

## Estimativas de Parâmetros de Cruzamentos para Peso de Fêmeas Holandês/Gir<sup>1</sup>

Gabrimar Araújo Martins<sup>2</sup>, Fernando Enrique Madalena<sup>3</sup>, José Henrique Bruschi<sup>4</sup>, José Ladeira da Costa<sup>4</sup>, Roberto Luiz Teodoro<sup>4</sup>, João Bosco Neves Monteiro<sup>5</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se, com este trabalho, o desenvolvimento de modelo para a descrição do peso de vacas, novilhas e bezerras Holandês/Gir. Foram utilizados 18.089 pesos mensais de 412 fêmeas, em fazenda demonstrativa na Zona da Mata de Minas Gerais. Os dados foram analisados pelo Proc Mixed do pacote SAS, separadamente, para as seguintes categorias: a) vacas, b) novilhas maiores de 12 meses de idade, c) novilhas de 70 dias a 12 meses e d) bezerras de até 70 dias. Para cada uma destas categorias, as equações de regressão do peso sobre a idade (x, meses) foram, respectivamente,  $\hat{Y}_i = 267,730 - 24,319 q + 81,025 z + 1,152 x - 0,007 x^2 + 3,908 qx + 0,958 zx - 0,017 qx^2$ ;  $\hat{Y}_i = -230,446 + 205,033 q + 76,206 z + 27,304 x - 0,278 x^2 - 11,806 qx + 0,166 qx^2$ ;  $\hat{Y}_i = -58,167 + 99,107 q + 47,627 z + 16,730 x + 0,093 x^2 - 4,928 qx$  e  $\hat{Y}_i = 17,286 + 20,343 q + 11,023 z + 0,680 x + 4,117 x^2 + 3,663 qx$ , em que q é a proporção de genes de Holandês e z, a heterozigose racial. O peso médio mantido pelas vacas durante sua vida útil foi estimado integrando-se o do peso predito (v) entre a idade ao primeiro parto e a idade de saída do rebanho. A heterose teve efeito importante sobre este peso.

Palavras-chave: cruzamento, gado de leite, heterose, peso corporal

## Estimates of Crossbreeding Parameters for Live Weight in Holstein/Gir Females

**ABSTRACT** - Monthly weights (18.089) of 412 females on a demonstration farm in the Zona da Mata, Minas Gerais State, were used to develop a model to describe the liveweight of cows, heifers and calves. The data were analyzed using Proc Mixed of the SAS package, separately for the following categories: a) cows, b) heifers older than 12 mo., c) heifers 70-d to 12 mo-old and d) female calves up to 70 d. For each of these, the regression equations of weight on age (mo) were, respectively,  $\hat{Y}_i = 267.730 - 24.319 q + 81.025 z + 1.152 x - 0.007 x^2 + 3.908 qx + 0.958 zx - 0.017 qx^2$ ;  $\hat{Y}_i = -230.446 + 205.033 q + 76.206 z + 27.304 x - 0.278 x^2 - 11.806 qx + 0.166 qx^2$ ;  $\hat{Y}_i = -58.167 + 99.107 q + 47.627 z + 16.730 x + 0.093 x^2 - 4.928 qx$  and  $\hat{Y}_i = 17.286 + 20.343 q + 11.023 z + 0.680 x + 4.117 x^2 + 3.663 qx$ , where q is the proportion of Holstein genes and z the breed heterozygosity. The average weight maintained by cows during their herd life was estimated by integration of the predicted weight (v) between the ages at first calving and at disposal. Heterosis had important effect on this weight.

Key Words: crossbreeding, dairy cattle, heterosis, live weight

### Introdução

Dada a importância das despesas com alimento para manutenção, o peso constitui aspecto importante da eficiência econômica de vacas leiteiras, inclusive nas comparações de genótipos. Martins et al. (2003) relataram que 55% do custo de produção de vacas mestiças Holandês (H)/Gir (G) correspondiam à alimentação e, desse valor, 53% foram atribuídos à manutenção das vacas. Vercesi Filho et al. (2000) apresentaram valor econômico negativo para peso da vaca, decorrente do custo de manutenção, que não foi compensado pela receita ao descarte.

Trabalhando com dados de H x G e H x Guzerá, Perotto et al. (1997) verificaram que o peso adulto das vacas foi maior nas cruzas F1 e diminuía nos cruzamentos com menor heterose. Esses autores utilizaram a função de Richards para descrever a curva de crescimento de cada vaca do nascimento ao fim da vida útil. Madalena & Teodoro (2001) ajustaram curvas polinomiais, argumentando que as curvas de crescimento assintóticas não permitem expressar a diminuição do peso com a idade avançada e, por isto, não são adequadas para vacas mestiças leiteiras que, no Brasil, permanecem por longo tempo nos rebanhos (Lemos et al., 1996). Teodoro & Madalena

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado do curso de Doutorado em Ciência Animal da UFMG.

