

R. Bras. Zootec., v.31, n.5, p.1944-1952, 2002

Análise do Desempenho Produtivo de Diversos Grupos Genéticos Holandês x Gir no Brasil¹

Olivardo Facó², Raimundo Nonato Braga Lôbo³, Raimundo Martins Filho⁴,
Arlindo de Alencar Araripe Moura⁵

RESUMO - Foram obtidos dados de controle leiteiro mensal junto à Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, a partir dos quais foram calculadas as produções de leite por lactação (PL), as produções de leite até os 305 dias de lactação (PL305) e as durações das lactações (DL). Foram analisadas 3.574 lactações, das quais 10,8% foram registradas sob regime alimentar extensivo (RAEX), 67,9% sob regime alimentar semi-intensivo (RASI) e 21,3% sob regime alimentar intensivo (RAI). Os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM (SAS, 1996). Análises preliminares indicaram forte interação entre grupo genético e regime alimentar. Em função disso, a comparação do desempenho dos diversos grupos genéticos foi feita separadamente para cada regime alimentar. Foram também estudados os efeitos genéticos da diferença genética aditiva (g) entre as raças Holandesa e Gir, da dominância (d) e da interação epistática do tipo aditiva x aditiva (gg). Verificou-se que nem sempre os efeitos das interações epistáticas são negligenciáveis. Não foi verificado qualquer benefício em elevar a proporção de genes da Raça Holandesa sob condições de ambiente hostis. Por outro lado, para manejos mais aprimorados, tal elevação deu indícios de ser benéfica para o aumento da produção.

Palavras-chave: cruzamentos, duração da lactação, heterose, interações epistáticas, produção de leite

Analysis of Productive Performance of Different Holstein x Gir Genetic Groups in Brazil

ABSTRACT - Total milk yield per lactation (PL), milk yield in 305 days (PL305) and lactation length (DL) were estimated based on records of the Brazilian Association of Girolando Breeders (3,574 lactations). Milk production was recorded monthly and 10.8% of the herds were raised under an extensive feeding system, 67.9% under a semi-intensive feeding system and 21.3% under an intensive feeding system. Data were analyzed through the least square method by GLM procedure (SAS, 1996). Preliminary analysis indicated a high interaction between genetic group and feeding system. Thus, the performance of genetic groups was evaluated within each feeding system. Genetic effects of additive difference between (g) Holstein and Gir breeds, dominance (d) and additive x additive epistatic interactions (gg) were also studied. It was observed that, in some cases, the effects of epistatic interactions should be taken into account. Moreover, increasing the proportion of Holstein-Friesian genes did not have any significant effect on milk yield when herds were raised under poor management conditions. However, as such conditions improved, crosses with higher proportion of Holstein tended to show better performance.

Key Words: crossbreeding, epistatic interactions, heterosis, lactation length, milk yield

Introdução

A produtividade dos sistemas de produção de leite em áreas de clima tropical é caracteristicamente baixa em todo o mundo, quando comparada aos sistemas de clima temperado. Tal ineficiência se dá pelos aspectos, que se somam e interagem, seguintes: inadequados manejos nutricional, reprodutivo e sanitário, limitado potencial genético dos rebanhos e condições climáticas hostis.

Na tentativa de melhorar a produtividade destes sistemas, tem-se utilizado em larga escala o cruza-

mento de raças zebuínas (ou nativas adaptadas), que apresentam excelente adaptação às condições tropicais, com raças de origem européia especializadas para produção de leite. Isto ocorre, geralmente, devido aos sérios problemas de adaptação dos animais puros de raças especializadas sob condições tropicais (estresse térmico, baixa qualidade dos alimentos, manejo inadequado, parasitas etc), que, em muitos casos, inviabilizam o sistema de produção. Fundamentalmente, o principal objetivo deste tipo de cruzamento é utilizar-se da expressão da heterose e da complementaridade entre estes tipos zootécnicos para

¹ Parte da dissertação do primeiro autor apresentada à Coordenação de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia – CCA – UFC para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

² Mestre em Zootecnia – CCA – UFC; Rua: Estado do Rio, 55/323. Bairro: Bela Vista - CEP: 60441-150 Fortaleza –CE. E-mail: ofaco@uol.com.br

³ DS. - Pesquisador da Embrapa Caprinos – Sobral – CE. E-mail: lobo@cnpq.embrapa.br

⁴ DS. - Professor do Departamento de Zootecnia – CCA – UFC. E-mail: martins@ufc.br

⁵ DS. - Professor do Departamento de Zootecnia – CCA – UFC. E-mail: amoura@ufc.br

a obtenção de animais mais adaptados e produtivos sob tais condições.

