

### Heterose nos componentes da curva de lactação de animais da raça Girolando

Darlene dos Santos Daltro<sup>1</sup>, Elisandra Lurdes Kern<sup>1\*</sup>, Juliana Dementshuk Machado<sup>1</sup>, Alessandro Haiduck Padilha<sup>1</sup>, Marcos Vinicius Guarberto Barbosa da Silva<sup>2</sup>, João Cláudio do Carmo Panetto<sup>2</sup>, Jaime Araujo Cobuci<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup>Embrapa Gado de leite, Juiz de Fora, MG, Brasil.

\*Autor correspondente: elikern@hotmail.com

**Resumo:** O objetivo desse trabalho foi estudar os componentes da curva de lactação e avaliar o efeito da heterose em bovinos da raça Girolando. Foram utilizados registros de 27.460 vacas da raça Holandesa, Gir e Girolando, com partos entre 1998 e 2014 em rebanhos do estado de Minas Gerais. Os modelos não lineares de Wood (WD) e Wilmink (WIL) foram utilizados para ajustar individualmente a curva de lactação de acordo com os registros de produção de leite no dia do controle. O valor do coeficiente de determinação ajustado para o modelo WD (0,84-0,92) foi superior ao do modelo WIL (0,02-0,06). O modelo de WD foi o que melhor estimou o tempo ao pico (TP) e a produção no pico (PP) no Gir e TP no Holandês. O modelo de WIL descreveu de forma mais real o PP e TP do Girolando e PP no Holandês. O modelo WD, indicou melhor ajuste da persistência da lactação (S) com menor erro-padrão. Observou-se efeito da heterose sobre a característica TP estimada pelos dois modelos. A persistência na lactação de vacas Girolando mostrou efeito de heterose quando obtida pelo modelo WD. O ajuste do modelo WD proporcionou melhor estimativa das características da curva de lactação nesta população de animais.

**Palavras-chave:** modelos matemáticos, pico de lactação, produção de leite, tempo ao pico.

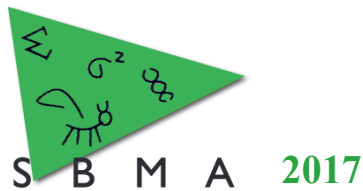
### Heterosis in the components of the lactation curve of Girolando cattle

**Abstract:** The aims of this work was to study the components of the lactation curve and to evaluate the effect of heterosis on Girolando cattle. A total of 27,460 Holstein, Gir and Girolando cows were used, with calves between 1998 and 2014 in Minas Gerais state. Non-linear Wood (WD) and Wilmink (WIL) models were used to individually adjust the lactation curve according to test-day records for milk yield. The adjusted coefficient of determination for the WD model (0.84-0.92) was higher than that of the WIL model (0.02-0.06). The WD model was the one that best estimated the TP and the peak (PP) production in the Gir and the TP of the Holstein. The WIL model described in a more real way the PP and TP of the Girolando and PP of the Holstein. The Wood model indicated a better fit of the lactation persistence (S) with the lowest standard error. The heterosis showed an effect on the TP traits in the two models studied. The persistence of lactation of the Girolando cows had a heterosis effect in the WD model. The WD model provided a better estimate of lactation curve traits of these animals.

**Keywords:** mathematical models, peak yield, milk yield, peak time.

### Introdução

No Brasil, boa parte dos sistemas de produção de leite envolvem o cruzamento entre as raças Gir e Holandesa. O objetivo desse cruzamento é a utilização da heterose e da complementariedade das raças, obtendo assim animais mais adaptados e produtivos. Em bovinos leiteiros, o desempenho produtivo pode ser verificado por meio da curva da lactação das vacas. A comparação do formato da curva permite que sejam obtidas informações sobre a eficiência individual dos animais, proporcionando melhor controle de produção e manejo nutricional. Os modelos não lineares são comumente utilizados para descrever a curva de lactação, pois apresentam parâmetros que estão diretamente relacionados às partes ascendentes e descendentes da curva (Varanis et al., 2016). A partir desses parâmetros outras características da curva podem ser obtidas, como o pico de lactação, tempo para chegar ao pico e a persistência na lactação (Pereira et al., 2016). Considerando que o formato da curva da lactação difere entre os animais, a obtenção desses parâmetros é fundamental para se averiguar o efeito da heterose nas características que



compõe a curva de lactação. O conhecimento do nível de heterose sobre os aspectos da curva da lactação pode contribuir para a melhoria do sistema de produção, auxiliando os criadores na tomada de decisões quanto ao manejo, seleção e descarte de animais. O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da heterose sobre as características que compõe a curva de lactação de vacas da raça Girolando.