<sup>2</sup> Prof. da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE. Bolsista da FUNCAP. E-mail gabrimarm@bol.com.br

<sup>3</sup> Prof. do Departamento de Zootecnia da UFMG, Bolsista do CNPq. E-mail: fermadal@dedalus.lcc.ufmg.br

<sup>4</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Gado de Leite.

<sup>5</sup> Técnico Agrícola da EMBRAPA-Gado de Leite.

(2002) encontraram os melhores ajustes com curvas quadráticas ou cúbicas com dados de diferentes cruzamentos. Madureira et al. (2002) ajustaram curvas quadráticas para descrever a relação entre o peso e a idade das vacas e verificaram que o peso corporal foi fortemente influenciado pelo cruzamento tanto em novilhas como em vacas mestiças H x Guzerá, sendo as F<sub>1</sub> mais pesadas em relação aos pesos observados nos outros cruzamentos. Esses autores salientaram que o modelo aditivo-dominante descreveu adequadamente o peso médio dos animais dos diferentes cruzamentos estudados, tendo a heterose grande importância para aquela característica.

Menchaca (1990), ao estudar o crescimento de animais Zebu x ¾ Holandês de 0 a 780 dias de idade, comparou os resultados obtidos por meio de modelos utilizados para descrever separadamente três fases de crescimento (0-120, 120-240 e 240-780 dias), em relação aos obtidos por intermédio do ajustamento das funções Gompertz e Richards. Os autores encontraram variâncias residuais menores para a análise em três fases, justificando sua utilização para esse caso particular. Em estudos que visam aplicações econômicas, quando as diferentes categorias têm manejos e custos diferentes, parece mais conveniente adotar uma análise do peso por categoria, em vez de se forçar uma curva única para toda a vida.

O efeito do grupo genético sobre o desempenho dos animais pode ser predito por meio de modelos genéticos com base na diferença aditiva entre as raças, a heterozigose e a epistasia, estimadas pelas regressões da característica estudada sobre a fração de genes de cada raça, a heterozigose racial e a taxa de recombinação, obtidas a partir das proporções mendelianas de gametas de cada raça (Dickerson, 1969; Madalena, 2001). Nesse procedimento, são utilizados recursos estatísticos relativamente simples que permitem boa compreensão dos componentes genéticos, e as predições calculadas com alguns grupos genéticos podem ser aplicadas a qualquer grupo não-incluído no modelo (Robison et al., 1981).

Este trabalho foi conduzido com os objetivos de estudar o efeito do cruzamento sobre o peso de vacas e novilhas Holandês/Gir criadas na região da Zona da Mata de Minas Gerais e verificar o ajuste de modelos genéticos para a predição do peso de animais resultantes de diferentes cruzamentos destas raças.

## Material e Métodos

Foram utilizados 18.089 pesos mensais de 412 fêmeas mestiças H/G, obtidos de outubro de 1993 a abril de 2003, no rebanho da unidade demonstrativa da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG, conhecida como Sistema de Produção de Leite a Pasto. As fêmeas avaliadas neste estudo eram filhas de 25 touros H (preto e branco) e 22 G, utilizados principalmente em cruzamento rotacional desde 1977, sendo a distribuição da fração de genes H praticamente contínua. Para algumas aplicações neste estudo, a fração de genes H foi agrupada em oitavos.

Os pesos foram analisados, separadamente, para as seguintes categorias: 1) bezerras na fase de aleitamento, entre o nascimento e os 70 dias de idade, 2) novilhas com idade superior a 70 dias e menor ou igual a 12 meses, 3) novilhas com idade superior a 12 meses e 4) vacas. A distribuição do número de animais por classe de grupo genético em relação à categoria animal é apresentada na Tabela 1. A idade média e o número de observações por categoria encontram-se na Tabela 2.

