

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES EQUAÇÕES PARA CARACTERIZAR A CURVA DE LACTAÇÃO EM BOVINOS DE CORTE¹

MAURÍCIO MELLO DE ALENCAR^{2,3}, GERALDO MARIA DA CRUZ², RYMER RAMIZ TULLIO², LUCIANO DE ALMEIDA CORRÊA²

RESUMO - Examinaram-se diferentes equações no ajuste de curvas de lactação de 14 vacas canchins, 13 vacas nelores e 11 vacas ½ Canchim + ½ Nelore. As produções de leite foram estimadas pelo método de pesar o bezerro antes e após a mamada, às semanas (n) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 17, 21, 25, 29 e 33 após o parto. As equações utilizadas foram: 1) $Y(n) = b_0 + b_1.n + b_2.n^2$ (Q, quadrática), 2) $Y(n) = a.n^b.e^{-cn}$ (G, gama), 3) $Y(n) = b_0 + b_1.n + b_2/n$ (LH, linear hiperbólica), 4) $Y(n) = b_0 + b_1.n + b_2.n^2 + b_3.\log_e n$ (QL, quadrática logarítmica), e 5) $Y(n) = (a/n.e^{kn})$ (JF, JENKINS e FERREL, 1982). A equa-

ção JF apresentou coeficiente de determinação (R^2) acima de 80% para todos os grupos genéticos, enquanto com as outras equações os coeficientes foram todos abaixo de 20%. As equações Q, G, LH e QL, em geral, superestimaram as produções diárias de leite durante todo o período de lactação. A equação JF subestimou a produção diária no início e no final da lactação e superestimou-a no meio da lactação, apresentando erros muito elevados. O grupo genético da vaca não influenciou o tempo para atingir o pico de produção (TP), mas apresentou efeito significativo sobre a produção no pico (PP) e a produção total em 231 dias (PLT). TP e PP foram diferentes

quando obtidos pelas diferentes equações, enquanto PLT foi semelhante para todas as equações estudadas. Nenhuma das equações ajustou satisfatoriamente a produção de leite das vacas. A produção total durante todo o período de lactação pode ser estimada acumulando-se as produções semanais e, ou, mensais, que, por sua vez, podem ser obtidas pela multiplicação da média de duas medidas adjacentes pelo intervalo de tempo entre as mesmas (sete ou 30 dias, respectivamente).

Palavras-chave: bovinos de corte, curva de lactação.

COMPARISON AMONG EQUATIONS TO CHARACTERIZE LACTATION CURVES IN BEEF CATTLE

ABSTRACT - Five different equations to fit the lactation curves of 14 Canchim, 13 Nelore and 11 ½ Canchim + ½ Nelore cows were examined. Milk production was estimated by the weight-suckle-weight method at weeks (n) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 17, 21, 25, 29 and 33 after calving. The equations fitted were: 1) $Y(n) = b_0 + b_1.n + b_2.n^2$ (Q; quadratic); 2) $Y(n) = a.n^b.e^{-cn}$ (G; gamma); 3) $Y(n) = b_0 + b_1.n + b_2/n$ (LH; linear hyperbolic); 4) $Y(n) = b_0 + b_1.n + b_2.n^2 + b_3.\log_e n$ (QL; quadratic logarithmic); and 5) $Y(n) = (a/n.e^{kn})$ (JF; JENKINS and FERREL, 1982). The JF equation showed coefficients of determination (R^2) over 80% for all genetic group of cows, while for the other four equations

the coefficients were below 20%. Equations Q, G, LH and QL, in general, overestimated daily productions throughout the lactation period. The JF equation overestimated daily production in early and late lactation, and overestimated midlactation daily yields, showing very high deviations of predicted from observed milk production. Genetic group of cow did not affect peak day of lactation (TP), but significantly affected peak yield (PP) and 231-day milk production (PLT). TP and PP varied with the equation used, while PLT was similar for all equations. None of the equations fitted the lactation curves satisfactorily. Total milk production (PLT) can be estimated by summing the weekly and or monthly productions obtained by multiplying the average of two adjacent records by the interval between them (seven or 30 days respectively).