No Brasil, a maior parte da produção de leite é oriunda da utilização de mestiços zebuínos. Dentro deste universo, ocupam posição de destaque os mestiços Holandês x Gir. Dada a importância deste tipo racial no panorama da produção de leite nacional, em 1989, o Ministério da Agricultura (Brasil, 1992), juntamente com as Associações representativas, traçaram as normas para a formação da raça Girolando - Gado Leiteiro Tropical (5/8 Holandês + 3/8 Gir - bi-Mestiço).

No intuito de criar uma ampla base genética para a formação da raça sintética, a princípio, animais de vários grupos genéticos Holandês x Gir estão sendo controlados. Desta forma, a partir dos dados de controle leiteiro, fornecidos pela Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, foi possível estudar o desempenho produtivo dos vários grupos genéticos.

Assim, os objetivos deste trabalho foram comparar o desempenho produtivo de vários grupos genéticos Holandês x Gir, por meio da análise dos diversos fatores genéticos e de ambiente que influenciam a expressão das características produção de leite por lactação (PL), produção de leite até os 305 dias de lactação (PL305) e duração da lactação (DL), e, a partir dos resultados obtidos, contribuir para um maior conhecimento acerca das potencialidades dos diversos sistemas de cruzamentos para produção de leite sob condição tropical.

Material e Métodos

Foram obtidos dados de controle leiteiro e registros de partos junto à Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, a partir dos quais foi composto o arquivo de dados que possibilitou o cálculo das produções de leite por lactação (PL), as produções de leite até os 305 dias de lactação (PL305) e as durações das lactações (DL).

As análises do estudo foram realizadas no Laboratório de Informática do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, utilizando o programa Statistical Analysis System - SAS (1996).

A PL foi calculada multiplicando-se a média dos registros de controle leiteiro (kg/dia) pela duração da lactação (dias). O cálculo da PL305, quando a duração da lactação era igual ou inferior a 305 dias, foi igual ao da PL. Porém, quando as lactações excede-

ram os 305 dias de duração, os registros de controle leiteiro foram truncados, sendo computados apenas os registros feitos dentro dos primeiros 305 dias de lactação, para efeito do cálculo da média destes registros, quando então esta média foi multiplicada por 305. A DL foi calculada pela diferença, em dias, entre as datas de parto e de secagem.

As análises descritivas dos dados foram realizadas por meio dos procedimentos estatísticos contidos no programa SAS (1996), verificando-se restrições, limitações e a consistência das informações.

O total de lactações era inicialmente de 5.834, no entanto, foram impostas restrições de maneira que fossem analisadas apenas aquelas lactações com no máximo um registro de controle leiteiro mensal perdido, de modo que uma lactação de 300 dias de duração deveria ter pelo menos nove registros de controle leiteiro mensal. Além disso, foram ainda excluídos os registros de lactação que não continham a informação acerca do regime alimentar, bem como lactações provenientes de fazendas com menos de dez registros e de fazendas sob o regime alimentar intensivo com produção média inferior a 2.000 kg de leite por lactação (não se pode considerar intensivo um sistema de produção com média de produção de leite tão baixa). Por fim, as lactações sob regime de três ordenhas foram excluídas em função do pequeno número de registros sob tais condições, restando 3.574 lactações a serem analisadas, as quais foram registradas no período de 1992 a 1997, sendo todas sob regime de duas ordenhas.

Das 3.574 lactações analisadas, mais de 93,4% foram provenientes de fazendas localizadas no estado de Minas Gerais, sendo o restante de fazendas localizadas em Goiás (3,4%), São Paulo (2,1%), Mato Grosso do Sul (0,5%) e Alagoas (0,5%). 10,8% destas lactações foram registradas sob regime alimentar extensivo, 67,9% sob regime alimentar semi-intensivo e 21,3% sob regime alimentar intensivo.