Os animais utilizados foram mantidos a pasto e suplementados com volumosos durante o período da seca. Vacas com produção de leite acima dos 10 kg diários receberam concentrados em função da quantidade de leite produzido. Os bezerros eram separados da mãe nas primeiras 12 horas de vida e criados em abrigos individuais localizados em área exclusiva, recebendo 4,0 kg de leite/animal/dia até os 56 dias,

Tabela 1 - Numero de animais por fração de genes Holandês

Table 1 - Distribution of animals by Holstein gene fraction

Fração de genes <i>Gene fraction</i>	Holandês <i>Holstein</i>					Total
	3/8	4/8	6/8	7/8	8/8	
Vacas <i>Cows</i>	3	47	52	70	33	205
Novilhas >12 m <i>Heifers older than 12 mo</i>	2	57	74	108	73	314
Novilhas de 70 d a 12 m <i>Heifers 70-d to 12-mo-old</i>	2	41	73	86	63	265
Bezerras até 70 dias <i>Heifers calves up to 70-d-old</i>	2	34	69	86	582	49

Tabela 2 - Idade e número de observações em vacas, novilhas e bezerras  
 Table 2 - Age and number of records for cows, heifers and female calves

Categoria Category	Idade (meses) Age (mo)			Pesos por animal Records per animal			Total Total
	Média Mean	Mínimo Minimum	Máximo Maximum	Média Mean	Mínimo Minimum	Máximo Maximum	
Vacas Cows	70,7	27,5	161,8	39,4	1	104	8074
Novilhas >12 meses Heifers older than 12 mo	26,2	12	55	21,4	1	45	6731
Novilhas de 70 d a 12 meses Heifers 70-d to 12-mo-old	7,2	2,33	12	8,8	1	11	2337
Bezerras até 70 dias Heifer calves up to 70-d-old	1,2	0	2,3	3,8	1	7	947

permanecendo, com concentrado à vontade, nos abrigos, até os 70 dias de idade, quando então eram transferidos para pastagem de boa qualidade. No período compreendido entre 70 e 365 dias, os animais eram suplementados com concentrado, sendo este fornecimento suspenso após os 365 dias de idade. Maiores detalhes do sistema de alimentação e manejo foram apresentados por Novaes (1992).

As observações foram agrupadas em classes de ano-mês da pesagem, estágio de gestação (1 a 94, 94 a 188, >188 dias e desconhecido) e estágio da lactação (1 a 100, 100 a 200, 200 a 300, >300 dias e vacas secas).

Os dados foram analisados separadamente para cada categoria, por meio do PROC MIXED, do pacote SAS (1998), apropriado para análise de medidas repetidas (Littell et al., 1996), utilizando o modelo  $Y = X\beta + Zu + e$ , em que  $Y$  representa matriz de pesos dos animais;  $B$  e  $u$ , vetores de efeitos fixos e aleatórios;  $X$  e  $Z$ , matrizes de incidência dos efeitos fixos e aleatórios, respectivamente; e  $e$ , o vetor de erros, sendo  $u \sim MVNI(0, G)$ ,  $cov(u_i, u_j) = 0$  e  $e \sim MVN(0, R)$  e a matriz de variância de  $Y$ ,  $V(y) = ZGZ' + R$ . O seguinte modelo foi adotado para estimar o efeito do cruzamento e da idade sobre o peso:

$$Y_{ijklm} = \alpha_0 + am_i + cges_j + clac_k + g^I q_l + h^I z_l + a_{ijkl} + \sum_{p=1}^P \alpha_p x_{plm}^p + \sum_{p=1}^P \delta_p q_l x_{plm}^p + \sum_{p=1}^P \gamma_p z_l x_{plm}^p + e_{ijklm} \quad [1],$$

em que  $Y_{ijklm}$  é o  $m^{\text{ésimo}}$  peso do  $l^{\text{ésimo}}$  animal, no  $k^{\text{ésimo}}$  estágio de lactação,  $j^{\text{ésimo}}$  estágio de gestação e pesado no  $i^{\text{ésimo}}$  ano-mês;  $\alpha_0$ , o intercepto;  $am_i$ , o efeito do  $i^{\text{ésimo}}$  ano-mês de pesagem;  $cges_j$ , o efeito

do  $j^{\text{ésimo}}$  estágio de gestação ( $j=1, \dots, 4$ );  $clac_k$ , o efeito do  $k^{\text{ésimo}}$  estágio de lactação ( $k=1, \dots, 5$ );  $a_{ijkl}$ , o efeito (aleatório) do  $l^{\text{ésimo}}$  animal;  $q_l$ , a fração de genes H do  $l^{\text{ésimo}}$  animal; e  $z_l$ , sua heterozigose racial (proporção esperada de locos ocupados por um gene de cada raça, Madalena, 2001). O efeito da idade à pesagem ( $x_{plm}$ ) foi modelado por intermédio de regressão polinomial até o expoente de maior grau significativo, considerando-se regressão média ( $\alpha_p$ ), independentemente do cruzamento, e os desvios desta atribuídos às interações da idade com  $q$  ( $\delta_p$ ) e  $z$  ( $\gamma_p$ ). Os coeficientes de regressão  $g^I$  e  $h^I$  referem-se à diferença aditiva individual entre as raças (H - G) e à heterose individual (Dickerson, 1969). Para as análises de pesos de novilhas e bezerras, foram retirados do modelo os termos  $cges_j$  e  $clac_k$ . As análises foram realizadas pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), adotando-se estrutura espacial para a matriz  $R$  (opção sp[pow], segundo Littell et al., 1996).

