



Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu

Joana Ribeiro da Glória¹, José Aurélio Garcia Bergmann¹, Célia Raquel Quirino², José Reinaldo Mendes Ruas³, Carlos Rafael Araújo de Matos¹, Jonas Carlos Campos Pereira¹

¹ Escola de Veterinária – UFMG.

² Universidade Estadual do Norte Fluminense Darci Ribeiro.

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

RESUMO - Modelaram-se curvas de lactação a partir de 1.340 lactações de vacas F1 dos grupos Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuado com controles leiteiros realizados a cada 14 dias, provenientes de duas fazendas. O manejo nutricional era à base de pastagens no verão e silagem de milho e cana-de-açúcar com ureia no inverno, e ração concentrada na ordenha, de acordo com a produção. A função Gamma Incompleta foi utilizada para estimação dos parâmetros das curvas, da produção no pico da lactação, do tempo entre o início da lactação e o pico, da persistência e da produção total de leite. Dentro de cada grupo genético, curvas foram modeladas para as várias ordens de lactação. Coeficientes de determinação ajustados foram superiores a 90% para a maioria das curvas, logo a função Gamma Incompleta modelou adequadamente curvas de lactação de vacas F1 Holandês-Zebu. As curvas apresentaram produção inicial seguida de fase ascendente até o pico de lactação e fase descendente posterior ao pico. Para a quinta ou mais ordens do grupo Holandês-Nelore, a curva foi linear e descendente a partir do início. Para todos os grupos genéticos, foram evidentes as diferenças entre as curvas da primeira ordem e as demais. As diferenças entre produção inicial e produção no pico da lactação não foram expressivas, com média, para todas as ordens de lactação, de 2,3 kg para o grupo Holandês-Gir; 2,6 kg para o Holandês-Guzerá; 1,2 kg para o Holandês-Nelore e 3,5 kg para o Holandês-azebuado, mostrando pico de lactação discreto. A média entre o início da lactação e o pico foi de 23,3 dias, variando entre 15,8 dias para o grupo Holandês-Nelore até 32,6 dias para o Holandês-azebuado. A persistência da lactação tendeu a diminuir e as produções inicial, no pico e total aumentaram com a ordem de lactação. Em geral, vacas Holandês-azebuadas apresentam maior produção total e persistência em comparação às demais.

Palavras-chave: bovinos, F1, Gamma Incompleta

Lactation curves of four genetic groups of Holstein-Zebu crossbred cows

ABSTRACT - Lactation curves were fitted from 1,340 lactations of F1 Holstein-Gyr, Holstein-Guzerat, Holstein-Nellore and Holstein-Undefined Zebu crossbred cows from two farms with milk controls carried out every 14 days. Nutritional management was based on pastures in the summer, and corn silage and sugar cane with urea during winter and concentrated rations in the milking, according to the production. Incomplete Gamma function was used for estimating parameters of curves, production during lactation peak and of the time from the beginning of lactation to the peak, of persistence and total milk production. Within each genetic group, curves were adjusted for the several lactation orders. Adjusted coefficients of determination were higher than 90% for most of the curves; therefore Incomplete Gamma function adequately fitted lactation curves of F1 Holstein-Zebu cows. Curves showed initial production followed by upward phase until lactation peak and downward phase subsequent to the peak. For fifth or higher orders of Holstein-Nellore, the curve was linear and downward from the beginning. The differences among curves of the first order and others were evident for all genetic groups. Differences among initial production and production during lactation peak were not expressive, with the following means for all lactation orders: mean 2.3 kg for Holstein-Gir; 2.6 kg for Holstein-Guzerat; 1.2 kg for Holstein-Nellore and 3.5 kg for Holstein-Undefined Zebu, showing a discreet lactation peak. The mean from the beginning of lactation to the peak was 23.3 days ranging from 15.8 for Holstein-Nellore group to 32.6 days for Holstein-Undefined Zebu. Persistence of lactation tended to decrease and initial productions, during the peak and total production increased according to lactation order. In general, Holstein-Undefined Zebu cows show higher total production and persistence compared to the others.

