



## *VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal* *São Carlos, SP, 10 e 11 de julho de 2008*

### **Modelos lineares e não lineares para descrição de curvas de lactação de búfalas Murrah na Zona da Mata de Pernambuco**

Luciana Florêncio Vilaça<sup>1</sup>, Wandemberg Rocha Freitas<sup>2</sup>, Katarina Juliana de Andrade Araújo<sup>3</sup>, Gladston Rafael dos Santos<sup>4</sup>, Kleber Régis Santoro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Aluna de graduação em Zootecnia UAG/UFRPE, e-mail: luciana-vilaca@hotmail.com

<sup>2</sup>Aluno de graduação em Zootecnia UAG/UFRPE, e-mail: wandembergrocha@zootecnista.com.br

<sup>3</sup>Aluna de graduação em Zootecnia UAG/UFRPE, e-mail: kjandrade47@hotmail.com, bolsista PIBIC/CNPq

<sup>4</sup>Pesquisador do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Sertânia/PE, e-mail: gladstonrafael@ipa.br

<sup>5</sup>Professor Adjunto UAG/UFRPE, Garanhuns/PE, e-mail: krsantoro@uag.ufrpe.br

**Resumo** – Analisaram-se 2.995 observações de produção de leite (semanal) de búfalas Murrah. Os modelos utilizados foram: Cúbico, Grau quatro, Linear logarítmico, Quadrático logarítmico, Gama incompleto e Linear hiperbólico. Foram verificadas a influência do grupo contemporâneo de parto e da idade ao parto. A qualidade do ajuste baseou-se no  $R^2$  ajustado. O modelo que melhor se ajustou foi o de grau quatro. A variável de maior influência sobre os parâmetros dos modelos foi o grupo contemporâneo de parto.

**Palavras-chave:** bubalinos, ajuste de modelos, produção de leite.

### **Linear and non-linear models to describe Murrah buffaloes lactation curves at Zona da Mata in Pernambuco State, northeastern Brazil**

**Abstract** – It was analyzed 2,995 records of total milk production (weekly) from Murrah buffaloes. The investigated models were: cubic polynomial, four degree polynomial, linear logarithmic, quadratic logarithmic, incomplete gamma, and linear hyperbolic. It was verified the influence of contemporary group of parturition and age at parturition. The model adjust quality was adjusted  $R^2$ . The best model was the four degree polynomial. The most influence on model parameters was contemporary group of parturition.

**Keywords:** buffaloes, milk production, models adjust

### **Introdução**

No Brasil, os bubalinos são criados há algum tempo, podendo ser encontrados em todos os estados do país, porém são poucos os estudos sobre estes animais no estado de Pernambuco.

As búfalas possuem alta potencialidade para produção leiteira, e quando comparadas com as vacas, possuem algumas vantagens, como por exemplo, maior rusticidade, maior resistência a ectoparasitos, apresentam menor frequência de mamite, permitem a criação em regiões inadequadas para bovinos, são menos exigentes quanto à

qualidade das pastagens e gramíneas, e conseqüentemente apresentam menor custo de produção (Amaral & Escrivão, 2005).

A representação gráfica da produção de leite durante a lactação é designada curva de lactação, sendo esta muito importante para entender o comportamento da produção durante todo o período no qual o animal estará produzindo leite.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi ajustar diferentes modelos para produção diária total de leite de búfalas Murrah e selecionar o modelo mais adequado para descrever a curva de lactação.

### Material e Métodos

Foram utilizadas 2.995 informações de produção de leite (semanal) de animais Murrah, coletadas no período de outubro/2003 a dezembro/2006, oriundas de um rebanho leiteiro pertencente a uma propriedade rural localizada no município de Ribeirão, Zona da Mata de Pernambuco, distante 87 km do Recife. O clima da região é do tipo tropical chuvoso, com pluviosidade média anual de 2.397,7 mm e época chuvosa de maio a setembro.

Os animais se alimentavam de pastagem e eram suplementados com silagem e concentrado protéico e energético (farelo de milho e soja), sendo oferecido sal mineral.

Os seguintes modelos de regressão foram utilizados para estudar as curvas de lactação (Gonçalves et al., 1996):

- Cúbico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \text{Tempo}^2 + \beta_3 \text{Tempo}^3 + \varepsilon$
- Grau quatro:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \text{Tempo}^2 + \beta_3 \text{Tempo}^3 + \beta_4 \text{Tempo}^4 + \varepsilon$
- Linear logarítmico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \log_e (\text{Tempo}) + \varepsilon$
- Quadrático logarítmico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \text{Tempo}^2 + \beta_3 \log_e (\text{Tempo}^2) + \varepsilon$
- Gama incompleto:  $Y = \beta_0 \text{Tempo}^{\beta_1} * \exp(-\beta_2 \text{Tempo}) + \varepsilon$
- Linear hiperbólico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 / \text{Tempo} + \varepsilon$

Onde: Y é a produção de leite (em litros) a cada semana; Tempo é o tempo de lactação em dias, decorridos desde o parto até a data do controle;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$  são coeficientes de regressão a serem estimados e  $\varepsilon$  é o erro aleatório associado a cada medida, considerado com distribuição  $N(0; \sigma^2_\varepsilon)$ .

Os dados foram analisados utilizando o *software* SAS (2005).

O melhor modelo foi julgado como aquele que obteve o maior valor de  $R^2$  ajustado.

### Resultados e Discussão

O modelo que melhor se ajustou foi o de grau quatro, onde foi obtido um valor de  $R^2$  ajustado de 0,5874. Já no estudo realizado por Berrocal (2005), quando este avaliou o uso de modelos lineares e não lineares para o estudo da curva de lactação em búfalas Murrah, os modelos que melhor representaram à curva foram o quadrático logarítmico e linear hiperbólico. Já o pior modelo encontrado foi o gama incompleto, com  $R^2$  ajustado igual a 0,2203. Andrighetto et al. (2004), trabalhando com a mesma raça não encontraram bom ajuste para a função gama incompleta, sugerindo que novos trabalhos deveriam testar modelos diferentes para descrição da curva de lactação.