Para validação, o modelo [1] foi comparado com o modelo [2], em que o grupo genético foi considerado como variável classificatória ( $G_h$ ,  $h=1, \dots, 5$ , Tabela 1) e a idade agrupada em classes (IC) dentro de  $G$  (trimestres para as vacas, meses para as novilhas e bezerras), substituindo  $g^I q_l + h^I z_l + \sum_{p=1}^P \alpha_p x_{plm}^p + \sum_{p=1}^P \delta_p q_l x_{plm}^p + \sum_{p=1}^P \gamma_p z_l x_{plm}^p$  por  $G_h + IC_{hs}$ , utilizando-se o método da máxima verossimilhança. O logaritmo da razão da máxima verossimilhança destes modelos foi testado pelo  $\chi^2$ , de acordo com Littell et al. (1996).

O peso médio durante a vida da vaca ( $\bar{Y}$ ) foi calculado pela integral definida da função do peso em

relação à idade, estimado por meio do modelo [1], no período correspondente às idades inicial ( $x_1$  = idade ao primeiro parto) e final ( $x_2$  = idade à saída do rebanho):

$$\bar{Y} = \frac{1}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} \hat{Y} dx = \frac{1}{x_2 - x_1} \int_{\hat{Y}_1}^{\hat{Y}_2} \hat{Y} d\hat{Y}$$

Por sua vez,  $x_2$  e  $x_1$  também foram estimados como funções de  $q$  e  $z$  em outro trabalho não publicado que utilizou os mesmos dados, sendo a idade à saída do rebanho  $x_2$  (anos) =  $-16,1553 + 22,7020q + 14,6436z$  e a idade ao primeiro parto  $x_1$  (anos) =  $3,3962 - 0,5927q - 0,4729z$ .

### Resultados e Discussão

O teste de razão de verossimilhança indicou que o modelo aditivo-dominante foi suficiente para explicar a variação entre as classes de grupos genéticos, e a regressão sobre a idade foi suficiente para explicar a variação entre as classes de idade, para todas as quatro categorias de fêmeas estudadas ( $P(>\chi^2) > 0,05$ ).

Na Tabela 3, são apresentados os coeficientes de regressão do peso de vacas e novilhas estimados pelo modelo [1]. O intercepto refere-se à última classe de ano-mês da pesagem (março de 2002) parametrizado

pelo Proc Mixed com efeito igual a zero. Os efeitos de ano-mês da pesagem variaram de -30,12 a +42,68 kg, com média de 16,69 kg. A curva ajustada para o peso das vacas em função da idade foi quadrática e as interações  $qx$ ,  $qx^2$  e  $zx$  foram significativas ( $P < 0,05$ ), indicando que a fração de genes Holandês e a heterozigose racial influenciaram o perfil da curva, o que pode ser melhor visualizado na Figura 1, que apresenta as curvas para algumas frações de H selecionadas. Perotto et al. (1997), embora tenham trabalhado com curvas assintóticas, também verificaram efeitos da fração de genes H e da heterozigose racial, ao passo que Teodoro & Madalena (2002) observaram influência da raça do pai (H, Pardo Suíço ou Jersey) sobre a forma das curvas de peso em relação à idade de vacas, que foram cúbicas para as duas primeiras e quadráticas para a última. Madalena et al. (2003) verificaram curvas quadráticas para vacas de seis cruzamentos H-Guzerá, mas não encontraram interação significativa da idade x grupo genético.

As vacas secas foram significativamente mais pesadas que as vacas em lactação, mas o estágio de lactação não interferiu no peso neste estudo, sendo próximo de 498 kg para todas as classes (Tabela 4). O estágio da gestação influenciou os pesos, como esperado, principalmente na classe correspondente ao último terço da gestação. As vacas com estágio de

Tabela 3 - Coeficientes de regressão ( $\pm$  erro-padrão) para o modelo [1]

Table 3 - Model [1] regression coefficients ( $\pm$  standard error)