Key Words: cattle, F1, Incomplete Gamma function

Introdução

A produção de leite ao longo da lactação pode ser representada graficamente por uma função. Muitos modelos têm sido empregados para descrever a curva de lactação de vacas leiteiras, mas aquele representado pela função Gamma Incompleta de Wood (1967) é o mais frequentemente citado na literatura.

A maior parte da produção de leite do Brasil é obtida de vacas europeias especializadas para produção de leite mestiças com raças zebuínas. Entretanto, o número de autores que têm estudado a curva de lactação dessas fêmeas é reduzido.

O estudo das curvas de lactação é útil, pois permite estimar a produção total a partir de produções parciais, possibilitando o descarte precoce e a avaliação de reprodutores a partir de lactações incompletas de suas filhas, bem como para o planejamento estratégico da atividade, em particular quanto à disponibilidade de forragens e ao manejo alimentar.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a adequação da função Gamma Incompleta para descrever as curvas de lactação nas diversas ordens de lactação, obter estimativas para os parâmetros estatísticos da função e para as características lactacionais de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu.

Material e Métodos

Foram utilizados registros de produção de leite obtidos em intervalos de 14 dias de lactações de fêmeas F1 Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuadas, no período de fevereiro de 1998 a fevereiro de 2007, criadas em duas fazendas experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, localizadas em Felixlândia e Patos de Minas, Minas Gerais. Essas fêmeas foram adquiridas de outras propriedades. O grupo azebuado era composto de animais de composição genética zebuína não definida, principalmente das raças Indubrasil e Gir, selecionados para produção de leite, e o grupo Nelore, de animais oriundos de rebanhos sem seleção para produção de leite. Os animais eram mantidos em condições uniformes de manejo e não foram selecionados pelo controle leiteiro. Foram eliminadas lactações incompletas, com duração menor que 100 e maior que 400 dias. Após consistência dos dados, restaram para análise 23.102 registros de produção de leite de 1.340 lactações completas. O número de dias em lactação até o último controle foi adotado como medida da duração da lactação.

O manejo nutricional era à base de pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* no período do verão e silagem de milho e cana-de-açúcar acrescida de ureia nos meses de inverno. Ração concentrada foi fornecida no momento da ordenha, durante o ano todo, de acordo com a produção individual de leite e o estágio da lactação. Vacas com produção diária de leite superior a 8 kg foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia e aquelas com produções menores apenas uma vez ao dia. No momento da ordenha, os bezerros faziam o estímulo à descida do leite e, após a ordenha, eram soltos com as vacas para mamada do leite residual. O manejo de condicionamento à ordenha, preconizado em ambas as fazendas, iniciava-se 30 dias antes da novilha parir. Primeiramente, as vacas passavam em sequência pela sala de ordenha e, em um segundo momento, paravam na fila para que houvesse contato manual do ordenhador e higienização do úbere com água (Amaral et al., 2006).

A função utilizada para o ajuste das curvas foi a Gamma Incompleta de Wood (1967), assim descrita: $y_t = a t^b \exp(-ct)$, em que y_t é a produção diária no dia t ; e 'a', 'b' e 'c' são constantes. O parâmetro 'a' é associado à média da produção diária no início da lactação, o parâmetro 'b' mede a inclinação da fase ascendente e o 'c' a inclinação da fase descendente (Wood, 1976).

Os parâmetros de cada função foram estimados do procedimento NLIN do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 1996).

Em seguida, foram obtidas estimativas para a produção no pico de lactação, a partir da expressão: $y_{\max} = a(b/c)^b \exp^{-b}$; o tempo decorrido do início da lactação até o pico de lactação, como: $t=b/c$; a persistência da lactação, medida a partir de $-(b+1) \ln(c)$; e a produção total de leite, estimada (y_{0-t}), por $y_{0-t} = a \int_0^t t^b e^{-ct} dt$, em que t , nesta última expressão, era a duração média da lactação.

Curvas foram modeladas para as ordens de parto 1, 2, 3, 4 e 5 ou mais, para os grupos genéticos Holandês-Gir, Holandês-Guzerá e Holandês-Nelore; e para as ordens 1, 2, 3 e 4 ou mais para o grupo genético Holandês-azebuado. As últimas ordens foram agrupadas e representadas pela última classe, em decorrência da baixa frequência de observações.

