



NOVA FUNÇÃO MATEMÁTICA PARA PREDIZER A PRODUÇÃO DE LEITE AOS 305 DIAS DE VACAS DA RAÇA GIR EM LACTAÇÃO.

TARCISIO DE MORAES GONÇALVES(1), GEOVANNE FERREIRA REBOUÇAS(2), MARIO LUIS MARTINES (3), RUI DA SILVA VERNEQUE (3), ANA LUIZA L COSTA(4), MARY ANA P. RODRIGUEZ (4), JULIANA SALGADO LARANJA (4).

(1)Profº do Departamento de Zootecnia da UFLA, Bolsista CNPq, (tarcisio@ufla.br),

(2)Estudante de Mestrado do Departamento de Zootecnia da UFLA(geovanne.reboucas@gmail.com),

(3)Pesquisadores da EMBRAPA - CNPGL,

(4)Estudante de Graduação do Departamento de Zootecnia da UFLA.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é derivar uma nova função empírica para descrever a curva de lactação diária e acumulada de vacas da raça Gir. Para propósitos de seleção é necessário prever a produção total de leite em um tempo fixo da lactação, aproximadamente 305 dias. Embora haja várias funções

para descrever a curva de lactação diária, a maioria dessas funções não tem nenhuma integral conhecida necessária para o estudo de curvas acumuladas. Foram utilizadas 7.416 lactações de 3.471 vacas de 51 rebanhos, com partos ocorridos no período de 1987 a 2004. A nova função é caracterizada por flexibilidade, simplicidade no procedimento de ajuste, e pela boa interpretabilidade biológica dos parâmetros. As funções descritas têm como vantagem prática, além de descrever a curva de lactação diária tornar possível conhecer a produção acumulada. Concluiu-se que é possível modelar empiricamente a curva de lactação de vacas da raça Gir, baseado na produção de leite diária e depois conhecer a produção acumulada de leite em diferentes ordens de parto.

PALAVRAS-CHAVE

Bovino de Leite, curva de lactação, produção diária, produção acumulada

NEW MATHEMATICAL FUNCTION TO PREDICT 305 DAYS-MILK YIELD OF GIR COWS IN LACTATION.

ABSTRACT

The objective of this work is derive a new empirical function to describe the daily lactation curve and cumulative milk yield of Gir cows. For selection purpose, it is necessary to predict the total milk yield over a fixed

lactation time, mostly 305 days. Although, there are several functions, but most of these functions have not know integral necessary for a cumulative curve. A total of 7,416 lactations from 3,471 Gir breed cows in 51 herds, over the period from 1987 to 2004 were used. The new function is characterized by flexibility, the simplicity of the fitting procedure, and the biological interpretability of parameters. The functions described has the practical advantage that, after fit the daily lactation curve it is possible to know a cumulative curve. We conclude, therefore, that it is possible to empirically model the lactation curve of Gir cows, based on daily milk yield and after that to know

Cumulative milk yield lactations curves.

KEYWORDS

Dairy cattle, lactation curve, daily milk yield, cumulative milk yield

INTRODUÇÃO

Funções de lactação são muito utilizadas para representar a lactação dos animais com o passar do tempo. Elas dão informações da lactação de um único animal ou um grupo de animais, e estas informações podem ser usadas para identificar os indivíduos desejáveis para seleção. Estas relações são exigidas para prever as exigências nutricionais futuras para animais específicos baseado em características de desempenho individual. As curvas de lactação também podem ser usadas para prever rendimentos futuros de lactações incompleta em uma fase muito cedo da lactação. A estimativa dos parâmetros da curva pode ser sujeitada a análise estatística para determinar diferenças entre certas características da curva de lactação como tempo para chegar ao pico, produção no pico, produção total, persistência da lactação etc. Embora exista várias funções para descrever a curva de lactação diária, como a função de Wood ou Gama Incompleto (Wood, 1967) e algum funções multifásicas (Grossman e Koops, 1988), mas a maioria destas funções não possui integral conhecida, necessária para um estudo de curvas acumuladas. Com o estudo da curva de lactação acumulada aprende-se que é uma curva sigmóide com um ponto de inflexão cedo e flexível. Neste trabalho, a equação de Michaelis-Menten é derivada como uma nova função empírica para descrever a curva de lactação diária e produção de leite acumulada. Esta nova função será usada para prever a produção de leite aos 305 dias de vacas da raça Gir em lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados no presente trabalho dados de 7.416 lactações de 3.471 vacas da raça Gir de 51 rebanhos com até seis ordens de parto no período de 1987 a 2004, pertencentes ao Arquivo Zootécnico do Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite da EMBRAPA.

Após análise preliminar dos dados, foram eliminadas as lactações sem data do primeiro parto, com menos de três controles leiteiros, com intervalo entre controles maior que 75 dias e todas as vacas sem data de nascimento.

Todas as produtividades de leite no dia do controle foram ajustadas simultaneamente para os efeitos não genéticos: Ano de parto (1987 a 2004); estação de parição (seco e chuvoso); ordem de parto (1 a 6); número de controle leiteiro por ordem de parto (1 a 10) e rebanhos (51).

