

X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

Modelos para estimação de curvas de produção de proteína do leite de vacas da raça Holandesa

André Macedo¹, Vanessa Tomazetti Michelotti¹, Priscila Becker Ferreira², Carlos Bondan³, Fernanda Cristina Breda⁴, Paulo Roberto Nogara Rorato⁴

¹Graduação em Medicina Veterinária e Zootecnia – UFSM, Santa Maria/RS. e-mail: amacedors@gmail.com, vanessamichelotti@hotmail.com

²Bolsista de pós doutorado, PNPDI Institucional CAPES – UFSM. e-mail: pri_zoot@hotmail.com

³Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo/RS. e-mail: cbondan@upf.br

⁴Professor(a) do Departamento de Zootecnia – UFSM, Santa Maria/RS. e-mail: fernandabreda@gmail.com, prorato@gmail.com

Resumo: Objetivou-se identificar o modelo estatístico que melhor descreve a curva de produção de proteína no leite de vacas da raça Holandesa. Foram utilizadas 8236 observações de produção de proteína do leite (kg) referentes a 1341 animais de 65 rebanhos, oriundos do Serviço de Análise de Rebanhos Leiteiros da Universidade de Passo Fundo. Foram avaliadas 15 modelos estatísticos, das quais nove convergiram e cinco apresentaram valores muito semelhantes de quadrado médio do resíduo e desvio médio absoluto. Assim, estimou-se a curva de produção de proteína do leite por animal, e dos cinco melhores modelos observou-se que a Função Linear Hiperbólica, Logístico I e o Quadrado Logarítmico apresentaram maior porcentagem de convergência das curvas. Gráficamente, esses três modelos, estimaram a curva de produção de proteína do leite da mesma forma. Conclui-se que os modelos Função Linear Hiperbólica, Quadrático Logarítmico e Logístico I podem ser utilizados para estimar a curva de produção de proteína no leite de vacas da raça Holandesa criadas no Rio Grande do Sul.

Palavras chave: Função Linear Hiperbólica, Quadrático Logarítmico, Logístico I

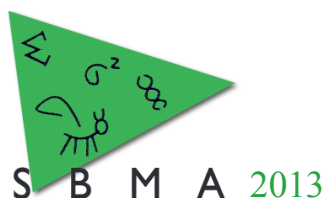
Milk protein production curves of Holstein breed cows estimated by mathematical models

Abstract: Once the protein is one of the most important constituents of milk, it's necessary a larger study of its production during lactation. This study aimed to identify the mathematical model that best describes the production curve of milk protein from Holstein breed cows. 8236 observations of milk protein production (kg) from 1341 animals of 65 dairy herds, collected by Dairy Herd Analysis Service of the University of Passo Fundo. To choose the model that best estimates the protein production, it was tested 15 regression equations and identified the best one by using different selection criteria, among these, 9 models converged, and five presented very similar values of mean square and mean absolute deviation. Among these best five models, it was observed that Linear Function Hyperbolic, Quadratic Logarithmic and Logistic I had the highest percentage of curves that converged, by the estimation of milk production curve per animal. It is concluded that Linear Function Hyperbolic, Quadratic Logarithmic and Logistic I models can be used to estimate the production curve of milk protein of Holstein cows from Rio Grande do Sul.

Keywords: Linear Function Hyperbolic, Logistic I, Quadratic Logarithmic

Introdução

O mercado está se tornando cada vez mais exigente em relação a qualidade do leite. Este comportamento se deve a percepção do papel exercido pelos alimentos e seus componentes sobre a saúde do consumidor. O leite de qualidade deve apresentar composição química (sólidos totais, gordura, proteína, lactose e minerais), microbiológica (contagem total de bactérias), organoléptica (sabor, odor, aparência) e número de células somáticas que atendam os parâmetros exigidos internacionalmente (Ribeiro et al., 2000). A visualização gráfica da curva de produção de leite vem sendo estudada há muitos anos, através de modelos lineares e não lineares, como forma de melhorar os manejos que influenciam a lactação, buscando maior lucratividade da atividade leiteira. Como a proteína é um dos constituintes de maior importância nutricional e econômica, faz-se necessário maior estudo da sua produção no decorrer da lactação. Em função disso, os produtores de leite têm sido estimulados a selecionar animais superiores para teores de proteína do leite, principalmente em decorrência do aumento de consumo de subprodutos



X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

como os queijos e pela sua importância na composição e qualidade do produto final (Ngkwai-Hang et al., 1982). Objetivou-se ajustar o modelo estatístico que melhor descreve a curva de produção de proteína no leite de vacas da raça Holandesa.