Para verificar o ajuste dos dados ao modelo obtido, foram calculados os coeficientes de determinação ajustados (R^2_A) para o número de parâmetros (K) da função (Silva, 2005), como: $R^2_A = (1 - \text{SQR} / (N - K)) / (\text{SQT} / (N - 1))$, em que N = número de observações; SQR = soma de quadrados do resíduo; e SQT = soma de quadrados total.

Resultados e Discussão

Os coeficientes de determinação ajustados estimados para as várias ordens de lactação dos quatro grupos genéticos foram todos superiores a 0,90, exceto para a primeira ordem do grupo Holandês-Gir e para a primeira e segunda ordens do grupo Holandês-Nelore, os quais variaram entre 0,83 e 0,88 (Tabela 1). De acordo com Bianchini Sobrinho (1984), citado por Faro et al. (1999), bons ajustes seriam obtidos se os R^2_A forem superiores ou iguais a 0,80. Menores valores de coeficientes de determinação foram observados por Madalena et al. (1979) para curvas de lactação de vacas Holandês-Frísio, 1/2 e 3/4 Holandês-Frísio-Gir (0,74), também utilizando a função Gamma Incompleta.

Os números de iterações necessárias para convergência no momento da estimação dos parâmetros indicaram pequena dificuldade computacional (Tabela 1). As curvas apresentaram produção inicial seguida de fase ascendente até o pico de lactação e fase descendente posterior ao pico, exceto para a ordem 5 ou mais, para o grupo Holandês-Nelore, cuja curva foi atípica (Figura 1). Esse formato é semelhante ao descrito na literatura para vacas de raças leiteiras europeias, entretanto, a média do tempo entre o início da lactação e o pico, para todas as ordens de cada

grupo genético, foi de 22,7; 27,7; 15,7 e 32,6 dias para os grupos Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuado, respectivamente (Tabela 2). Esses valores foram inferiores aos relatados na literatura para vacas especializadas (Lopes et al., 1996) e para vacas Gir (González Herrera et al., 2008). As diferenças entre produções iniciais e no pico, para todas as ordens de lactação, para os animais F1 Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuado foram de 2,3; 2,6; 1,2 e 3,5 kg de leite, respectivamente, indicando discreto pico de lactação. Madalena et al. (1979) observaram curvas praticamente lineares, com pequeno pico no dia cinco ou seis de lactação, para vacas Holandês-Frísio, 1/2 e 3/4 Holandês-Frísio-Gir. Já Oliveira et al. (2007) apresentaram curvas de lactação para vacas F1 Holandês-Gir, com queda na produção desde o primeiro dia de lactação.

A curva estimada para a quinta ou mais ordens do grupo Holandês-Nelore não apresentou pico de lactação, mostrou-se linear (Figura 1), com redução mensal da produção de 0,96 kg de leite (6,1%) a partir do início da lactação. Esse formato de curva é semelhante ao descrito por Faro et al. (1999) para vacas Caracu e por Cobuci et al. (2000) para vacas Guzerá. Curvas com este formato estão associadas à estimação de valores negativos para o parâmetro 'b', que ocorre na ausência de registros antes

Tabela 1 - Parâmetros estimados da função Gamma Incompleta com os respectivos erros-padrão e medidas de verificação do ajuste da função