Os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM (SAS, 1996). Com o objetivo de definir os efeitos fixos de ambiente que comporiam os modelos genéticos, foi estabelecido o modelo geral abaixo:

$$Y_{ijklmno} = \mu + RA_i + GG_j + RAGG_{ij} + MP_{ik} + AP_{il} + OP_{im} + FAZ_{in} + e_{ijklmno}$$

em que: $Y_{ijklmno}$ = característica em questão (PL, PL305 ou DL); μ = intercepto; RA_i = efeito do $i^{\text{ésimo}}$ regime alimentar; GG_j = efeito do $j^{\text{ésimo}}$ grupo genético; $RAGG_{ij}$ = interação do regime alimentar i com

o grupo genético j ; MP_{jk} = efeito do $k^{\text{ésimo}}$ mês de parto dentro do $i^{\text{ésimo}}$ regime alimentar; AP_{il} = efeito do $l^{\text{ésimo}}$ ano de parto dentro do $i^{\text{ésimo}}$ regime alimentar; OP_{im} = efeito da $m^{\text{ésima}}$ ordem de parição dentro do $i^{\text{ésimo}}$ regime alimentar; FAZ_{in} = efeito da $n^{\text{ésima}}$ fazenda dentro do $i^{\text{ésimo}}$ regime alimentar; $e_{ijklmno}$ = efeito residual.

Todos os efeitos, exceto o efeito residual (e), foram considerados fixos e influenciaram significativamente ($P < 0,05$) as características em estudo. Verificou-se, neste ponto, o efeito altamente significativo ($P < 0,01$) da interação entre Regime Alimentar e Grupo Genético. Em função disso, os grupos genéticos foram comparados dentro de cada regime alimentar. Da mesma forma, o estudo dos efeitos genéticos ficaria mais apropriado dentro de cada regime alimentar.

Assim, para o estudo da comparação do desempenho dos diversos grupos genéticos e dos efeitos genéticos em cada regime alimentar foram definidos os seguintes modelos:

Modelo 1

$$Y_{ijklmno} = \mu + g x_{1j} + d x_{2j} + gg x_{3j} + MP_k + AP_l + OP_m + FAZ_n + e_{ijklmno}$$

Modelo 2

$$Y_{ijklmno} = \mu + g x_{1j} + d x_{2j} + MP_k + AP_l + OP_m + FAZ_n + e_{ijklmno}$$

Modelo 3

$$Y_{ijklmno} = \mu + GG_j + MP_k + AP_l + OP_m + FAZ_n + e_{ijklmno}$$

em que: $Y_{ijklmno}$ = característica em questão (PL, PL305 ou DL); μ = intercepto; GG_j = efeito do $j^{\text{ésimo}}$ grupo genético; MP_k = efeito do $k^{\text{ésimo}}$ mês de parto; AP_l = efeito do $l^{\text{ésimo}}$ ano de parto; OP_m = efeito da $m^{\text{ésima}}$ ordem de parição; FAZ_n = efeito da $n^{\text{ésima}}$ fazenda; g = diferença aditiva entre as raças (Holandês e Gir); x_{1j} = proporção esperada de genes Holandês nos indivíduos do $j^{\text{ésimo}}$ grupo genético; d = efeito de dominância; x_{2j} = proporção esperada de locos ocupados por um alelo de cada raça nos indivíduos do $j^{\text{ésimo}}$ grupo genético; gg = efeito epistático aditivo x aditivo; x_{3j} = fração esperada de efeitos epistáticos aditivo x aditivo nas raças parentais que são recuperadas nos indivíduos do $j^{\text{ésimo}}$ grupo genético; $e_{ijklmno}$ = efeito residual.

Todos os efeitos foram considerados fixos, exceto o efeito residual (e). Os valores utilizados para x_1 , x_2 e x_3 estão listados na Tabela 1, sendo a derivação dos mesmos dada por Dickerson (1973) e Eisen (1989),

citados por Lemos et al. (1992). Em função das diferentes formas de se obterem animais 5/8, o valor de x^2 utilizado para este grupo genético foi de 0,57333 (média de 0,75, 0,50 e 0,47), conforme sugerido por Martinez et al. (1988).

A comparação do desempenho dos grupos genéticos em cada regime alimentar foi procedida utilizando o modelo 3. Em função do pequeno número de registros de animais dos grupos genéticos 7/8 e Holandês ($\geq 15/16$), estes foram agrupados como grupo genético $\geq 7/8$.

Segundo Robison et al. (1981), o uso de um modelo que contenha o efeito de grupo genético contabilizaria todos os efeitos genéticos, inclusive aqueles não-lineares e os epistáticos. Desta forma, a comparação dos resultados obtidos a partir do modelo 3 com aqueles obtidos a partir dos modelos de regressão 1 e 2 deve gerar informação acerca da importância dos efeitos genéticos não-lineares e epistáticos.

