a produção de leite inicial das fases (PLIF1 e PLIF2), se o objetivo perseguido fosse obter um IDP por volta de oito meses e lactação entre 180-200 dias, para se atingir a meta de três partos em dois anos.

Estimativas de repetibilidade

As estimativas de repetibilidade para as características estudadas foram obtidas pela correlação intraclasse entre observações de uma mesma cabra, com base na componente de cabra dentro de fazenda-raça e no componente do resíduo. As estimativas e respectivos erros-padrão constam do Quadro 8. O valor da repetibilidade da produção de leite total, duração da lactação e intervalo de partos foi obtido no mesmo conjunto de dados e apresentados em GONÇALVES *et al.* (2001), GONÇALVES *et al.* (2002), GONÇALVES *et al.* (1997) respectivamente.

Quadro 8. Número de observações constantes (K) da componente de cabras dentro de fazenda-raça e estimativas do coeficiente de repetibilidade e respectivos erros-padrão estimados pelo MMQ para as características estudadas

Características	Número de Observações	K	$\hat{r} \pm \text{E.P.}$
Produção total de leite	1222	2,974	0,277 \pm 0,033
Duração da lactação	1222	2,974	0,108 \pm 0,031
TP1	1222	2,974	0,000 \pm 0,000
TP2	1222	2,974	0,018 \pm 0,030
DF1	1222	2,974	0,007 \pm 0,029
DF2	1222	2,974	0,000 \pm 0,000
PF1	1222	2,974	0,100 \pm 0,031
PF2	1222	2,974	0,118 \pm 0,032
PLIF1	1222	2,974	0,000 \pm 0,000
PLIF2	1222	2,974	0,000 \pm 0,000
PLI	1222	2,974	0,137 \pm 0,032
PLF1	1222	2,974	0,084 \pm 0,031
PLF2	1222	2,974	0,032 \pm 0,030
Intervalo de partos	712	2,710	0,103 \pm 0,043

As estimativas de repetibilidade para as características da curva de lactação apresentaram valores baixos, indicando uma única observação do animal ser de baixa precisão.

Os valores de repetibilidade para as características TP1, DF2, PLIF1 e PLIF2 foram considerados 0,00, em virtude de o valor da componente de variância de cabra dentro de fazenda-raça ser negativo.

Algumas características apresentaram valores de herdabilidade superior aos de repetibilidade, possivelmente em virtude das estimativas serem originadas de conjuntos de dados diferentes, em função da disponibilidade de informações das observações.

Correlações genéticas e fenotípicas

As correlações da produção total de leite, duração da lactação com as características da curva de lactação e entre elas encontram-se no Quadro 7. Algumas características apresentam correlações altas entre si e com a produção de leite total, como TP1, PLF1 e PLF2 com PLT e TP1, DF1, PLF1 e PLT com DL. Isso significa que a seleção para produção de leite levaria a um aumento simultânea na duração do período de lactação por meio de respostas correlacionadas, além da TP1, PLF1 e PLF2.

A maximização da eficiência produtiva e reprodutiva seria atingida com a ocorrência de três partos em dois anos e uma lactação com aproximadamente 180 dias (GONÇALVES *et al.*, 1997).

Portanto, seria indicado num programa de seleção, que vise a máxima eficiência, animais que apresentem as maiores produções de leite num menor período de lactação possível.

Assim, seria indicada a seleção dos animais pela PLF1 e PLF2, que guardam altas correlações com a PLT.

Nesse sentido, para a fase 1 as características TP1 e PF1 deveriam ser consideradas num programa de

seleção, pois elas apresentam correlações de 0,73 e 0,65 com a PLF1 e de 0,88 e 0,44 com a PLT, respectivamente, além da PF1 guardar correlação genética baixa com a DL de 0,28.

Na fase 2, a análise ficou prejudicada, em virtude da impossibilidade de se estimar a correlação genética entre as características DF2 e PF2 com a PLF2 e PLT, mas pôde-se constatar que o TP2 é uma característica indesejável, pois apresenta correlação genética negativa (-0,04) com a PLF2 e positiva e alta com a DL e que a PLIF2 e PLI são desejáveis, pois apresentam correlações genéticas de -0,14 e 0,04 com a DL, de 0,34 e 0,42 com a PLF2 e de 0,33 e 0,37 com a PLT, respectivamente.

Estimação dos componentes de variância e covariância e melhor predição linear-não viesada (BLUP) dos valores genéticos

As estimativas dos componentes de variância, herdabilidade e repetibilidade estimadas num mesmo conjunto de dados, para as características estudadas de maneira univariada pelo REML, encontram-se no Quadro 9.

De maneira geral, as estimativas de herdabilidade das características analisadas pelo REML mostraram-se com valores inferiores aos obtidos pelo MMQ, exceção feita a PLI e IPP, que foram maiores (Quadros 7 e 9).