Para o estudo de uma curva de lactação acumulada uma função satisfatória é a função

Michaelis-Menten (Michaelis e Menten, 1913): $Y_t = a/[1+(d/t)^n]$ [1], onde Y_t é produção acumulada de leite no dia t da lactação; a é a produção estimada quando t for infinito; no dia t a produção d é

0,5 de a ; e n é o parâmetro relativo a inflexão (declividade) da curva. Para obter uma estimativa direta (Y_{305}) da produção aos 305 dias, o parâmetro a é substituído por Y_{305} resultando em: $Y_t = Y_{305} * \{[1+(d/305)^n]/[1+(d/t)^n]\}$ [2] que descreve a produção acumulada de leite. Os parâmetros da

Equação [2] são iguais os da Equação [1], exceto Y_{305} (produção de leite estimada em 305 dias da lactação) em substituição ao parâmetro a . As equações [1] e [2] são funções acumuladas; elas

representam a quantidade de leite produzida no dia t , que a produção acumulada no período de 0 até o dia t . Porém na prática a produtividade de leite da vaca está habitualmente medida em kg de leite por dia em intervalos de 2, 3 ou 4 semanas durante a lactação. A primeira derivação da

Equação [2] com respeito a t pode ser usada para descrever a produção de leite diário: $y_t = Y_{305} * (n/t) * \{[1+(d/305)^n]/\{[1+(d/t)^n]/[1+(t/d)^n]\}}$ [3]. Com os mesmos parâmetros da Equação [2] a

Equação [3] tem os valores característicos seguintes de produção no pico (Y_m) no tempo de produção máxima (t_m): $Y_m = Y_{305} * [(n+1)/(4ntm)] * [(n-1)+(n+1)*(tm/305)^n]$ com $t_m = d * [(n-1)/(n+1)] (1/n)$. A Equação [3] é uma nova função para descrever uma curva de lactação que poderá ser

Página 2.

usada para estimar a produção de leite em 305 dias de lactação diretamente a partir de dados de produção diária de leite. Foi utilizado regressão não-linear (NLREG, Sherrod, 2000) para ajustar a produção de leite no dia do controle leiteiro aos fatores não genéticos para cada ordem de parto, usando a Equação [3]. O critério de convergência para estimação da interação não-linear, o procedimento estava fixo em 1×10^{-10} . Foram utilizados coeficiente de determinação ajustado R^2_a , desvio padrão residual, e estatística Durbin-Watson (D-W). Valores para D-W ao redor 2 indicam falta de autocorrelação de resíduos (Neter et al., 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estimativas dos parâmetros do modelo e critérios de qualidade do ajuste, pico de produção (Y_m), tempo para chegar ao pico (t_m), número de lactações, idade média ao parto, dias no último controle e produção acumulada no último controle através das ordens de parto (OP=1 a 6) são apresentadas na tabela 1. Os critérios de qualidade do ajuste indicaram que a função [3] ajusta bem os dados: Os R^2_a foram próximos de um, os desvios padrão residual estava entre 0.09 e 0.20, e teste D-W estava entre 1.6 e 2.4. Lembrando que um valor ao redor de 2 para D-W indica que não existe autocorrelação de resíduos.

As estimativas de Y_{305} através da função [3] e a predição da produção acumulada no último controle através de função [2] aumentou da primeira até a quarta ordem de parto onde se estabilizou. A tabela 1 também mostra que o t_m estava 11 dias atrasados para vacas de primeira lactação comparadas com vacas de segunda lactação e outras ordens de parto. O parâmetro d era significativamente mais alto na primeira lactação que em outras, ele é uma medida aproximada de taxa de declínio da produção de leite a partir do pico de produção, considerando que n que leva em conta o declínio de taxa e produção máxima de leite, ele não variou significativamente entre as lactações de 1 a 6. Na tabela 1 é indicada alta persistência por um valor grande de d e um valor pequeno de n . A produção de leite diária observada e estimada está na Figura 1a e Figura 1b respectivamente, e a produção de leite acumulada está na Figura 2. Para os parâmetros da curva de lactação e suas características, a segunda lactação e as demais eram semelhante. A primeira lactação teve uma menor produção no pico, maior persistência, e levaram mais tempo para alcançar a produção máxima. A nova função para descrever a curva de lactação obtém um bom ajuste nos dados. As funções descritas têm a forma de uma curva de lactação típica e têm a vantagem prática que, depois de ajuste da curva de lactação diária é possível obter uma curva de produção acumulada. Os parâmetros puderam ser estimados através de regressão não-linear. Um novo modelo para estimação da curva de lactação foi derivado a partir da função generalizada de Michaelis-Menten. O modelo é caracterizado por flexibilidade, simplicidade do procedimento de ajuste, e pela facilidade de interpretação dos parâmetros biológicos. A nova função também fornece ao produtor uma comparação satisfatória das curvas de lactação dos animais, e também é possível o conhecimento das características da curva de lactação dos animais em função dos atributos que caracteriza cada lactação dos animais. Isso viabiliza o uso satisfatório adicional desta função.

CONCLUSÕES

Foi descrita a curva de lactação usando empiricamente a função Michaelis-Menten. Foi possível com o novo modelo prever a produção aos 305 dias de lactação (diária e acumulada) de vacas da raça Gir em lactação. É possível modelar empiricamente a curva de lactação de vacas da raça Gir, baseado na produção de leite diária e depois disso saber a produção acumulada em diferentes ordens de parto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, T.E., SCHAEFFER, L.R..(1987.) Can. J. Anim. Sci., v.67, p.637-644.

GONÇALVES, T.de M; OLIVEIRA, A.I.G. de; FREITAS, R.T.F de; PEREIRA, I.G.(2002) Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, n.4, p. 1689-1694.

GROSSMAN,M., KOOPS, W.J.(1988) J. Dairy Sci., 71 (6):1598-1608.

SHERROD, P. H. (2000) NLREG Version 5.0, Nashville, TN.

MICHAELIS, L. & MENTEN, M. L., (1913), Biochem. Z.,40, 386-387.

WOOD, P.D.P.(1967) Nature, v.216, p.164-165.