Ordem de lactação	Nº lactações	Parâmetros da função Gamma Incompleta				
		a	b	c	R^2_A	NI
Holandês-Gir						
1	134	8,08 ± 0,33	0,098 ± 0,012	0,00365 ± 0,00016	0,90	3
2	129	10,00 ± 0,40	0,120 ± 0,012	0,00398 ± 0,00016	0,90	2
3	105	12,71 ± 0,50	0,080 ± 0,012	0,00382 ± 0,00016	0,92	3
4	77	13,64 ± 0,63	0,082 ± 0,015	0,00370 ± 0,00019	0,93	3
5 ou mais	57	13,95 ± 0,55	0,056 ± 0,012	0,00404 ± 0,00017	0,92	3
Holandês-Guzerá						
1	51	5,41 ± 0,65	0,134 ± 0,035	0,00315 ± 0,00039	0,85	3
2	49	8,15 ± 0,59	0,163 ± 0,023	0,00465 ± 0,00031	0,92	3
3	46	12,65 ± 0,85	0,055 ± 0,021	0,00319 ± 0,00028	0,92	4
4	36	13,91 ± 0,82	0,051 ± 0,019	0,00341 ± 0,00028	0,95	3
5 ou mais	26	12,83 ± 1,26	0,100 ± 0,031	0,00351 ± 0,00044	0,91	3
Holandês-Nelore						
1	13	5,75 ± 0,73	0,135 ± 0,041	0,00461 ± 0,00059	0,88	3
2	16	10,58 ± 1,15	0,043 ± 0,036	0,00402 ± 0,00053	0,83	4
3	20	11,87 ± 0,93	0,040 ± 0,026	0,00425 ± 0,00039	0,90	3
4	12	11,86 ± 0,93	0,063 ± 0,026	0,00452 ± 0,00041	0,92	3
5 ou mais	16	15,66 ± 1,13	-0,006 ± 0,023	0,00277 ± 0,00032	0,91	4
Holandês-azebuado						
1	24	5,45 ± 0,64	0,180 ± 0,035	0,00391 ± 0,00037	0,91	3
2	30	9,75 ± 0,80	0,134 ± 0,025	0,00340 ± 0,00031	0,93	3
3	30	10,72 ± 0,93	0,141 ± 0,027	0,00444 ± 0,00035	0,93	3
4 ou mais	22	15,28 ± 1,08	0,059 ± 0,023	0,00382 ± 0,00033	0,95	3

R^2_A = coeficiente de determinação ajustado ao número de parâmetros da função.
NI = número de iterações necessárias para alcançar a convergência.