Keywords: beef cattle, lactation curves.

INTRODUÇÃO

A produção de leite é uma característica de importância econômica em bovinos de corte, uma vez que influencia a eficiência biológica do sistema de produção por meio de associações positivas com o desenvolvimento do bezerro até a desmama (ALENCAR, 1987a e 1989; BEAL et al., 1990; RAHNEFELD et al., 1990; McCARTER et al., 1991; ALBUQUERQUE et al., 1993).

A maior produção de leite pode também retardar o reinício das atividades reprodutivas pós-parto (HAN-

¹ Trabalho desenvolvido com apoio financeiro do CNPq.

² Pesquisador da EMBRAPA-CPPSE, São Carlos, SP.

³ Bolsista do CNPq.

SEN et al., 1982; BARTLE et al., 1984; ALENCAR, 1987b; ALENCAR et al., 1993). Essa influência é mais importante nos casos em que a fase de cria se dá exclusivamente a pasto. Em sistemas mais intensivos, a produção de leite pode influenciar os custos de produção por intermédio de suas associações com os requerimentos em energia para produção e manutenção e com o consumo de alimentos, conforme observado por FERREL e JENKINS (1984 e 1985), McMORRIS e WILTON (1986), MONTAÑO-BERMUDEZ et al. (1990), MONTAÑO-BERMUDEZ e NIELSEN (1990) e FREKING e MARSHALL (1992). É importante, portanto, conhecer as produções diária, periódica e total de leite, além do dia de pico e da persistência da lactação, em bovinos de corte, o que pode ser conseguido por meio da utilização de equações que caracterizem a curva de lactação das vacas.

O objetivo do presente trabalho foi examinar a utilização de diferentes equações no ajuste de curvas de lactação a partir de medidas periódicas de produção de leite, em bovinos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), situado no município de São Carlos, Estado de São Paulo.

Estimou-se a produção de leite de 14 vacas canchins e 13 vacas nelores, paridas de agosto a outubro de 1989, e 11 vacas ½ Canchim + ½ Nelore, paridas em setembro e outubro de

1990, às semanas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 17, 21, 25, 29 e 33 após o parto, pelo método de pesagem do bezerro antes e após a mamada, conforme metodologia utilizada por ALENCAR et al. (1988). As vacas canchins, nelores e ½ Canchim + ½ Nelore amamentavam bezerros puros canchins e cruzados ½ Canchim + ½ Nelore e ½ Charolês + ¼ Canchim + ¼ Nelore, respectivamente. Durante todo o período de coleta de dados, os animais permaneceram em pastagens de braquiária (*Brachiaria decumbens*), grama batatais (*Paspalum notatum*) e colômbio (*Panicum maximum*) sem qualquer suplementação alimentar, exceto sal mineralizado, que foi fornecido à vontade.

Os ajustes das curvas de produção de leite em relação à semana da lactação foram feitos para os três grupos genéticos separadamente. As funções ajustadas foram:

1. Quadrática (Q): $Y(n) = b_0 + b_1 \cdot n + b_2 \cdot n^2$, em que $Y(n)$ é a produção de leite diária na semana n .
2. Gama (G): $Y(n) = a \cdot n^b \cdot e^{-cn}$, utilizada por WOOD (1967), em que a , b e c são parâmetros que determinam a forma da curva. Essa equação não-linear permite estimar o tempo em que ocorre o pico, como $m = b/c$. Para facilitar a obtenção dos parâmetros, a equação foi linearizada: $\log_e(n)[Y(n)] = \log_e(a) \cdot b + \log_e(n) - cn$.
3. Linear Hiperbólica (LH): $Y(n) = b_0 + b_1 \cdot n + b_2/n$, utilizada por BIANCHINI SOBRINHO (1984).
4. Quadrática logarítmica (QL): $Y(n) = b_0 + b_1 \cdot n + b_2 \cdot n^2 + b_3 \cdot \log_e n$, utilizada por BIANCHINI SOBRINHO (1984).