#### Material e Métodos

Os dados de produção de leite diária foram coletados por técnicos das associações da raça Holandesa, Gir e Girolando no período entre 1998 e 2014. Foram utilizados modelos não lineares, para ajustar os dados de produção de leite no dia do controle de 27.460 vacas primíparas da raça Holandesa, Gir e Girolando (do grupo genético 1/2H-1/2G), manejadas em rebanhos do estado de Minas Gerais. Os modelos não lineares foram:  $y = at^b \exp(-ct)$ , Wood (1967) e,  $y = a + bt + ce^{-kt}$ , Wilmink (1987), onde  $y$  representa a produção de leite no dia do controle;  $a$ ,  $b$ , e  $c$  são os parâmetros a serem estimados,  $t$  é o período de tempo após o parto em que foi medida a produção de leite,  $\exp$  é o exponencial e  $k$  é considerado geralmente uma constante e foi assumido um valor igual a 0.05. Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss-Newton, modificado por meio do procedimento NLIN do software estatístico SAS (Sistema de Análise Estatísticas, versão 9.3).

A partir dos parâmetros de cada modelo foram calculadas as características pico de lactação (PP), tempo ao pico (TP) e a persistência (S). A qualidade do ajuste dos modelos matemáticos foi comparada utilizando-se do critério do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{Adj}$ ). O cálculo da heterose para as características foi obtido pela seguinte fórmula:  $Heterose = \bar{X}_{Girolando} - \left(\frac{1}{2} (\bar{X}_{Holandês} + \bar{X}_{Gir})\right) * 100$ , cujas médias foram obtidas pelo uso do comando ESTIMATE do software estatístico SAS (Sistema de Análise Estatísticas, versão 9.3).

#### Resultados e Discussão

De forma clara, observa-se que o valor do  $R^2_{Adj}$  para o modelo WD foi superior ao do modelo WIL, com valores variando de 0,84 a 0,92 no WD e, de 0,02 a 0,06, no WIL (Tabela 1).

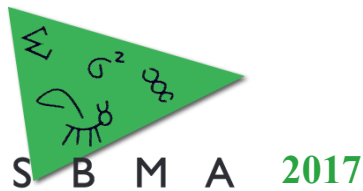
Tabela 1. Estimativa dos parâmetros dos modelos não-lineares e coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{Adj}$ ) de acordo com as raças Holandesa, Gir e Girolando.

		a ± EP	b ± EP	c ± EP	$R^2_{Adj}$
Girolando	WD	12,98 ± 0,30	0,12 ± 0,00	0,001 ± 0,00	0,87
	WIL	21,29 ± 0,11	-6,85 ± 0,37	-0,018 ± 0,00	0,02
Gir	WD	10,29 ± 0,40	0,12 ± 0,01	0,002 ± 0,000	0,84
	WIL	17,03 ± 0,08	-7,95 ± 0,70	-0,018 ± 0,000	0,04
Holandês	WD	20,20 ± 0,14	0,17 ± 0,00	0,002 ± 0,000	0,92
	WIL	29,76 ± 0,06	-12,00 ± 0,20	-0,026 ± 0,003	0,06

a, b, c: parâmetros dos modelos; EP: erro-padrão; WD: Wood; WIL: Wilmink.

No modelo WD, os valores estimados para TP e PP mostram o pico ocorrendo em média aos 128 dias com produção de leite de 21,26 kg, na raça Girolando (Tabela 2). Esses altos valores de TP indicam uma superestimação dessa característica pelo modelo. Na raça Gir, o modelo de WD foi o que melhor se ajustou, pois TP e PP mostram o pico ocorrendo em média aos 64 dias, com produção de 15,41 kg. Esse resultado foi semelhante àqueles observados por Herrera et al. (2008) em um estudo realizado com vacas Gir, onde a TP ocorreu próximo dos 60 dias com PP de 10,32 kg.