	Vacas Cows	Novilhas >12 m Heifers >12 mo	Novilhas 70 d a 12 m Heifers 70 d to 12 mo	Bezerras < 70 d Female calves < 70 d
Intercepto, kg <sup>1</sup> Intercept, kg <sup>1</sup>	267,73 $\pm$ 101,29**	-230,45 $\pm$ 64,21**	-58,17 $\pm$ 32,800**	17,29 $\pm$ 13,36**
q, kg/unidade <sup>1</sup> q, kg/unit <sup>1</sup>	-24,32 $\pm$ 99,91ns	205,03 $\pm$ 65,19**	99,11 $\pm$ 31,98**	20,34 $\pm$ 12,99ns
z, kg/unidade <sup>1</sup> z, kg/unit <sup>1</sup>	81,03 $\pm$ 55,53ns	76,21 $\pm$ 33,96*	47,63 $\pm$ 18,15**	11,02 $\pm$ 7,49ns
Idade, kg/m Age, kg/mo	1,152 $\pm$ 1,09ns	27,30 $\pm$ 1,86**	16,73 $\pm$ 1,05**	0,68 $\pm$ 1,50ns
Idade <sup>2</sup> , kg/m <sup>2</sup> Age <sup>2</sup> , kg/mo <sup>2</sup>	-0,01 $\pm$ 0,00*	-0,28 $\pm$ 0,03**	0,09 $\pm$ 0,05*	4,12 $\pm$ 0,34**
q*idade, kg/m q*age, kg/mo	3,91 $\pm$ 1,17**	-11,81 $\pm$ 2,31**	-4,93 $\pm$ 1,03**	3,66 $\pm$ 1,60*
z*idade, kg/m z*age, kg/mo	0,96 $\pm$ 0,50*	0,17 $\pm$ 0,04**	-	-
q*idade <sup>2</sup> , kg/m <sup>2</sup> q*age <sup>2</sup> , kg/mo <sup>2</sup>	-0,02 $\pm$ 0,00**	-	-	-

ns  $P > 0,05$ , \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ .

<sup>1</sup> Intercepto para vaca seca com estágio de gestação desconhecido (Tabela 4); q = fração de genes H; z = heterozigose racial.

<sup>1</sup> Intercept for dry cow of unknown gestation status (Table 4); q = H gene fraction; z = breed heterozygosis.

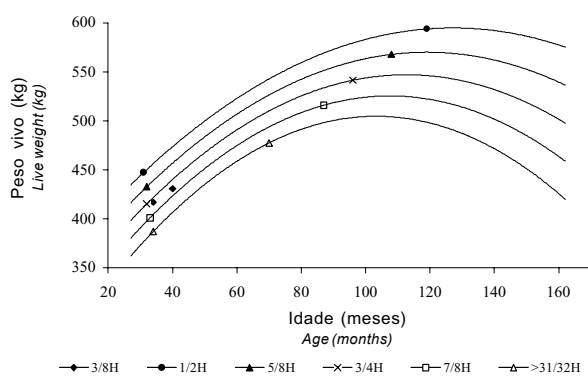


Figura 1 - Peso de vacas em relação à idade para algumas frações de genes Holandês. Os marcadores indicam a idade ao primeiro parto e à saída do rebanho.

Figure 1 - Live weight of cows for some H gene fractions, estimated from model [1]. Markers indicate age at first calving and disposal.

Tabela 4 - Efeitos dos estádios de lactação e de gestação sobre o peso corporal das vacas ( $\pm$  erro-padrão)

Table 4 - Effects of days in milk and days pregnant on liveweight of cows ( $\pm$  standard error)

Efeito $\pm$ EP	Estádio de lactação (dias)
Effect $\pm$ se	Days in milk
1-100	-11,22 $\pm$ 1,54
100-200	-11,50 $\pm$ 1,51
200-300	-13,11 $\pm$ 1,39
>300	-12,85 $\pm$ 1,68
Seca	0
Dry	
Estádio da gestação (dias)	
Gestation status (days)	
1-94	-1,80 $\pm$ 1,19
94-188	7,24 $\pm$ 1,70
>188	27,11 $\pm$ 1,82
Desconhecido	0
Unknown	

gestação desconhecido foram as descartadas ou mortas, possivelmente na sua maioria vazias. Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Madureira et al. (2002) para estágio de gestação, mas não para estágio de lactação, em que vacas nos primeiros 100 dias de lactação

foram mais pesadas. Vacas com lactações superiores a 200 dias apresentavam pesos menores, possivelmente em razão dos menores cuidados com as vacas secas em fazendas de manejo comum.