A qualidade do ajuste promovido pelos modelos 1 e 2 foi avaliada por meio de testes F, em que: numerador do valor F = (soma de quadrados do resíduo do modelo 1 ou 2 menos soma de quadrados do resíduo do modelo 3) / (graus de liberdade do resíduo do modelo de regressão considerado menos

Tabela 1 - Proporção esperada de genes da raça holandesa (x_1), proporção esperada de locos ocupados por um alelo de cada raça (x_2) nos diversos grupos genéticos estudados e proporção de efeitos epistáticos aditivo x aditivo existentes nas raças parentais que se espera encontrar nos mestiços (x_3)

Table 1 - Expected proportion of Holstein genes (x_1), expected proportion of loci with one gene of each breed (x_2) in several genetic groups and proportion of additive x additive epistatic effects present in parental breeds expected to be found in the crossbred (x_3)

Grupo genético ¹ Genetic group	x_1	x_2	x_3
1/4	0,25000	0,50000	0,62500
1/2	0,50000	1,00000	0,50000
5/8	0,62500	0,57333	0,53125
3/4	0,75000	0,50000	0,62500
7/8	0,87500	0,25000	0,78125
H ²	1,00000*	0,00000*	1,00000*

¹ Expresso como proporção esperada de genes da raça holandesa.

² Animais com proporção esperada de genes da raça holandesa $\geq 15/16$.

* Valor assumido para as análises.

¹ Expressed as expected proportion of genes from Holstein breed.

² Animals with expected proportion of genes from Holstein breed $\geq 15/16$.

* Value assumed for the analyses.

graus de liberdade do resíduo do modelo 3); denominador do valor F = quadrado médio residual do modelo 3 (Robison et al., 1981).

As estimativas para os efeitos genéticos (g, d e gg) foram obtidas a partir do modelo (1 ou 2) que apresentou um melhor ajuste quando comparado ao modelo 3.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentadas as estatísticas básicas das 3.574 lactações estudadas, enquanto, na Tabela 3, estas estatísticas são apresentadas separadamente para cada regime alimentar.

As médias observadas na Tabela 2 para PL e PL305 foram superiores às observadas por Chaudhry et al. (1993), Freitas et al. (1995) e Freitas et al. (1998). Por outro lado, foram semelhantes às observadas por Mackinnon et al. (1996) e Lemos et al. (1997).

Com relação à duração da lactação, a média observada no presente estudo foi inferior às observadas por Mackinnon et al. (1996), Lemos et al. (1997) e Freitas et al. (1998).

A média de produção total por lactação encontrada no presente estudo foi igual ou superior às observadas pelos demais autores citados. Por outro lado, a duração de lactação média registrada foi inferior às observadas por estes últimos. Logo, verifica-se que a produção média por dia de lactação registrada no presente estudo foi bastante superior (13,05 kg de leite por dia de lactação) às observadas por Mackinnon et al. (1996) (10,14 kg / dia), Lemos et al. (1997) (10,97 kg / dia) e Freitas et al. (1998)

(6,94 kg/dia). Assim, percebe-se que, embora a média de produção de leite por dia de lactação observada tenha sido bastante superior às registradas pelos demais autores citados, em função da baixa média de duração da lactação aqui observada, esta superioridade nem sempre se traduziu em maior produção de leite por lactação. Estas observações evidenciam a importância da característica duração da lactação para produção de leite sob condições tropicais com animais mestiços Europeu-Zebu e também o grande potencial produtivo dos mestiços Holandês x Gir sob tais condições.

Destacam-se, na Tabela 2, os elevados coeficientes de variação, mostrando a grande instabilidade das características estudadas. Além disso, percebe-se que não houve grande diferença entre as médias de PL e de PL305, em função da baixa média de duração das lactações.

Na Tabela 3, verifica-se que as médias das características estudadas se elevam consistentemente à medida que as condições de manejo (regime alimentar) melhoram. Da mesma forma, há uma tendência de diminuição da instabilidade das respostas.

Pode-se perceber claramente que, sob os Regimes Alimentares Extensivo (RAEX) e Semi-Intensivo (RASI), os animais não conseguiram, de uma maneira geral, manter lactações com duração adequada (305 dias). Conseqüentemente, não foram observadas grandes diferenças entre as médias de PL e as de PL305 nestes regimes alimentares. Já, sob o Regime Alimentar Intensivo (RAI), pode-se perceber uma diferença mais expressiva entre as médias de PL e PL305, pois, sob esta condição de manejo, os animais encontraram condições de estender suas lactações acima dos 305 dias de duração. Além disso, observa-se, a partir da tabela 4, que, neste regime alimentar, os animais com proporção de genes da Raça Holandesa maior ou igual a 3/4 são encontrados em maior proporção que nos demais regimes alimentares (57,9% no RAI contra 37,1 e 33,8% nos RASI e RAEX).