Tabela 1- Estimativa dos parâmetros de regressão para os modelos ajustados á dados de produção de leite total diário (kg/dia) para búfulas Murrah.

Modelos	Parâmetros					R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub>
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	
Cúbico	3,7820 (1,8270)*	0,2724 (1,0462)	-0,427 (0,2648)	-0,0004 (0,0065)	-	0,5483
Grau Quatro	3,3388 (2,2824)	0,4625 (2,5602)	-0,0058 (1,1646)	-0,0184 (0,2256)	0,0015 (0,0154)	0,5874
Linear	4,1032 (1,9117)	-0,3717 (1,1842)	1,1634 (2,2006)	-	-	0,5040
Logarítmico	3,7234 (1,8820)	-0,0487 (1,3055)	-0,0357 (0,2569)	0,9656 (2,0512)	-	0,5694
Quadrático	0,2203 (39,2845)	3,9901 (-157,4664)	3,3265 (1066,99)	-	-	0,2203
Gama	3,6829 (22,9813)	0,4742 (7,5517)	-0,6572 (15,4696)	-	-	0,4936
Incompleto						
Linear						
Hiperbólico						

\* Os valores entre parênteses representa o erro padrão do parâmetro de regressão

Tabela 2 - Significâncias dos testes *t* para os parâmetros dos modelos ajustados.

Modelos	Parâmetro	Fonte de variação	
		GCPARTO <sup>+</sup>	Idade ao parto
Cúbico	$\beta_0$	52,82**	20,64**
	$\beta_1$	7,97**	0,47 <sup>NS</sup>
	$\beta_2$	4,91**	3,78 <sup>NS</sup>
	$\beta_3$	17,88**	11,23**
Grau quatro	$\beta_0$	41,98**	5,85 <sup>NS</sup>
	$\beta_1$	4,82**	0,76 <sup>NS</sup>
	$\beta_2$	6,84**	15,17**
	$\beta_3$	9,86**	23,44**
	$\beta_4$	10,64**	27,16**
Linear logarítmico	$\beta_0$	31,26**	15,36**
	$\beta_1$	3,01**	2,05 <sup>NS</sup>
	$\beta_2$	13,04**	2,08 <sup>NS</sup>
Quadrático logarítmico	$\beta_0$	51,46**	9,62*
	$\beta_1$	12,16**	9,35*
	$\beta_2$	3,03**	2,58 <sup>NS</sup>
	$\beta_3$	51,44**	73,85**
Gama incompleto	$\beta_0$	46,95**	34,90**
	$\beta_1$	60,53**	0,00 <sup>NS</sup>
	$\beta_2$	22,51**	0,21 <sup>NS</sup>
Linear hiperbólico	$\beta_0$	115,75**	1,44 <sup>NS</sup>
	$\beta_1$	115,63**	0,61 <sup>NS</sup>
	$\beta_2$	117,14**	0,95 <sup>NS</sup>

\* Significativo a 5% (P < 0,05); \*\* Significativo a 1% (P < 0,01); <sup>NS</sup> Não significativo; <sup>+</sup>Grupo contemporâneo de parto

Segundo a Tabela 2 a variável que teve a maior influência nos modelos ajustados foi o GCPARTO apresentando uma significância ( $P < 0,01$ ) em todos os modelos avaliados. Já a idade de parto, de forma geral, foi a de menor influência sobre os parâmetros dos modelos, o que pode representar animais com idades de parto similares, fato que pode ser comprovado devido a este ser um rebanho ainda em implantação com animais predominantemente jovens (até 5 anos). Tal aspecto não foi encontrado por Oliveira et al. (2007) quando estes estudaram a curva de lactação de vacas F<sub>1</sub> Holandês-Gir ajustadas pela função gama incompleta.

### Conclusões

O modelo de melhor ajuste para a estimativa da curva de lactação foi o de grau quatro. A variável de maior influência sobre os parâmetros dos modelos ajustados foi o grupo contemporâneo de parto, levando a entender que a época do ano na qual o animal pariu influenciou a produção leiteira. Desta forma recomenda-se que o produtor esteja atento às condições nutricionais e de manejo reprodutivo para diminuir o impacto desta variável sobre a produção.

### Literatura Citada

- AMARAL, F.R.; ESCRIVÃO, S.C. Aspectos relacionados à búfala leiteira. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.29, n.2, p.111-117, 2005.
- ANDRIGUETTO, C. et al. Curva de lactação de búfalas Murrah ajustadas pela função gama incompleta. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga, 2004.
- BERROCAL, M.M.; TONHATI, H.; MUÑOZ, M.C.; DUARTE, J.M.C. et al. Uso de modelos lineares e não lineares para o estudo da curva de lactação em Búfalos Murrah e seus mestiços em sistema de criação semi extensivo, no Estado de São Paulo. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v.13, n.1, p.19-23, 2005.
- GONÇALVES, T.M.; MARTINEZ, M.L.; MILAGRES, J.C. Curva de lactação da raça Gir. I. Escolha do modelo de melhor ajuste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25 p.616-626, 1996
- OLIVEIRA, H.T.V.; REIS R.B.; GLÓRIA, J.R., QUIRINO, C.R.; PEREIRA, J.C.C. Curvas de lactação de vacas F<sub>1</sub> Holandês-Gir ajustadas pela função gama incompleta. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.233-238, 2007.
- SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System User's Guide**. Version 9 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2005.