5. Equação descrita por JENKINS e FERRELL (1984) (JF): $Y(n) = (a/n \cdot e^{kn})$, em que a e k são parâmetros que definem a forma da curva. O tempo do pico da lactação e a produção no pico são estimados como $1/k$ e $1/kae$, respectivamente. Os parâmetros foram estimados expressando a equação em logaritmos: $\log_e[Y(n)/a] = \log_e(1/a) - kn$ e regredindo $\log_e[Y(n)/n]$ em n .

Os parâmetros das curvas foram estimados pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o procedimento REG (SAS, 1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de parâmetros da curva de lactação são apresentadas no Quadro 1. Apesar de todas as equações terem explicado uma porção significativa da variação na produção de leite, apenas a descrita por JENKINS e FERRELL (1984) apresentou coeficientes de determinação (R^2) altos. Em geral, estes foram menores para as vacas da raça Canchim. HOHENBOKEN et al. (1992) obtiveram um coeficiente de determinação igual a 0,64, bem superior ao obtido no presente estudo, quando utilizaram a função Gama para descrever a curva de lactação de vacas Angus e Angus x Holstein, ordenadas mecanicamente. JENKINS e FERREL (1982), entretanto, obtiveram coeficientes de determinação que variaram de 0,11 a 0,25 e de 0,79 a 0,85, utilizando as funções Gama e Parabólica Exponencial, respectivamente, em vacas de corte cujas produções de leite foram estimadas pelo método de pesagem antes e após a mamada. BIANCHINI SOBRINHO et al. (1985) obtiveram coeficientes de determinação maiores que 0,97, utilizando as funções Gama e Quadrática Logarítmica em fêmeas da raça Gir. HOHENBOKEN et al. (1992), utilizando a equação de JENKINS e FERREL (1984), obtiveram um coeficiente de determinação (0,88) para vacas de corte apenas ligeiramente superior aos valores encontrados no presente estudo.

As curvas de lactação ajustadas pelas várias equações são apresentadas na Figura 1 para as vacas da raça Nelore. Verifica-se que a curva de lactação estimada pela equação de JENKINS e FERREL (1984) mostrou-se muito diferente das estimadas pelas outras equações, cujas diferenças foram menos visíveis. Esse fato foi também observado para as vacas canchins e Canchim x Nelore.

O Quadro 2 apresenta o tempo do pico de produção, a produção de leite no pico e a produção de leite em 33 semanas (231 dias) de acordo com o grupo genético da vaca e a equação utilizada. Observa-se que para as vacas canchins e nelores as equações LH e Q apresentaram pico de produção mais cedo e mais tardio, respectivamente. Para as vacas Canchim x Nelore isso ocorreu, na mesma ordem, com as equações QL e JF. Em todos os três grupos genéticos a equação JF resultou em maior produção de leite no pico (PP) e, em geral, maior produção estimada de leite em 33 semanas de lactação (PLT). As equações Q, G, LH e QL, por outro lado, apresentaram PP e PLT, em geral, semelhantes. HOHENBOKEN et al. (1992) observaram, em vacas de corte, pico de produção mais tardio, maior produção de

leite no pico e produção total em 220 dias ligeiramente menor para a equação JF em relação à equação G.

De posse dos parâmetros do Quadro 1, obteve-se o erro da produção estimada (PE) em relação à produção observada (PO), $E = (PO - PE) \cdot 100 / PO$, para cada vaca e semana de lactação. A média desses erros é

apresentada no Quadro 3 de acordo com a equação, o grupo genético da vaca e a semana de lactação. Observa-se que, em geral, houve tendência de todas as equações, com exceção da equação JF, superestimarem a produção de leite durante todo o período de lactação, em todos os três grupos genéticos. Para a equação JF, a produção

QUADRO 1 Estimativas dos parâmetros da curva de lactação, de acordo com a equação e o grupo genético da vaca