A comparação do desempenho dos vários grupos genéticos, para as três características estudadas, pode ser feita a partir dos resultados apresentados na Tabela 4.

Observa-se que, no Regime Alimentar Extensivo (RAEX), não houve diferença significativa entre os grupos genéticos estudados para qualquer das características em estudo (Tabela 4).

No Regime Alimentar Semi-Intensivo (RASI), os

Tabela 2 - Número de observações (n), média e coeficiente de variação (CV) para as características estudadas

Table 2 - Number of observations (n), mean and coefficient of variation (CV) for the studied traits

Característica <i>Trait</i>	n	Média <i>Mean</i>	CV
Produção de leite por lactação (kg) <i>Milk yield per lactation (kg)</i>	3.574	3.168,3	55,6
Produção de leite até 305 dias de lactação (kg) <i>Milk yield in 305 days of lactation (kg)</i>	3.574	3.031,7	51,5
Duração da lactação (dias) <i>Lactation length (days)</i>	3.574	242,6	41,9

Tabela 3 - Número de observações (n), média e coeficiente de variação (CV) para as características estudadas, por regime alimentar

Table 3 - Number of observations (n), mean and coefficient of variation (CV) for studied traits, according to the feeding system

Característica <i>Trait</i>	n	Média <i>Mean</i>	CV
Regime alimentar extensivo <i>Extensive feeding system</i>			
Produção de leite por lactação (kg) <i>Milk yield per lactation (kg)</i>	387	2.210,1	54,7
Produção de leite até 305 dias de lactação (kg) <i>Milk yield in 305 days of lactation (kg)</i>	387	2.201,7	54,5
Duração da lactação (dias) <i>Lactation length (days)</i>	387	188,5	44,4
Regime alimentar semi-intensivo <i>Semi-intensive feeding system</i>			
Produção de leite por lactação (kg) <i>Milk yield per lactation (kg)</i>	2.426	2.901,6	51,8
Produção de leite até 305 dias de lactação (kg) <i>Milk yield in 305 days of lactation (kg)</i>	2.426	2.829,6	49,7
Duração da lactação (dias) <i>Lactation length (days)</i>	2.426	229,2	40,4
Regime alimentar intensivo <i>Intensive feeding system</i>			
Produção de leite por lactação (kg) <i>Milk yield per lactation (kg)</i>	761	4.506,0	45,1
Produção de leite até 305 dias de lactação (kg) <i>Milk yield in 305 days of lactation (kg)</i>	761	4.098,2	40,8
Duração da lactação (dias) <i>Lactation length (days)</i>	761	312,9	32,9

animais do grupo $\geq 7/8$ tiveram desempenho superior aos demais tanto na PL quanto na PL305, enquanto que os animais do grupo 1/4 tiveram desempenho inferior. Os animais do grupo 3/4 apresentaram maior PL do que aqueles do grupo 1/2, enquanto o grupo 5/8 apresentou PL semelhante aos anteriores. Não houve diferença significativa entre o desempenho dos animais dos grupos genéticos 3/4, 5/8 e 1/2 para a PL305 (Tabela 4).

Já, com relação à duração da lactação no RASI, o grupo genético $\geq 7/8$ foi superior aos 3/4, 1/2 e 1/4. O grupo 1/4 foi inferior aos demais, exceto ao 1/2. O grupo 3/4 apresentou maior DL que o 1/2. Já o grupo 5/8 teve DL semelhante aos $\geq 7/8$, 3/4 e 1/2 (Tabela 4).

No Regime Alimentar Intensivo (RAI), os animais dos grupos genéticos $\geq 7/8$, 3/4 e 1/2 tiveram desempenho semelhante nas três características estudadas. Os animais do grupo 5/8 tiveram o pior desempenho nas três características, apesar de não haver diferença significativa com relação aos 1/2 e 1/4 para a DL e ao 1/4 para as demais. Em função do pequeno número de observações e do elevado erro

padrão na estimativa das médias por quadrados mínimos (LSMs) para o grupo genético 1/4, não houve diferença significativa entre este grupo e os 3/4 e 1/2, para a PL e a PL305, apesar das LSMs estimadas para aquele grupo genético serem bastante inferiores às estimadas para estes (Tabela 4).

Observa-se que a condição de meio mais hostil no RAEX impediu que os genótipos mais produtivos expressassem seu potencial, nivelando o desempenho dos diversos grupos genéticos. Outro fator que pode ter contribuído para este nivelamento é o valor elevado do erro-padrão das médias estimadas no RAEX, em função, principalmente, do pequeno número de registros para alguns grupos, notadamente para os $\geq 7/8$, 5/8 e 1/4 (Tabela 4).