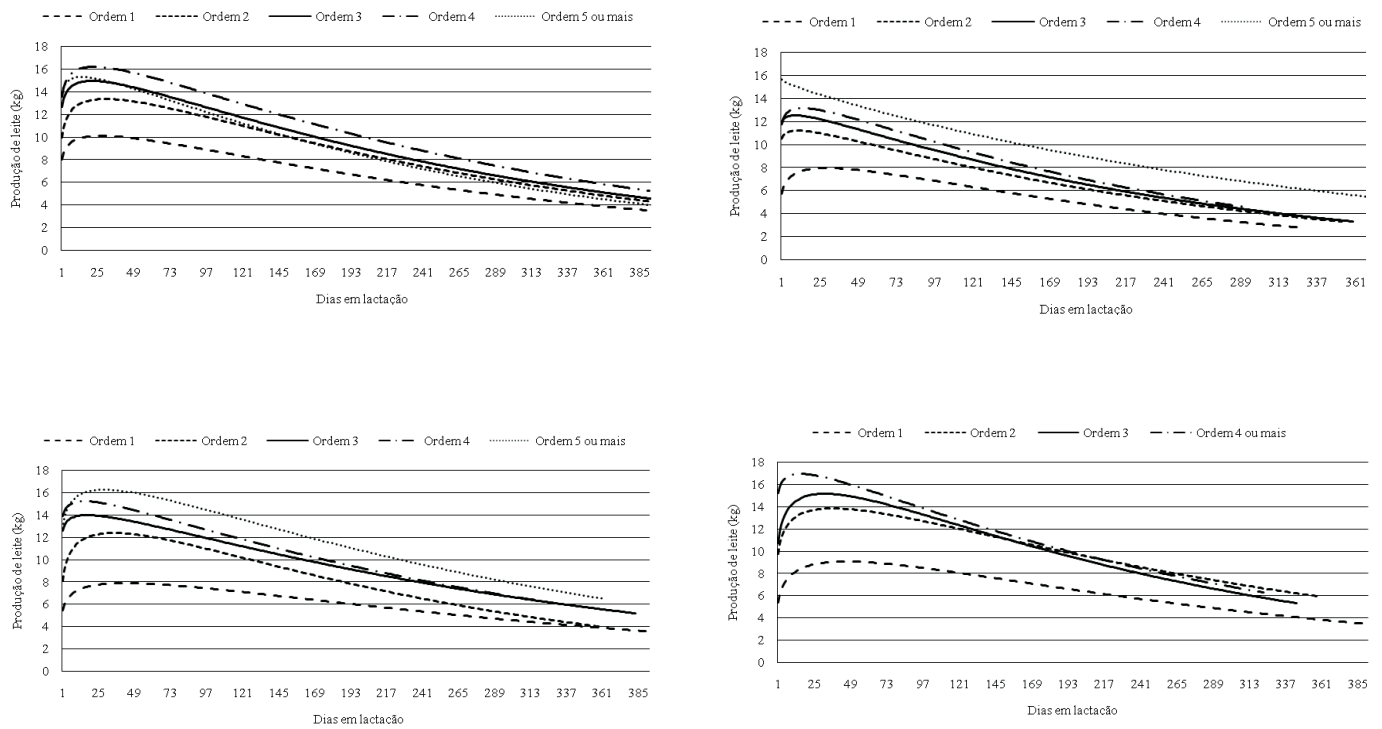


Figura 1 - Curvas de lactação de animais F1 Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuado em cinco ordens de parto.

Tabela 2 - Características lactacionais por grupo genético e ordem de lactação

Ordem de lactação	Duração da lactação (dias)	Produção inicial (kg)	Produção no pico (kg)	Tempo até o pico (dias)	Persistência	Produção total (kg)
Holandês-Gir						
1	270,7	8,05	10,11	26,9	6,16	2140,2
2	270,0	10,00	13,33	30,0	6,19	2797,7
3	267,4	12,66	14,93	20,7	6,01	3007,0
4	255,4	13,59	16,20	22,1	6,06	3214,4
5 ou mais	261,7	13,90	15,30	13,9	5,82	2876,5
Holandês-Guzerá						
1	275,5	5,40	7,84	42,7	6,54	1818,7
2	253,6	8,12	12,38	35,1	6,25	2461,4
3	258,1	12,61	13,99	17,2	6,06	2822,3
4	240,1	13,86	15,19	15,1	5,97	2844,0
5 ou mais	246,8	12,79	16,22	28,4	6,22	3267,3
Holandês-Nelore						
1	235,6	5,73	7,93	29,3	6,11	1469,4
2	240,4	10,53	11,21	10,4	5,75	1954,5
3	235,4	11,82	12,48	9,4	5,68	2088,9
4	228,0	11,81	13,17	14,0	5,74	2202,8
5 ou mais	259,3	15,61	-	-2,3	5,85	2815,2
Holandês-azebuado						
1	315,1	5,43	9,07	46,0	6,54	2231,7
2	276,3	9,72	13,86	37,2	6,38	3093,5
3	268,3	10,67	15,14	31,7	6,18	3110,1
4 ou mais	251,3	15,22	16,94	15,5	5,90	3185,2

do pico de lactação, sendo o pico estimado antes do parto. O tempo do início da lactação até o pico, verificado em outras ordens para as fêmeas deste grupo genético (Tabela 2), foi inferior a 14 dias, período do intervalo de controles leiteiros.

Para todos os grupos genéticos, houve diferenças evidentes entre a curva de primeira ordem e as demais. Entre a primeira e a segunda lactação foram observados aumentos de aproximadamente 24, 50, 84 e 79% na produção inicial, de 32, 58, 41 e 53% na produção no pico, e de 31, 35, 33 e 39% na produção total, para os grupos Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuado, respectivamente (Tabela 2). Para as fêmeas F1 Holandês-Guzerá e Holandês-Nelore aumentos de 15 e 28%, na produção inicial e no pico, respectivamente, também foram verificados entre a quarta e quinta ou mais ordens na produção total (Tabela 2).

O grupo Holandês-Gir foi o que apresentou maior produção inicial na primeira ordem de lactação, entretanto, em ordens de lactação mais avançadas, os grupos Holandês-Nelore e Holandês-azebuado apresentaram maiores produções iniciais em comparação ao Holandês-Gir (Tabela 2).