Equação ¹		Grupo genético		
			Nelore	Canchim x Nelore
Q			3,666***	4,748***
	b_1	5,746***	0,085**	0,038
	b_2	0,003***	-0,004***	-0,002
	R^2	0,07	0,15	0,05
G	a	5,289***	3,177***	3,571***
	b	0,139**	0,271***	0,278***
	c	0,018***	0,037***	0,030***
	R^2	0,08	0,20	0,11
JH	b_0	6,656***	4,712***	6,153***
	b_1	-0,047***	-0,054***	-0,070***
	b_2	-1,015+	-1,272**	-3,427***
	R^2	0,05	0,12	0,14
QL	b_0	5,619***	3,402***	3,195***
	b_1	0,006	-0,067	-0,517***
	b_2	-0,002	-0,001	0,008***
	b_3	0,334	0,681+	2,766***
	R^2	0,07	0,16	0,16
JF	a	0,445***	0,652***	0,632***
	k	0,095***	0,102***	0,091***
	R^2	0,82	0,84	0,84

¹ Q = quadrática, G = gama, LH = linear hiperbólica, QL = quadrática logarítmica e JF = JENKINS e FERREL (1984).
+ P < 0,06, ** P < 0,01 e *** P < 0,001.

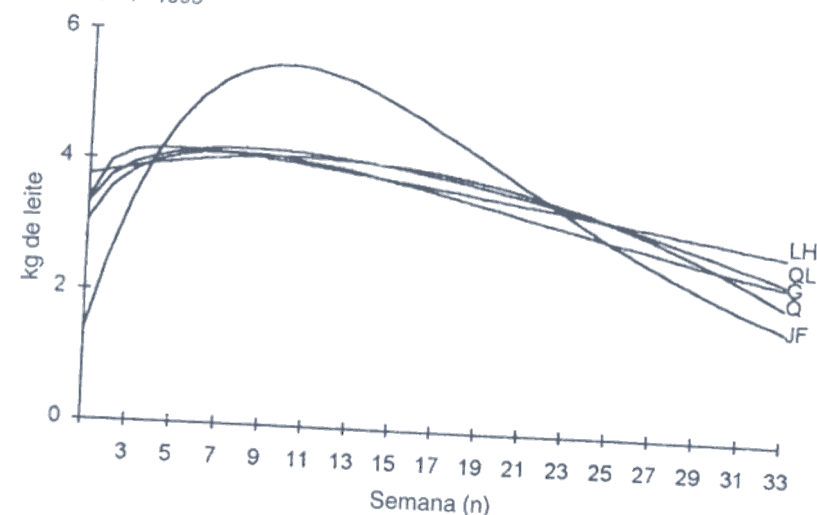


FIGURA 1 - Curva de lactação das vacas Nelore de acordo com a equação quadrática (Q), gama (G), linear hiperbólica (LH), quadrática logarítmica (QL) e JENKINS e FERREL (JF)

diária foi subestimada no início e no final da lactação e superestimada no meio dessa, fato esse também observado por HOHENBOKEN et al. (1992). Os dados apresentados no Quadro 3 mostram que há relação sistemática entre o erro e a semana de lactação e que os erros são

elevados, principalmente para as vacas nelores e Canchim x Nelore e para a equação JF. Esses resultados sugerem que a equação JF impôs uma forma às curvas de lactação individuais. Quando as cinco equações foram submetidas a cada vaca separadamente e os erros calculados, o padrão desses foi o

QUADRO 2 Estimativas do tempo do pico de produção (TP, semanas), produção de leite no pico (PP, kg) e produção de leite em 231 dias de lactação (PLT, kg), por grupo genético e equação

Equação ¹	Canchim			Nelore			Canchim x Nelore		
	TP	PP	PLT	TP	PP	PLT	TP	PP	PLT
Q	13,5	6,3	1384	10,6	4,1	835	9,6	4,9	1074
G	7,7	6,1	1291	7,3	4,2	798	9,3	5,0	1021
LH	4,6	6,2	1334	4,8	4,2	852	7,0	5,2	1071
QL	11,1	6,2	1346	8,2	4,2	839	4,9	5,2	1033
JF	10,5	8,7	1439	9,8	5,5	882	1,0	6,4	1080