Material e Métodos

Foram utilizadas 8236 observações de produção de proteína do leite (kg) referentes a 1341 animais da raça Holandesa de 65 rebanhos, oriundos do Serviço de Análise de Rebanhos Leiteiros (SARLE) da Universidade de Passo Fundo. Para a escolha do modelo que melhor se ajusta à produção de proteína testou-se 15 modelos de regressão, no qual os parâmetros foram estimados pelo método modificado de Gauss Newton, disponível no NLIN do SAS[®] (Statistical Analysis System). O critério de convergência utilizado foi 10^{-5} . Os modelos testados foram: Bianchini $y = a + b^t + c \frac{1}{t} + \varepsilon$; Brody I $y = ae^{-ct} + \varepsilon$; Brody II $y = ae^{-bt} - ae^{-ct} + \varepsilon$; Brody III $y = a(1 - be^{-Kt}) + \varepsilon$; Cobuci $y = a - ct + \ln(t) + \varepsilon$; Gompertz $y = ae^{be(-kt)} + \varepsilon$; Logístico I $y = a(1 + e^{-Kt})^{-m} + \varepsilon$; Função Linear Hiperbólica $y = b_0 + b_1t + b_2t^{-1} + \varepsilon$; Função Quadrática Logarítmica $y = b_0 + b_1t + b_2t^2 + b_3\ln t + \varepsilon$; Função Parabólica Exponencial $y = b_0e^{b_1t + b_2t^2} + \varepsilon$; Função Polinomial Inversa $y = t(b_0 + b_1t + b_2t^2)^{-1} + \varepsilon$; Função Gamma Incompleto $y = a_n t^b e^{-ct}$; Papajcsik e Boderó $y = ate^{-ct}$; Richards $y = a(1 - be^{-Kt})^m + \varepsilon$; Von Bertalanffy $y = a(1 - be^{-Kt})^3 + \varepsilon$. O quadrado médio do resíduo (QMR), o desvio médio absoluto (DMA) e a visualização gráfica das curvas estimadas e observadas foram utilizados para escolha do melhor modelo.

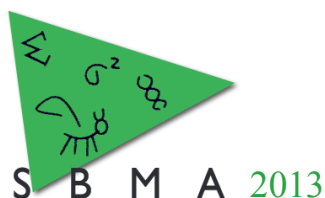
Resultados e Discussão

Dos modelos testados convergiram: Bianchini, Brody I, Cobuci, Polinomial Inverso, Logístico I, Quadrático Logarítmico, Papajcsik e Boderó, Função Gama Incompleto, Função Linear Hiperbólica. Dentre os modelos que convergiram os que apresentaram melhores ajustes foram Bianchini, Função Gama Incompleta, Função Linear Hiperbólica, Quadrático Logarítmico e Logístico I, que tiveram valores praticamente idênticos de QMR (0,05) e DMA ($\cong 0,005$), conforme tabela 1. Ao estimar a porcentagem de curvas que convergiram por animal, observou-se que a Função Linear Hiperbólica, Logístico I e o Quadrático Logarítmico convergiram para todos os animais (Tabela 1).

Ao analisar a curva estimada pela Função Linear Hiperbólica, Logístico I e o Quadrático Logarítmico, verificou-se que todos descreveram de forma idêntica a curva de produção de proteína. Assim, optou-se por apresentar na figura 1 a curva de proteína estimada pela Função Linear Hiperbólica. As maiores diferenças entre os valores observados e estimados de produção de proteína do leite foram observados no segundo e sexto mês de lactação, com desvios de 0,007 e 0,012Kg, respectivamente. Nestes meses observa-se superestimação da curva de proteína.