Esses resultados são compreensíveis, visto que no MMQ as produções repetidas de um mesmo indivíduo são tomadas como se fossem produções de meio irmãs, fazendo com que haja um incremento no componente de variância de reprodutor, enquanto no REML é empregado o modelo animal que toma corretamente as produções repetidas como sendo de um mesmo indivíduo.

Com base nas estimativas do REML, confirmou-se o que já havia sido comprovado pelo método dos mínimos quadrados, ou seja, pode-se esperar pequeno progresso genético para as características da curva de lactação.

Quadro 9. Estimativas dos componentes de variância, herdabilidade e repetibilidade para as características da curva de lactação, duração da lactação, IEP e IPP avaliados de maneira univariada pelo REML

Características	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	$\hat{\sigma}_{Et}^2$	\hat{h}^2	\hat{r}
PLT	16887,6873	5,3630	61443,0149	0,21557	0,21564
DL	426,5948	0,0029	3413,7036	0,11111	0,11111
TP1	2,1152	0,0213	6138,5832	0,00034	0,00035
TP2	331,9521	0,6352	6168,4139	0,05090	0,05102
DF1	338,8910	0,1252	21429,2467	0,01557	0,01557
DF2	320,0000	56,6667	20953,5493	0,01500	0,01766
PF1	0,0000	0,0941	0,9774	0,00001	0,08783
PF2	0,0000	0,1090	0,9009	0,00000	0,10793
PLIF1	0,01130	0,0424	1,0262	0,01046	0,04973
PLIF2	0,0452	0,0001	1,0044	0,04306	0,04315
PLI	0,2213	0,1661	0,6912	0,20517	0,35916
PLF1	1854,8070	1602,9568	40708,0603	0,04199	0,07829
PLIF2	0,3656	875,7736	90655,9370	0,000004	0,00956
IPP	11041,6897	-	29923,0507	0,3695	-
IDP	4,2626	1385,7662	15137,2711	0,00026	0,08411

As estimativas dos componentes de variância e covariância analisados de maneira bivariada da PLT com as outras características estudadas por meio do REML constam no Quadro 10, e as estimativas de herdabilidade, repetibilidade, correlações genéticas e fenotípicas, no Quadro 11.

As estimativas de herdabilidade da PLT, quando analisadas de modo bivariada (Quadro 11), apresentaram-se com valores inferiores à análise univariada (Quadro 9). As correlações genéticas, por sua vez, mostraram-se superiores quando analisadas pelo REML em relação ao MMQ, fato não observado para as correlações fenotípicas, que foram muito próximas para os dois métodos (Quadro 7 e 11).

Assim, quando da resolução das EMM multivariada, devem-se utilizar as estimativas dos componentes de variância e covariância da análise multivariada do REML.

Com relação às estimativas de repetibilidade analisadas pelo REML (Quadro 9), embora tenham sido realizadas num arquivo de dados diferente do MMQ (Quadro 8), elas também mostraram-se menores, exceção feita a PLI, que foi maior.

Por esses resultados pode-se constatar a baixa confiabilidade em poucas observações dessas características ou na inconstância das estimativas da função multifásica.

A correlação fenotípica estimada entre IPP e PLT, por meio do REML, apresentou valor baixo, 0,092, mostrando que o critério de peso mínimo adotado pelos criadores, não tem grande influência na produção de leite do animal. Dessa forma, há necessidade de melhor avaliar esse critério para reduzir a IPP. A correlação genética, por sua vez, também apresentou valor muito baixo, 0,0085, indicando ausência de efeitos genéticos aditivos entre os genes que controlam as duas características.

Quadro 10. Estimativas dos componentes de variância e covariância da PLT com as outras características analisadas de maneira bivariada, pelo REML