Q = quadrática, G = gama, LH = linear hiperbólica, QL = quadrática logarítmica e JF = JENKINS e FERREL (1984).

mesmo daqueles apresentados no Quadro 3. Observando-se graficamente as medidas de produção de leite de todas as vacas em relação à semana da lactação, para cada grupo genético separadamente, não se consegue visualizar com clareza nenhum tipo de equação. Quando os gráficos são feitos para cada vaca separadamente, observa-se uma flutuação muito grande da produção de leite de uma semana para a outra, o que torna difícil o ajuste de qualquer equação.

Os parâmetros das curvas estimados

para cada vaca, de cada grupo genético separadamente, foram analisados utilizando-se um modelo matemático que incluiu os efeitos de grupo genético e mês do parto. Verificou-se que, em geral, houve efeito significativo do grupo genético da vaca sobre os parâmetros das curvas, indicando que essas são diferentes para os diferentes grupos genéticos. JENKINS e FERREL (1984 e 1992) também observaram efeitos significativos de grupo genético da vaca sobre os parâmetros a e k da equação JF em

QUADRO 3 - Médias dos erros (E, %) das produções de leite estimadas para cada vaca, em relação às produções observadas, por equação¹, grupo genético da vaca e semana da lactação (S)*

S	Canchim					Nelore					Canchim x Nelore				
	Q	G	LH	QL	JF	Q	G	LH	QL	JF	Q	G	LH	QL	JF
1	-8	3	-4	-5	62	0	18	10	11	63	-77	-28	2	0	46
2	-21	-15	-24	-20	24	-53	-42	-58	-49	0	-32	-12	-18	-13	27
3	-13	-11	-17	-14	4	-20	-18	-27	-22	-5	-10	-1	-9	-8	18
4	-7	-6	-10	-8	-9	-3	-4	-9	-6	-7	-6	-1	-9	-10	-5
5	-5	-4	-8	-6	-21	-1	-3	-5	-4	-16	7	9	3	0	5
6	1	1	-1	0	-24	13	11	10	10	-7	8	8	3	0	-3
7	3	4	3	2	-27	-6	-8	-8	-10	-37	0	-1	-5	-8	-19
8	-9	-8	-8	-10	-48	4	3	4	2	-27	-9	-11	-15	-18	-36
9	-3	-1	-2	-4	-43	-1	-1	0	-3	-35	-15	-16	-20	-22	-46
13	-9	-4	-4	-8	-48	-7	-2	-1	-7	-38	-8	-8	-10	-7	-39
17	-5	1	0	-4	-30	-2	9	7	1	-15	-6	-3	-5	1	-27
21	-7	1	-2	-6	-13	-27	-10	-16	-22	-26	-17	-11	-14	-5	-24
25	-9	-2	-6	-8	2	-32	-13	-25	-27	-11	-36	-32	26	-24	-26
29	-12	-8	-14	-12	12	-31	-16	-34	-30	3	-18	-8	-15	-16	6
33	-13	-15	-24	-15	23	-28	-26	-53	-37	10	2	9	2	-11	32
E	8	6	8	8	26	15	12	18	16	20	17	10	11	9	24

¹ Q = quadrática, G = gama, LH = linear hiperbólica, QL = quadrática logarítmica e JF = JENKINS e FERREL (1984).

bovinos de corte cruzados e puros.