É interessante perceber que não houve diferença estatística entre os $\geq 7/8$ e os 3/4 e 1/2 no RAI, apesar desta diferença ter ocorrido no RASI. Esperar-se-ia que esta diferença ocorresse, uma vez que no RAI foram atingidas médias superiores às do RASI, portanto, os animais com maior proporção de genes da raça Holandesa deveriam expressar com maior fa-

Tabela 4 - Médias por quadrados mínimos (LSM), erros-padrão (SE) e número de observações (n), por regime alimentar, para as características em estudo
 Table 4 - Least square means (LSM), standard errors (SE) and number of observations, for the studied traits, according to the feeding systems

Grupo genético <i>Genetic group</i>	Regime alimentar <i>Feeding system</i>								
	Extensivo <i>Extensive</i>			Semi-Intensivo <i>Semi-Intensive</i>			Intensivo <i>Intensive</i>		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Produção de leite por lactação (kg) <i>Milk yield per lactation (kg)</i>									
≥7/8	9	1.917 ^a	331	84	2.851 ^a	168	44	4.120 ^a	397
3/4	122	1.507 ^a	136	817	2.422 ^b	84	397	3.563 ^{ab}	287
5/8	6	1.858 ^a	380	259	2.282 ^{bc}	119	91	2.459 ^c	368
1/2	215	1.734 ^a	140	1166	2.273 ^c	74	221	3.692 ^{ab}	289
1/4	35	1.351 ^a	212	100	1.717 ^d	163	8	2.361 ^{bc}	707
Produção de leite até os 305 dias de lactação (kg) <i>Milk yield in 305 days of lactation (kg)</i>									
≥7/8	9	1.852 ^a	327	84	2.753 ^a	156	44	3.586 ^a	312
3/4	122	1.502 ^a	135	817	2.354 ^b	79	397	3.153 ^{ab}	225
5/8	6	1.866 ^a	375	259	2.235 ^b	111	91	2.182 ^c	289
1/2	215	1.738 ^a	138	1166	2.252 ^b	69	221	3.346 ^{ab}	227
1/4	35	1.339 ^a	210	100	1.676 ^c	152	8	2.434 ^{bc}	556
Duração da lactação (dias) <i>Lactation length (days)</i>									
≥7/8	9	153 ^a	25	84	212 ^a	11	44	327 ^a	21
3/4	122	148 ^a	10	817	191 ^b	5	397	309 ^a	15
5/8	6	194 ^a	29	259	194 ^{abc}	8	91	270 ^{bc}	19
1/2	215	159 ^a	10	1166	183 ^{cd}	5	221	296 ^{ab}	15
1/4	35	156 ^a	16	100	163 ^d	10	8	212 ^c	37
Total	387			2426			761		

Médias com a mesma letra, na coluna, dentro de cada característica, não diferem ($P>0,05$) pelo teste t.
 Within a column, for each trait, means with the same letter do not differ by the t test ($P>0.05$).

cilidade a sua maior habilidade leiteira. No entanto, observa-se que, no RAI, os erros-padrão das médias estimadas são bem superiores àqueles observados no RASI, levando a intervalos de confiança mais elevados e, conseqüentemente, à não significância das diferenças encontradas entre estes grupos genéticos. Um dos fatores que contribuiu para este maior intervalo de confiança das médias estimadas no RAI foi o menor número de observações. Porém, provavelmente, o fator mais importante deve estar na inadequação do modelo matemático (modelo 3) para o RAI onde o coeficiente de determinação (R^2) foi bastante inferior (em torno de 0,20) em relação àqueles observados nos demais regimes alimentares (em torno de 0,40). Dentre os fatores que podem ter contribuído para esta inadequação, deve-se destacar o fato de que os dados neste regime alimentar foram provenientes de apenas cinco fazendas, sendo aproximadamente 70% destes oriundos de uma única delas.

Ao se compararem as LSMs para PL de cada grupo genético entre os três regimes alimentares, percebe-se que os animais ≥7/8, 3/4 e 1/2 apresentaram aumentos expressivos nos seus desempenhos à medida que melhoraram as condições de manejo, enquanto que para os 5/8 e 1/4 estes aumentos ocorreram de maneira menos intensa. Isso significa que os animais 5/8 e 1/4 parecem demonstrar não ter potencial genético para responder com a mesma intensidade dos demais às melhorias nas condições ambientais, o que precisa de investigações futuras, a partir de maior número de dados.