A literatura mostra que os modelos Quadrático Logarítmico e Função Linear Hiperbólica apresentam bons resultados ao estimar a curva de produção de leite. Não há referências sobre o uso de modelos estatísticos para descrever curvas de proteína do leite. El Faro et al. (1999) relataram que para a Função Linear Hiperbólica estimar curvas típicas e picos de lactação, os parâmetros b_1 e b_2 devem ser negativos. Neste trabalho, os parâmetros b_1 e b_2 estimados, da Função Linear Hiperbólica, foram iguais a -0,02 e -0,10, respectivamente.

Com relação a produção de proteína ao longo da lactação, verificou-se que no primeiro mês foi igual a 0,85kg, sendo que o pico ocorreu no segundo mês (0,89kg). A partir do terceiro mês a produção de proteína decresceu gradativamente até atingir 0,75kg no 10º mês de lactação (Figura 1).



X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal
Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

Tabela 1 – Modelo estatístico, quadrado médio do residuo (QMR), desvio médio absoluto (DMA) e porcentagem de curvas que convergiram por animal (CC)

Modelo	Parâmetros				Critérios de escolha		
	b_0	b_1	b_2	b_3	QMR	DMA	CC
Bianchini	-0,01±0,01	0,97±0,00	-0,11±0,02	-	0,05	0,005	75%
Função Gama Incompleta	0,88±0,00	0,09±0,01	0,04±0,00	-	0,05	0,004	98%
Função Linear Hiperbólica	0,97±0,01	-0,02±0,00	-0,10±0,02	-	0,05	0,005	100%
Logístico I	0,89±0,02	0,01±0,01	0,25±0,06	-	0,05	0,005	100%
Quadrático Logarítmico	0,89±0,01	-0,04±0,02	0,01±0,00	0,10±0,03	0,05	0,004	100%

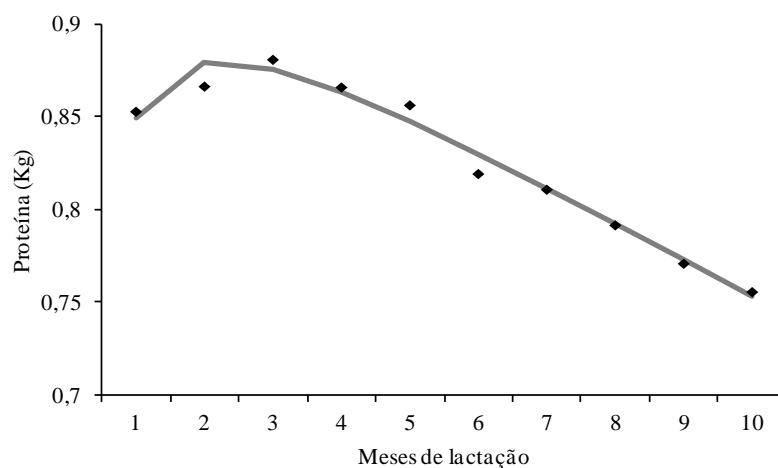


Figura 1 – Produção de proteína no leite observada (♦) e estimada (—) pela Função Linear Hiperbólica em vacas da raça Holandesa

Conclusões

Os modelos Função Linear Hiperbólica, Quadrático Logarítmico e Logístico I ajustam de forma adequada a curva de produção de proteína do leite de vacas da raça Holandesa.

Literatura citada

- EL FARO, L.; 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.
- NG-KWAI-HANG, K. F.; HAYES, J. F.; MOXLEY, J. E.; MONARDES, H. G. Environmental influences on protein content and composition of bovine milk. **Journal of Dairy Science**. 65, p.1993-1998. 1982.
- RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JÚNIOR, W.; BUSS, H. Qualidade de leite. In: BITENCOURT, D.; PEGORARO, L. M. C.; GOMES, J. F. **Sistemas de pecuária de leite: uma visão na região de Clima Temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p.175-195.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's guide: statistics**. version. 6.12.ed. Cary, 1996. 983p.