O tempo para atingir o pico de produção (TP) e a produção de leite no pico (PP) foram analisados, utilizando-se um modelo matemático que incluiu os efeitos de grupo genético da vaca (GG), da equação utilizada e da interação GG x equação. A interação não apresentou efeito significativo sobre nenhuma das características. O grupo genético da vaca influenciou significativamente ($P < 0,001$) apenas PP, enquanto a equação apresentou efeito significativo sobre TP ($P < 0,05$) e PP ($P < 0,001$), sendo as médias estimadas aquelas apresentadas no Quadro 4. Verifica-se que o pico de produção ocorreu após a nona semana de lactação em todos os três grupos genéticos. As equações Gama e Line-

ar Hiperbólica apresentaram o pico de produção mais cedo, enquanto a quadrática o apresentou mais tardiamente. JENKINS e FERREL (1984 a 1992) verificaram diferenças entre grupos genéticos quanto ao tempo para atingir o pico de produção utilizando a equação JF, sendo que os tempos variaram de 8,8 a 11,1 semanas para vacas puras e de 7,0 a 8,5 para vacas cruzadas. MARSTON et al. (1992), utilizando a mesma equação, obtiveram picos nas semanas 11,4 e 12,6 para vacas das raças Angus e Simental, respectivamente. Quanto à produção de leite no pico, as vacas canchins apresentaram maior produção, as nelores menor e as cruzadas $\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram produção intermediária.

QUADRO 4 - Médias estimadas do tempo para atingir o pico (TP, semanas) e da produção de leite no pico (PP, kg), por grupo genético e equação

Efeito	TP		PP	
	NS ¹	Média±E.P.	NS ¹	
Grupo genético				
ns				
Canchim		9,5±1,0		7,00±0,13
Nelore		10,9±1,0		4,68±0,13
Canchim x Nelore		11,9±1,0		5,64±0,14
Equação ²				

Q		14,0±1,3		5,51±0,17
G		8,9±1,3		5,30±0,17
LH		9,0±1,3		5,40±0,17
QL		11,4±1,3		5,62±0,17
JF		10,6±1,3		7,03±0,17

¹ NS = nível de significância, ns = Não significativo, * $P < 0,05$ e *** $P < 0,001$.

² Q = quadrática, G = gama, LH = linear hiperbólica, QL = quadrática logarítmica e JF = JENKINS e FERREL (1984).

Este efeito de grupo genético reflete, também, algum efeito de ambiente, além da diferença genética entre os grupos, uma vez que as vacas canchins e nelores pariram em 1989, enquanto as cruzadas em 1990. JENKINS e FERREL (1984 e 1992), utilizando a equação JF, também verificaram efeito significativo de grupo genético da vaca sobre a produção de leite no pico. Quanto à equação utilizada, no presente trabalho, a função JF apresentou maior produção no pico, tendo as outras equações mostrado produções semelhantes.

Quando as cinco equações foram analisadas graficamente para cada vaca de cada grupo genético, observou-se que somente para a equação JF todas as vacas apresentaram curva típica de lactação. Para as equações quadrática, gama, linear hiperbólica e quadrática logarítmica, em várias situações, o ponto de máxima produção ocorreu fora do período de lactação e teve que

ser considerado como sendo na primeira (semana 1) ou na última (semana 33) medição. Dessa maneira, o tempo para o pico de produção variou de uma a 33 semanas, sendo as médias observadas e os desvios-padrão iguais a 13,9 e 10,4; 8,8 e 6,6; 9,0 e 9,3; e 11,4 e 9,2 semanas para as equações quadrática, gama, linear hiperbólica e quadrática logarítmica, respectivamente. Para a equação JK, o ponto de pico variou de 7,7 a 13,4 semanas, com média e desvio-padrão iguais a 10,6 e 1,4 semanas, respectivamente. Quando as análises de variância de TP e PP foram realizadas para cada equação separadamente, incluindo-se o grupo genético e o mês do parto no modelo, o efeito de grupo genético foi significativo para TP ($P < 0,05$), apenas para as equações JF e PP ($P < 0,01$ e $P < 0,001$), para todas as equações. Isso mostra que a análise de variância somente foi sensível em detectar diferenças entre grupos genéticos para a característica TP

QUADRO 5 - Médias estimadas da produção de leite em 231 dias de lactação, de acordo com o grupo genético da vaca e a equação utilizada

Equação ¹	Grupo genético		
	Canchim	Nelore	Canchim x Nelore
Q	1351±52	870±54	1102±57
G	1278±52	822±54	1038±57
LH	1336±52	864±54	1070±57
QL	1341±52	874±54	1008±57
JF	1455±52	907±54	1090±57
PLT	1331±52	844±54	1039±57
Geral	1349±21	863±22	1058±23

Q = quadrática, G = gama, LH = linear hiperbólica, QL = quadrática logarítmica, JF = JENKINS e FERREL (1984) e PLT = produção acumulada pela média das estimativas adjacentes.

quando esta foi estimada pela equação JF.