O baixo desempenho produtivo verificado para os animais 5/8 concorda com os resultados de Teodoro & Verneque (1999). Este desempenho, provavelmente, deu-se em função das perdas de heterose e interações epistáticas favoráveis. Apesar disso, o desenvolvimento de uma raça sintética 5/8 Holandês 3/8 Gir pode ser justificada pela simplicidade de uso

por parte dos produtores. No entanto, um rigoroso programa de seleção deve ser implementado com o objetivo de minimizar os efeitos das perdas de heterose e interações epistáticas favoráveis.

Já o baixo desempenho observado para os animais do grupo genético 1/4, justifica-se em função do baixo nível de heterose e da menor proporção de genes da raça Holandesa (especializada para produção de leite) verificada neste grupo de animais.

Ainda com relação à Tabela 4, nota-se uma grande variação no número de registros (n) para cada grupo genético nos três regimes alimentares, sendo os animais dos grupos 1/2 e 3/4 de holandês mais numerosos. Este aspecto justifica-se pelo fato de existirem três formas de se chegar ao animal 5/8 (Girolando): (1) cruzamento entre holandês puro e mestiço 1/4; (2) mestiçagem entre 1/2 e 3/4 e; (3) mestiçagem entre animais 5/8. Logo, sendo o Girolando uma raça em formação, entende-se como normal a existência de maiores proporções de animais de grupos genéticos oriundos dos primeiros cruzamentos, ou seja, 1/2, 3/4 e 1/4. No entanto, há um reduzido número de animais do grupo 1/4, provavelmente em função da preferência dos produtores (que têm como objetivo aumentar a produção de leite) em fazer o retrocruzamento utilizando a raça Holandesa.

A comparação entre os ajustes promovidos pelos modelos de regressão 1 e 2 em relação àquele promovido pelo modelo 3 pode ser feita a partir dos resultados apresentados na Tabela 5.

Observa-se que, no RAEX, a variação adicional obtida pelo modelo classificatório (modelo 3) em relação àquelas obtidas pelos dois modelos genéticos de regressão (n^{os} 1 e 2) não foi significativa ($P > 0,05$). Portanto, os dois modelos de regressão ajustaram os dados tão bem quanto o modelo classificatório (n^o 3), para as três características estudadas no RAEX (Tabela 5).

Resultados semelhantes foram obtidos no RASI, exceto pelo fato de a variação adicional obtida pelo modelo 3 ter sido significativa em relação ao modelo 2 para PL305 (Tabela 5).

Já no RAI apenas o modelo 1 ajustou convenientemente os dados para a PL, enquanto que nenhum dos dois modelos alcançou tal ajuste para a PL305. Por outro lado, tanto no modelo 1 quanto no 2 foi obtido bom ajuste para a DL. É evidente a maior dificuldade dos modelos de regressão em ajustar os dados adequadamente no RAI, particularmente para as características de produção de leite. Como mencionado anteriormente, o maior nível de imprecisão,

com relação aos resultados obtidos para o RAI, pode ter contribuído para esta maior dificuldade de ajuste.

Em duas situações, o modelo 2 não foi adequado para ajustar os dados, enquanto que o modelo 1 mostrou tal adequabilidade. Isto mostra que em certas situações o modelo aditivo-dominante pode não ser adequado, e mais, nem sempre o efeito epistático pode ser desprezível.

Ainda na Tabela 5, observa-se que os valores de F obtidos para o modelo 1 são consistentemente inferiores àqueles obtidos para o modelo 2, exceto para a DL nos RAEX e RASI, indicando que o ajuste produzido pelo modelo 1 foi mais aproximado daquele produzido pelo modelo 3. Em função disto e também para obter estimativas do efeito das interações epistáticas aditiva x aditiva, as estimativas de g, d e gg foram obtidas a partir do modelo de regressão 1 (Tabela 6).