O modelo de WIL descreveu de forma mais real o tempo de pico da produção de leite, visto apresentar valores mais próximos aos valores biológicos observados em animais Girolando. Apesar disso, na raça Holandesa, o modelo WIL subestimou os valores médios de TP (25,14 dias), indicando valores mais baixos podem indicar curvas que estimam produções decrescentes. Em relação à característica PP, o modelo WIL mostrou-se mais coerente ao WD, tendo maior valor médio na raça Holandesa de 28,53 kg, seguida pela raça Girolando de 20,46 kg e Gir com 17,55 kg. A persistência foi a variável que menos variou entre os modelos ajustados. Entretanto essa medida para a função do parâmetro não tem unidade, o



que dificulta a interpretação biológica. Entende-se que, quanto maior os seus valores, mais persistente é a lactação da vaca.

Tabela 2. Estimativa das características pico de lactação, tempo ao pico e persistência na lactação de acordo com os modelos Wood (WD) e Wilmink (WIL) e raças.

		PP ± EP	TP ± EP	S ± EP
Girolando	WD	12,26 ± -6,59	128,00 ± -26,68	7,79 ± 0,31
	WIL	20,46 ± -3,70	49,80 ± -28,28	6,85 ± -2,24
Gir	WD	15,41 ± -6,59	64,00 ± -26,68	7,01 ± 0,31
	WIL	17,03 ± -3,70	43,78 ± -28,28	7,95 ± -2,24
Holandês	WD	36,75 ± -6,59	86,50 ± -26,68	7,28 ± 0,31
	WIL	28,53 ± -3,70	25,14 ± -28,28	12,00 ± -2,24

PP: pico de lactação (kg); TP: tempo ao pico (dias); S: persistência da lactação; EP: erro-padrão.

O modelo WD, indicou melhor ajuste da S com menor erro-padrão 0,31 indicando os animais da raça Girolando (S=7,79) são mais persistentes em relação aos animais das raças Holandesa (S=7,28) e Gir (S=7,01). Já no modelo WIL a raça Holandesa mostrou-se mais persistente (S=12,00), seguida da raça Gir (S=7,95) e Girolando (6,85).

A heterose apresentou efeito significativo ( $P < 0.05$ ) para característica TP nos dois modelos ajustados. Os valores médios de heterose para TP nos animais Girolando variaram de 44,52 dias no modelo WD e 70,09 dias no modelo WIL. No modelo WD houve uma superestimação da TP, isso possivelmente tenha ocorrido devido à baixa qualidade de ajuste deste modelo, o que pode encobrir o efeito da heterose. Porém, mesmo assim, se observou efeito positivo na estimativa da heterose para a característica TP, não havendo superestimação dos valores. Não houve efeito significativo de heterose para a característica PP nas vacas Girolando. Embora as vacas da raça Girolando tenham apresentado uma maior produção ao pico em relação a raça Gir, as mesmas apresentaram PY inferior a raça Holandesa. A S mostrou efeito significativo ( $P < 0.05$ ) da heterose quando ajustada para o modelo WD. A heterose na característica S foi em torno de 0,31% nas vacas Girolando. No modelo WIL, não houve efeito significativo de heterose das vacas Girolando para a persistência da lactação.

### Conclusão

O modelo Wood proporcionou melhor estimativa das características da curva de lactação dos animais da raça Holandesa, Gir e Girolando. A heterose mostrou efeito sobre a característica tempo ao pico nos dois modelos Wood e Wilmink. A persistência na lactação das vacas Girolando indicou efeito de heterose quando ajustada pelo modelo Wood.

### Literatura citada

Herrera, L. G. G.; El Faro, L.; Albuquerque, L. G.; Tonhati, H.; Machado, C. H. C. Estimativa 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, p. 1584-1594, 2008.

Pereira, M. A.; Menezes, M. L.; Oliveira, V. S.; Lima, M. S.; Carvalho, T. G.; Santos, A. D. Curvas de lactação de fêmeas mestiças taurino x zebu. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, p. 118-126, 2016.

Varanis, L. F. M.; Silva, Ñ. A. M.; Teixeira, A. M. Seleção de modelos não lineares para estimação da curva da curva de lactação de vacas mestiças pelo método de análise de agrupamento. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 8, p. 28-37, 2016.

Wilmink, J. B. M. Efficiency of selection for different cumulative milk, fat and protein yields in first lactation. **Livestock Production Science**, v. 17, p. 211-224, 1987.

Wood, P. D. P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. **Nature**, v. 216, p. 164-165, 1967.