A produção de leite de cada vaca em 231 dias de lactação (33 semanas), estimada pelas cinco equações, foi analisada, utilizando-se um modelo matemático idêntico àquele utilizado para TP e PP. Nesse caso, a produção de leite foi também estimada, utilizando-se a média entre duas medidas adjacentes como sendo a produção diária da semana ou do mês, obtendo-se a produção de cada um dos períodos e a produção acumulada em 33 semanas (PLT). Apenas os efeitos de grupo genético da vaca foram significativos ($P < 0,001$), sendo as médias estimadas iguais a 1.349 ± 21 , 863 ± 22 e 1.058 ± 23 kg de leite para as vacas canchins, nelores e $\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ Nelore, respectivamente (Quadro 5). As diferenças entre os grupos genéticos refletem, também, diferenças de ambiente, uma vez que as vacas cruzadas pariram em ano diferente. ALENCAR et al. (1988) também verificaram maior produção de leite por vacas primíparas canchins (972 kg) em relação a vacas primíparas nelores (655 kg) em 210 dias de lactação. JENKINS e FERREL (1984 e 1992) observaram diferenças entre grupos genéticos de vacas de corte quanto à produção de leite estimada pela equação JF.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, nenhuma das cinco equações utilizadas ajustou adequadamente a curva de produção de leite das vacas canchins, nelores e $\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ Nelore. A curva JF, pro-

posta por JENKINS e FERREL (1984), apesar de apresentar coeficientes de determinação (R^2) maiores, apresentou erros elevados, subestimando a produção diária no início e no final da lactação e superestimando a produção no meio dessa, impondo um formato às curvas individuais. As equações quadrática, gama, linear hiperbólica e quadrática logarítmica, apesar de produzirem erros em geral mais baixos, apresentaram coeficientes de determinação muito baixos e tenderam a superestimar a produção diária durante toda a lactação. A equação JF foi a que apresentou graficamente as melhores curvas individualmente, talvez por ter imposto um formato às mesmas, apresentando, também, menor variação no ponto de pico de produção e maior sensibilidade em detectar diferenças entre grupos genéticos para essa característica. As equações quadrática, gama, linear hiperbólica e quadrática logarítmica apresentaram, individualmente, muitas curvas com ponto de pico fora do período de lactação, mas foram bem semelhantes quanto à produção no pico. As curvas não mostraram diferenças quanto à produção total estimada em 231 dias de lactação, independentemente do grupo genético das vacas. Além disso, a produção total estimada, acumulando-se as produções diárias obtidas pela média das estimativas adjacentes, não foi diferente daquelas estimadas pelas cinco equações avaliadas. Dessa maneira, esse método pode ser utilizado para estimar a produção total das vacas. É possível que o método utilizado no presente estudo para estimar a produ-