Os pesos médios entre o primeiro parto e a saída do rebanho por descarte ou morte, estimados a partir da integral definida do peso estimado pelo modelo [1], são apresentados na Tabela 5 e na Figura 2, para algumas frações de genes H selecionadas. Na Tabela 5, são apresentados também os pesos máximos, que correspondem à idade  $x_{max} = -(\alpha_1 + \delta_1 + \gamma)/2(\alpha_2 + \delta_2)$ . Peroto et al. (1997) e Madureira et al. (2002) também observaram que a heterose aumentou o peso das vacas (assintótico ou médio, respectivamente) nos cruzamentos H/G e H/Guzerá.

Ao se avaliarem os custos de manutenção dos animais cruzados, decorrentes dos seus pesos, devem ser consideradas as diferenças nos requerimentos de manutenção. O NRC (2001) indica 10% menos energia para manutenção, por kg de peso metabólico, para *Bos indicus* que para raças de corte *B. taurus*, e 20% mais energia para as raças de leite ou de duplo propósito de *B. taurus*, sendo que os cruzados *B. taurus* x *B. indicus* apresentam valores intermediários. Requerimentos de energia líquida para manutenção de diversos grupos genéticos foram discutidos por Silva et al. (2002) a partir de uma metanálise que incluiu vários trabalhos brasileiros sobre o assunto, observando-se que a média do valor de energia líquida de *B. indicus* e  $F_1$  de pais de raça de corte *B. taurus* com matrizes *B. indicus* apresentaram requerimentos semelhantes e inferiores aos dos mestiços leiteiros Holandês-Zebu (1/2H, 3/4H e 5/8H), que foram inferiores aos grupos genéticos com fração de genes Holandês igual ou maior que 7/8H. Solis et al. (1988) concluíram que vacas Brahman e  $F_1$  Brahman x Holstein tinham exigências em energia metabolizável para manutenção 18 e 24%, respectivamente, menores que as Holstein.

As curvas de crescimento para novilhas com mais de 12 meses também apresentaram efeito quadrático significativo e foram influenciadas por q e z (Tabela 3), como pode ser visualizado melhor na Figura 3, na qual a diferença aditiva média para todas as idades foi  $g^I = 205$  kg, que se reduzia com o aumento da idade, enquanto a heterose média,  $h_1 = 76$  kg, aumentava. Observa-se que o grupo genético  $F_1$  (1/2 H) apresentou maior peso que os demais, em toda a amplitude de idades, sendo observados

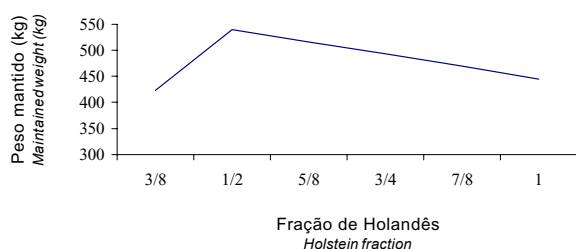


Figura 2 - Peso mantido durante a vida útil de vacas para algumas frações de genes Holandês.  
 Figure 2 - Live weight maintained during herd life of cows for some Holstein gene fractions.

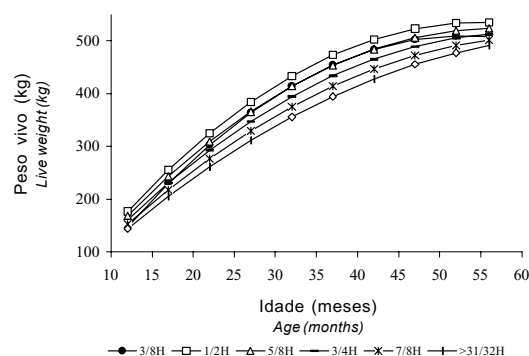


Figura 3 - Peso de novilhas > 12 meses de idade, para algumas frações de genes Holandês, estimado a partir do modelo [1].  
 Figure 3 - Live weight of heifers > 12 mo-old, estimated by model [1], for some H gene fractions.

Tabela 5 - Peso médio mantido durante a vida útil e peso máximo, estimados a partir do modelo [1], para vacas de alguns grupos genéticos  
 Table 5 - Mean live weight maintained during herd life and maximum weight, estimated from model [1], for cows of some genetic groups

Fração de genes Holandês <i>Holstein gene fraction</i>	Peso médio <i>Mean live weight</i> kg	Peso máximo <i>Maximum live weight</i> kg	Idade ao peso máximo <i>Age at maximum live weight</i> meses <i>months</i>
3/8	423	517	118,7
1/2	540	591	125,2
5/8	516	566	117,2
3/4	493	543	110,8
7/8	469	521	105,7
8/8	445	500	101,5

menores pesos quando q se afastava de 1/2, com conseqüente redução da fração da heterose expressa.