De maneira geral, as produções iniciais e no pico aumentaram com a ordem de lactação. Esse resultado provavelmente está associado à maturidade fisiológica (Queiroz et al., 1991; Junqueira et al., 1997) e a mudanças no comportamento dos animais, pois tendem a aceitar a ordenha mais facilmente à medida que são condicionados para isso. Segundo Tancin et al. (2001), a sala de ordenha pode ser considerada um ambiente estranho para as primíparas, o que interfere na liberação de oxitocina e conseqüentemente na produção de leite.

O tempo do início da lactação até o pico variou de 9,4 a 46 dias, de modo que as médias de todas as ordens de lactação foram de 22,7; 27,7; 15,8 e 32,6 para os grupos Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuado (Tabela 2). De modo geral, esse tempo foi inferior ao observado para animais de raças europeias especializadas para produção de leite (Rowlands et al., 1982; Lopes et al., 1996). Muitos autores atribuem a não-estimação de pico de lactação, que gera curvas de lactação atípicas, em mestiças de raças europeias com raças zebuínas à falta de registros de produções anteriores ao pico. Neste estudo, a média do tempo entre o início da lactação e o pico foi de 23,3 dias. Assim, a utilização de controles leiteiros com intervalos de 14 dias foi suficiente para gerar curvas típicas com a estimação do pico de lactação.

Maiores tempos do início da lactação ao pico são desejáveis, pois possibilitam maior tempo para desafiar nutricionalmente o animal, de modo que ele possa expressar seu potencial genético.

A persistência é definida por Wood (1967) como o período de tempo no qual o pico de lactação é mantido. Entretanto, para a função Gamma Incompleta, esse parâmetro lactacional não apresenta unidade, o que dificulta sua interpretação biológica. Segundo Faro & Albuquerque (2002), quanto maior seu valor absoluto, mais persistente é a lactação. Em todos os grupos genéticos, a persistência da lactação tendeu a diminuir com a ordem de parto (Tabela 2). Rebouças et al. (2008) também observaram essa tendência estudando curvas de lactação de vacas Gir. Segundo Bachman et al. (1988), citados por Capuco et al. (2003), a persistência da lactação diminui quando as vacas estão concomitantemente gestantes. O efeito negativo da gestação sobre a produção de leite coincide com o início da secreção de estrógeno pela unidade feto-placentária. Estrógenos foram associados como mediadores dos efeitos inibitórios da gestação na lactação.

Maiores produções totais observadas para o grupo Holandês-azebuado possivelmente estão associadas à seleção para produção de leite desta base zebuína, que era praticada por muitos anos nas propriedades onde foram adquiridas as vacas. Segundo Ruas (2009)¹, as vacas desse grupo genético apresentaram maiores pesos corporais em comparação às do grupo Holandês-Gir, no qual a base zebuína também sofreu seleção para produção de leite, apresentando maior capacidade de consumo e produção de leite. Aumentos das produções totais foram observados com o avançar das ordens de lactação, exceto entre a quarta e quinta ou mais ordens das mestiças Holandês-Gir. Esses aumentos provavelmente estão associados aos níveis de produção e às produções iniciais e no pico, já que a persistência e a duração da lactação tenderam a diminuir (Tabela 2). A redução na produção total entre a quarta e quinta ou mais ordens de parto das Holandês-Gir possivelmente está associada à presença de lactações em ordens mais avançadas na quinta ou mais ordens de lactação, verificada para esse grupo genético. Essas lactações de ordens mais avançadas ocorreram em período em que o manejo geral, principalmente o nutricional, era inferior ao praticado nas lactações de ordens inferiores.

Aumentos da produção total com o avançar das ordens de parto não estão associados à seleção dos animais, já que esse procedimento não é praticado, por tratar-se de rebanhos experimentais.

¹ RUAS, J.R.M. comunicação pessoal, 17 de agosto de 2009, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil.