ção de leite, ou seja, de pesar o bezerro antes e após a mamada sem qualquer artifício para provocar a descida do leite, não seja adequado para ajustar curvas de lactação em vacas de corte, manejadas a campo e sem amansamento prévio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALBUQUERQUE, L.G., ELER, J.P., COSTA, M.J.R.P. et al. Produção de leite e desempenho do bezerro na fase de aleitamento em três raças bovinas de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.22, n.5, p.745-754, 1993.
02. ALENCAR, M.M. Efeitos da produção de leite sobre o desenvolvimento de bezerros Canchim. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.16, n.1, p.1-13, 1987a.
03. ALENCAR, M.M. Herdabilidade e efeito da produção de leite sobre a eficiência reprodutiva de vacas da raça Canchim. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.16, n.2, p.163-169, 1987b.
04. ALENCAR, M.M. Relação entre produção de leite da vaca e desempenho do bezerro nas raças Canchim e Nelore. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.18, n.2, p.146-156, 1989.
05. ALENCAR, M.M., OLIVEIRA, F.T.T., TAMBASCO, A.J. et al. Desenvolvimento pós-desmama e eficiência reprodutiva pós-parto em gado de corte: influência da produção de leite. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.22, n.6, p.1012-1018, 1993.
06. ALENCAR, M.M., RUZZA, F.J., PORTO, E.J.S. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. III. Produção de leite. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v.17, n.4, p.317-328, 1988.
07. BARTTLE, S.J., MALES, J.R., PRESTON, R.L. Effects of energy intake on the post-partum interval in beef cows and the adequacy of the cows milk production for calf growth. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.58, n.5, p.1068-1074, 1984.
08. BEAL, W.E., NOTTER, D.R., AKERS, R.M. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and post-partum reproduction. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.68, n.4, p.937-943, 1990.
09. BIANCHINI SOBRINHO, E. Estudo da curva de lactação em vacas da raça Gir. Ribeirão Preto: SP, FMVRP/USP, 1984. 88p. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1984.
10. BIANCHINI SOBRINHO, E., DUARTE, F.A.M., LÔBO, R.B. Estimate of total milk production by a Gir cow through the lactation curve. *R. Bras. Genét.*, v.8, n.3, p.495-508, 1985.
11. FERREL, C.L., JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, nonpregnant nonlactating cows of different types. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.58, n.1, p.234-238, 1984.
12. FERREL, C.L., JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.61, n.3, p.725-741, 1985.
13. FREKING, B.A., MARSHALL, D.M. Interrelationships of heifer milk production and other biological traits with production efficiency to weaning. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.70, n.3, p.646-655, 1992.
14. HANSEN, P.J., BALK, D.H., RUTLEDGE, J.J. et al. Genotype x environmental interactions on reproductive traits of bovine females. II. Post-partum reproduction as influenced by genotype, dietary regimen, level of milk production and parity. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.55, n.6, p.1458-1472, 1982.
15. HOHENBOKEN, W.D., DUDLEY, A., MOODY, D.E. A comparison among equations to characterize lactation curves in beef cows. *Anim. Produc.*, Harlow, v.55, p.23-28, 1992.
16. JENKINS, T.G., FERREL, C.L. Lactation curves of mature crossbred cows: comparison of four estimating functions. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.55, p.189, 1982. (Supplement 1).
17. JENKINS, T.G., FERREL, C.L. A note on lactation curves of crossbred cows. *Anim. Produc.*, Harlow, v.39, p.479-482, 1984.
18. JENKINS, T.G., FERREL, C.L. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.70, n.6, p.1652-1660, 1992.
19. MARSTON, T.T., SIMMS, D.D., SCHALLES, R.R. et al. Relationship of milk production, milk expected progeny difference and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.70, n.11, p.3304-3310, 1992.
20. McCARTER, M.N., BUCHANAN, D.S., FRAHM, R.R. Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving systems: II. Milk production. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.69, n.1, p.77-84, 1991.
21. McMORRIS, M.R., WILTON, J.W. Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.63, n.5, p.1361-1372, 1986.
22. MONTAÑO-BERMEDEZ, M., NIELSEN, M.K. Biological efficiency to weaning and to slaughter of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.68, n.8, p.2297-2309, 1990.
23. MONTAÑO-BERMEDEZ, M., NIELSEN, M.K., DEUTSCHER, G.H. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.68, p.2279-2288, 1990.
24. RAHNFIELD, G.W., WEISS, G.M., FREDEEN, H.T. Milk yield and composition in beef cows and their effect on cow and calf performance in two environments. *Can. J. Anim. Sci.*, Winnipeg, v.70, p.409-423, 1990.
25. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE - SAS. Statistical analysis systems introductory guide for personal computers. Cary, NC: 1988. 111p.
26. WOOD, P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, v.216, p.164-165, 1967.