As curvas de crescimento das novilhas de 70 dias até um ano de idade foram praticamente lineares, embora o termo quadrático alcançasse significância estatística (Tabela 3). Nesta categoria, apenas a interação qx foi significativa, reduzindo o efeito de  $g_1$  em 4,9 kg/mês, de forma que as diferenças entre os grupos genéticos se ampliavam com a idade (Figura 4), sendo as  $F_1$  sempre mais pesadas, de acordo com o valor positivo da heterose,  $h^1 = 47,6$  kg. Madalena et al. (2003) e Flôres et al. (2004) também verificaram importantes efeitos da heterose sobre os pesos de novilhas H/Guzerá. Entretanto, a diferença aditiva

entre as raças não foi significativa nesses trabalhos, ao contrário do observado no presente estudo (Tabela 3), em que a taxa de crescimento foi muito maior, de forma que a discrepância sugere a existência de interação genótipo x ambiente, em que o maior potencial de crescimento da raça H só se manifesta sob melhores condições de manejo.

A maior taxa de crescimento aparente na Figura 4 para as novilhas 3/8H e 1/2H, sugere ganho compensatório com relação à fase de aleitamento, quando esses dois grupos apresentaram menor taxa de crescimento que os outros (Figura 5).

As curvas de crescimento relativas aos pesos de animais com até 70 dias de idade foram quadráticas.

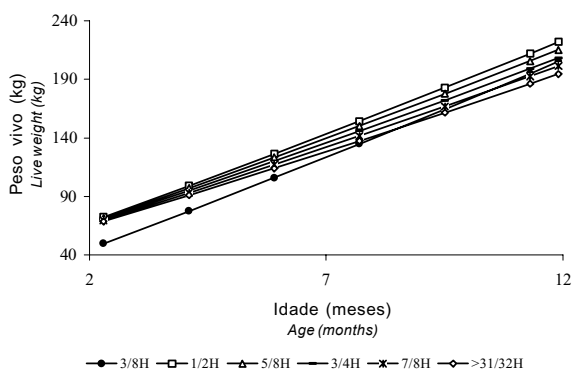


Figura 4 - Peso de novilhas com idade entre 70 dias e 12 meses, para algumas frações de genes Holandês, estimados a partir do modelo [1].  
 Figure 4 - Live weight of heifers 70 d to 12 mo-old, estimated by model [1], for some Holstein gene fractions.

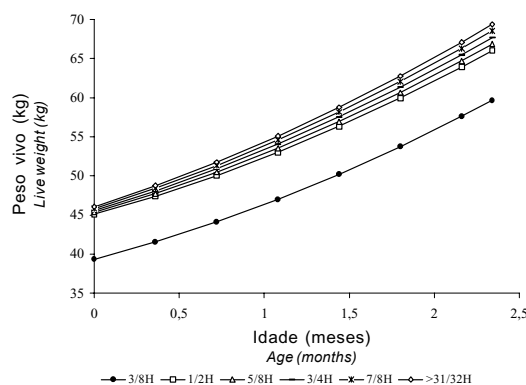


Figura 5 - Peso de bezerras até 70 dias de idade, para algumas frações de genes Holandês, estimados a partir do modelo [1].  
 Figure 5 - Liveweight of female calves up to age 70 d, estimated by model [1], for some Holstein gene fractions.

A heterose não foi significativa nesta fase, sendo mais pesadas as bezerras com maior fração de genes H, diferença que aumentou, com o avanço da idade, em 3,66 kg/mês (Tabela 3). Observa-se, na Figura 5, que os animais com maior fração de genes Holandês nasceram e foram desmamados mais pesados, quando comparados aos demais grupos genéticos. Os animais 3/8H foram mais leves do nascimento à desmama; resultados semelhantes aos encontrados por Flôres et al. (2004), em que a taxa de crescimento se elevou proporcionalmente ao aumento da fração de genes Holandês, sem efeito da heterose, atribuída às dificuldades de adaptação ao aleitamento em balde apresentadas pelas bezerras com maior fração de genes zebu. Esses resultados também são referenciados por Black (1984) e Ward et al. (1983). Little et al. (1991) também relataram que bezerros Friesian x Boran apresentaram menores taxas de crescimento em aleitamento artificial, porém, após a desmama, essa desvantagem desapareceu, segundo os resultados obtidos nesta pesquisa e os reportados por Flôres et al. (2003).

### Conclusões

Curvas quadráticas foram apropriadas para descrever a relação peso e idade em vacas, novilhas e bezerras. A forma destas curvas foi influenciada pela

fração de genes Holandês e pela heterozigose racial, que mudaram com a idade, de maneira diferente nas quatro categorias estudadas.