Conclusões

A função Gamma Incompleta de Wood ajusta adequadamente dados de curvas de lactação de mestiças Holandês-Gir, Holandês-Guzerá, Holandês-Nelore e Holandês-azebuadas em várias ordens de lactação para controles leiteiros realizados em intervalos de 14 dias, o que permite a estimação dos picos de lactação destas curvas. O grupo genético Holandês-azebuado é o que apresenta maior produção total e persistência da lactação, além de produção no pico de lactação próxima à do grupo Holandês-Gir, que apresenta maior valor para essa característica.

Agradecimentos

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais e aos Profs. Ronaldo Braga Reis, Martinho de Almeida e Silva e Sandra Gesteira Coelho.

Referências

- AMARAL, R.; RUAS, J. R. M.; MARCATTI NETO, A. et al. **Sistema de produção de leite em pasto com vacas F1 HZ**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2006. 32p.
- BACHMAN, K.C.; HAYEN, M.J.; MORSE, D. et al. Effect of pregnancy, milk yield, and somatic cell count on bovine milk fat hydrolysis. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.925-931, 1988.
- BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir**. 1984. 88f. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- CAPUCO, A.V.; ELLIS, S.E.; HALE, S.A. et al. Lactation persistency: Insights from mammary cell proliferation studies. **Journal of Animal Science**, v.81, p.18-31, 2003.
- COBUCI, J.A.; EUCLYDES, R.F.; VERNEQUE, R.S. et al. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1332-1339, 2000.
- FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G. Comparação de alguns modelos matemáticos para o ajuste às curvas de lactação individuais de vacas da raça Caracu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.3, p.295-302, 2002.
- FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G.; FRIES, L.A. Comparação de alguns modelos matemáticos para ajuste à curva de lactação média de um rebanho da raça Caracu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.987-992, 1999.
- GONZÁLEZ HERRERA, L.G.; FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para produção de leite e persistência da lactação em vacas Gir, aplicando modelos de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1584-1594, 2008.
- JUNQUEIRA, L.V.; NEIVA, R.S.; VEIGA, R.D. et al. Estudo das curvas de lactação de vacas Holandesas de alguns rebanhos do estado de Minas Gerais, por intermédio de uma função gama Incompleta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1109-1118, 1997.
- LOPES, M.A.; NEIVA, R.S.; VALENTE, J. et al. Aplicação da função tipo Gama Incompleta no estudo da curva de lactação de vacas da raça Holandesa, variedade preta e branca, mantidas em sistema intensivo de produção. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.6, p.1087-1101, 1996.
- MADALENA, F.E.; MARTINEZ, M.L.; FREITAS, A.F. Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. **Animal Production**, v.29, p.101-107, 1979.
- OLIVEIRA, H.T.V.; REIS, R.B.; GLÓRIA, J.R. et al. Curvas de lactação de vacas F1 Holandês-Gir ajustadas pela função gama Incompleta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.233-238, 2007.
- QUEIROZ, S.A.; FREITAS, M.A.R.; ALBUQUERQUE, L.G. et al. Fatores genéticos e de ambiente que influenciam os componentes da curva de lactação de bovinos da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.43, n.4, p.357-370, 1991.
- REBOUÇAS, G.F.; GONÇALVES, T.M.; MARTINEZ, M.L. et al. Novas funções para estimar a produção de leite, em 305 dias de lactação, de vacas da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1222-1229, 2008.
- ROWLANDS, G.J.; LUCEY, S.; RUSSEL, A.M. A comparison of different models the lactation curve in dairy cattle. **British Society of Animal Production**, v.35, p.135-144, 1982.
- SILVA, M.A. **Conceitos de análises de dados**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 179p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS User's guide: basic and statistics**. Cary: SAS Institute, 1996. 956p.
- TANCIN, V.; KRAETZL, W.D.; SCHAMS, D. et al. The effect of conditioning to suckling, milking and of calf presence on the release of oxytocin in dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v.72, p.235-246, 2001.
- WOOD, P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. **Nature**, v.216, p.164-165, 1967.
- WOOD, P.D.P. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat, and protein production, with estimates of seasonal variations. **Animal Production**, v.22, p.35-40, 1976.