Caracte- rísticas	PLT			Covariância			Características		
	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	$\hat{\sigma}_{Et}^2$	$\hat{\sigma}_{EPPL,CAR}$	$\hat{\sigma}_{EPPL,CAR}$	$\hat{\sigma}_{EPPL,CAR}$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	$\hat{\sigma}_{Et}^2$
DL	6.566,6323	9.714,6206	59.929,2036	779,8707	1.125,5935	8.406,2704	332,3845	130,4179	3.351,8600
TP1	3.848,3773	13.845,7218	58.655,1537	282,1709	-0,1454	5.848,2198	20,6894	0,0002	6.119,1141
TP2	2.357,6558	14.849,8974	58.955,7063	746,9003	5,1541	-1294,1019	344,6811	0,0018	6.185,0096
DF1	6.100,6077	11.152,0925	59.288,2986	1.378,7951	5,1405	1.059,0385	416,6354	0,4538	21.348,7648
DF2	8.480,9531	7.433,8897	60.437,2160	203,2722	11,6208	17.959,0320	4,8721	0,0182	20.673,2436
PF1	4.693,2178	13.468,6890	58.194,7263	3,7462	40,5812	-0,0285	0,0029	0,1223	0,9499
PF2	8.851,0051	9.083,4970	59.232,2277	10,4206	25,1324	106,6806	0,0123	0,1003	0,9028
PLIF1	14.849,2051	4.746,0371	58.127,6170	6.932,5748	2.226,4311	4.520,4510	3.236,5770	1.044,4494	38.035,6578
PLIF2	14.961,0071	1.468,4046	59.841,3933	6.718,6073	244,8977	54.550,1846	3.017,1559	40,8436	88.364,6846
PLI	4.929,9035	12.316,4173	59.132,7106	6,7989	24,6046	82,3029	0,0396	0,0744	0,6579
PLF1	14.849,2051	4.746,0371	58.127,6170	6.932,5748	2.226,4311	4.520,4510	3.236,5770	1.044,4494	38.035,6578
PLF2	14.961,0071	1.468,4046	59.841,3933	6.718,6073	244,8977	54.550,1846	3.017,1559	40,8436	88.364,6846
IPP	3.648,2946	13.752,5359	59.033,4876	51,8910	-	5.098,4660	10.241,4657	-	30.543,1427
IDP	2.813,1243	14.115,5693	59.234,7453	691,5231	667,6949	6.179,6259	169,9905	1.250,2407	15.230,1257

Quadro 11. Estimativas de herdabilidade, repetibilidade, correlações genéticas e fenotípicas da produção de leite com as outras características estudadas analisadas pelo REML, de maneira bivariada

PLT		Correlações		Outras Características na Presença de PLT		
\hat{h}^2	\hat{r}	\hat{r}_G	\hat{r}_F	Características	\hat{h}^2	\hat{r}
0,0861	0,2136	0,5278	0,6047	DL	0,0871	0,1213
0,0504	0,2317	0,9999	0,2831	TP1	0,0034	0,0034
,0309	0,2259	0,8285	-0,0243	TP2	0,0528	0,0528
0,0797	0,2254	0,8648	0,0598	DF1	0,0191	0,0192
0,1111	0,2084	0,9999	0,4574	DF2	0,0002	0,0002
0,0606	0,2347	1,0000	0,1546	PF1	0,0028	0,1165
0,1147	0,2324	0,9999	0,5081	PF2	0,0121	0,1108
0,1040	0,2403	0,9560	0,0199	PLIF1	0,0453	0,0589
0,0859	0,2305	0,6872	0,4534	PLIF2	0,0311	0,0311
0,0645	0,2258	0,4866	0,4683	PLI	0,0513	0,1477
0,1911	0,2521	0,9999	0,2386	PLF1	0,0765	0,1012
0,1961	0,2154	0,9999	0,7366	PLF2	0,0330	0,0334
0,0477	0,2277	0,0085	0,0922	IPP	0,2511	
0,0369	0,2223	1,0000	0,2117	IDP	0,0102	0,0853

CONCLUSÕES

As características da curva de lactação sofreram influência dos fatores ambientais que por sua vez influenciaram a PLT.

As características da curva de lactação são pouco herdáveis e a confiança em poucas observações repetidas é de baixa precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. A Manual for use of MTDFREML, a set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. Lincoln: Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1993. 120 p.
- EUCLYDES, R.F. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa: 1983. 59 p.
- GIPSON, T.A.; GROSSMAN, M. Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 72, p. 1035-1044, 1989.
- GONÇALVES, H.C.; SILVA, M.A.; RAMOS, A.A. et al. Fatores genéticos e de meio no intervalo de partos de caprinos leiteiros. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 905-913, 1997.
- GONÇALVES, H.C.; SILVA, M.A.; WECHSLER, F.S. et al. Fatores genéticos e de meio na produção de leite de caprinos leiteiros. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, MG, v.30, n. 3, p. 719-729, 2001.
- GONÇALVES, H.C.; WECHSLER, F.S.; RAMOS, A.A. Fatores genéticos e ambientais na duração da lactação de caprinos leiteiros. *B. Industr. Anim.*, Nova Odessa, v. 59, n.1, p.17-19, 2002.
- GROSSMAN, M.; KOOPS, W.J. Multiphasic analysis of lactation curves in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v.71, p. 1598-1608, 1988.
- GROSSMAN, M.; KOOPS, W.J. Multiphasic analysis of growth curves in chickens. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 67, p. 33-42, 1988a.
- HARVEY, W.R. User's guide for LSMLMW and MIXMDL PC - 2 version. Ohio: State University, 1990. 91 p.
- RIBEIRO, M.N. Estudo da curva de lactação de um rebanho caprino no estado da Paraíba. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1997. 91f. Tese de Doutorado.
- SWIGER, L. A.; HARVEY, W. R.; EVERSON, D. O. et al. The variance of intra-class correlation involving groups with one observation. *Biometrics*, Virginia, v. 20, p. 818- 826, 1964.