O peso médio mantido pelas vacas durante sua vida útil foi maior para o  $F_1$ , diminuindo à medida que a fração de genes Holandês se afastava de  $\frac{1}{2}$ . O peso das novilhas foi fortemente influenciado pelo tipo de cruzamento e refletiu a maior heterose esperada nas  $F_1$ .

Nas bezerras em aleitamento artificial, a heterose não foi significativa e a diferença aditiva favoreceu as Holandesas, fato atribuído à maior dificuldade das mestiças com maior fração de genes Gir se adaptarem ao aleitamento em balde.

O modelo aditivo-dominante foi suficiente para explicar a variação entre cruzamentos para peso em todas as categorias.

### Agradecimento

Aos Professores José Aurélio Garcia Bergmann, Martinho de Almeida e Silva e Robledo de Almeida Torres, pelas valiosas sugestões na redação.

### Literatura Citada

BLACK, D.H. Calf rearing in the tropics: behavioral responsibly *Bos Indicus* calves to an artificial rearing system. **Tropical Animal Health Production**, v.16, n.1, p.47-48, 1984.

- DICKERSON, G. Experimental approaches in utilizing breed resources. **Animal Breeding Abstracts**, v.37, n.2, p.191-202, 1969.
- FLÓRES, A.A.; MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L. Desempenho comparativo de seis grupos de cruzamento Holandês/Guzerá. 12. Ganho de peso de bezerras e novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1695-1702, 2004 (Suplemento 1).
- LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L.; MADALENA, F.E. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera grades in Brazil. 9. Stayability, herd life and reasons for disposal. **Revista Brasileira de Genética**, v.19, n.2, p.259-264, 1996.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP W.W.; WOLFING, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: 1996. 635p.
- LITTLE, D.A.; ANDERSON, F.M.; DURKIN, J.W. Influence of partial suckling of crossbred dairy cows on milk offtake and calf growth in the Ethiopian highlands. **Tropical Animal Health Production**, v.23, p.108-114, 1991.
- MADALENA, F.E. Consideraciones sobre modelos para la predicción del desempeño de cruzamientos de bovinos. **Archivo Latinoamericano del Production Animal**, v.9, n.2, p.108-117, 2001.
- MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L. Avaliação comparativa do cruzamento de touros Holandês, Jersey ou Pardo Suíço com vacas Holandês-Gir. 2. Pesos vivos de vacas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD
- MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L.; MADUREIRA, A.P. Relationships of weight and height with age in hybrid Holstein-Friesian/Guzera females. **Genetics and Molecular Research**, v.2, n.3, p. 271-278, 2003.
- MADUREIRA, A.P.; MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L. Desempenho comparativo de seis grupos de cruzamentos Holandês/Guzerá. II. Peso e altura de vacas e novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.658-667, 2002.
- MARTINS, G.A.; MADALENA, F.E.; BRUSCHI, J.H. et al. Objetivos econômicos de seleção de bovinos de leite para fazenda demonstrativa na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.304-314, 2003.
- MENCHACA, M.A. The use of stage models for describing animal growth curves. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.24, n. 1, p.31-36, 1990.
- NOVAES, L.P. Produção de leite com gado mestiço, a pasto: um modelo físico. **Informe Agropecuário**, v.177, n.16, p.28-39, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 408p.
- PEROTTO, D.; CASTANHO, M.J.P.; ROCHA, J.L. et al. Descrição das curvas de crescimento de fêmeas bovinas Guzerá, Gir, Holandês x Guzerá e Holandês x Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.283-288, 1997.
- ROBISON, Q.W.; MCDANIEL, B.T.; RINCON, E.J. Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. **Journal of Animal Science**, v.52, n.1, p.44-50, 1981.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.V.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide** Cary: 1998.
- SOLIS, J.C.; BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. et al. **Journal Animal Science**, v.66, n.3, p.764-773, 1988.
- TEODORO, R.L.; MADALENA, F.E. Evaluation of crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss sires x Holstein-Friesian/Gir dams. 2. Female live weights. **Genetics and Molecular Research**, v.1, n.1, p.25-31, 2002.
- VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; FERREIRA, J.J. et al. Pesos Econômicos para Seleção de Gado de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.145-152, 2000.
- WARD, J.D.B.; BREMNER, K.J.; KILGOUR, R. Behavior factors influencing the rearing of Sahiwal-cross calves. **Proceedings New Zealand Society Animal Production**, v.43, p.171-173, 1983.

Recebido em: 14/08/03

Aceito em: 17/06/04