Tabela 5 - Valores de F para a variação adicional obtida pelo modelo 3 em relação à variação obtida pelos modelos 1 e 2, de acordo com a característica em estudo e o regime alimentar

Table 5 - F values for extra variation accounted by fitting model 3 over and above models 1 and 2, according to the trait and feeding system

Modelo <i>Model</i>	Regime alimentar <i>Feeding system</i>		
	Extensivo <i>Extensive</i>	Semi-Intensivo <i>Semi-Intensive</i>	Intensivo <i>Intensive</i>
Produção de leite por lactação <i>Milk yield per lactation</i>			
1	1,02	1,41	2,74
2	1,35	2,21	5,55***
Produção de leite até 305 dias de lactação <i>Milk yield in 305 days of lactation</i>			
1	1,01	1,85	4,97**
2	1,19	2,64*	8,00***
Duração da lactação <i>Lactation length</i>			
1	1,51	2,31	0,93
2	1,01	1,59	1,83

Numerador do valor F = (soma de quadrados do resíduo do modelo 1 ou 2 menos soma de quadrados do resíduo do modelo 3) / (graus de liberdade do resíduo do modelo de regressão considerado menos graus de liberdade do resíduo do modelo 3). Denominador do valor F = quadrado médio residual do modelo 3 (modelo classificatório).

Numerator of F value = (residual sums of squares, due to fitting the models 1 or 2 minus residual sums of squares due to fitting the model 3) / (degrees of freedom of residue due to fitting regression models minus degrees of freedom of residue due to fitting model 3). Denominator of F value = residual mean square due to fitting model 3 (classification model).

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,005$ (* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,005$).

O efeito de dominância (d) foi significativo nos três regimes alimentares para a PL e a PL305, enquanto para a DL foi significativo apenas no RAI (Tabela 6).

As diferenças aditivas entre as raças (Holandês x Gir) (g) foram significativas para as três características, exceto no RAEX.

Já os efeitos das interações epistáticas aditiva x aditiva (gg) foram significativos apenas no RAI para a PL e a PL305 e, no RASI para a PL305, portanto, exatamente naquelas condições em que o modelo 2 (efeitos aditivos e de dominância) falhou em ajustar os dados adequadamente (Tabela 6).

As estimativas d e gg, no RAI, foram bastante discrepantes em relação às obtidas nos demais regimes alimentares, remetendo-se ao problema anteriormente citado no que diz respeito aos resultados obtidos neste regime alimentar (pequeno número de dados, sendo estes provenientes de poucas fazendas). Assim, parece mais conveniente concentrar a

discussão apenas em relação às estimativas feitas nos demais regimes alimentares.

Comparando-se as estimativas de g e d (Tabela 6) nos regimes alimentares extensivo e semi-intensivo, percebe-se que as estimativas de g foram maiores no RASI do que no RAEX, enquanto as estimativas de d foram maiores no RAEX do que no RASI, para as três características estudadas, conseqüentemente a relação d/g foi maior no RAEX do que no RASI. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Madalena et al. (1990), em que as estimativas do efeito genético direto da raça Holandesa foram maiores nas melhores condições de manejo, enquanto que o contrário foi observado com relação às estimativas de heterose, indicando ser a heterose mais importante sob condições de meio menos favoráveis.

Em relação à duração da lactação, o efeito de dominância não foi significativo nos dois regimes alimentares em questão, enquanto o efeito de diferença

Tabela 6 - Estimativas das diferenças aditivas (g) entre as raças (Holandês - Gir), dos efeitos de dominância (d) e dos efeitos de interação epistática aditiva x aditiva (gg), com os respectivos erros padrão (SE) e relação entre os efeitos de dominância e diferença genética aditiva (d/g), de acordo com a característica estudada e o regime alimentar

Table 6 - Estimates of additive differences (g) between breeds (Holstein - Gir), effects of dominance (d) and effects of additive x additive epistatic interactions (gg), with respective standard errors (SE) and the relationship between dominance effects and additive genetic difference (d/g), according to studied traits and feeding systems

Regime alimentar Feeding system	g	SE	d	SE	gg	SE	d/g
Produção de leite por lactação (kg) Milk yield per lactation (kg)							
Extensivo Extensive	344	404	1.068*	502	2.089	1.472	3,10
Semi-intensivo Semi-intensive	1.417***	309	745**	271	1.524+	779	0,53
Intensivo Intensive	3.349**	1.296	3.665***	770	6.219***	1.867	1,09
Produção até os 305 dias (kg) Milk yield in 305 days of lactation (kg)							
Extensivo Extensive	359	400	1.024*	496	1.811	1.455	2,85
Semi-intensivo Semi-intensive	1.363***	288	802**	253	1.493*	727	0,59
Intensivo Intensive	2.436*	1.021	3.142***	607	5.486***	1.471	1,29
Duração da lactação (dias) Lactation length (days)							
Extensivo Extensive	-14,2	30,5	12,8	37,8	17,1	111,0	-0,90
Semi-intensivo Semi-intensive	56,8**	19,9	11,7	17,4	20,1	50,3	0,21
Intensivo Intensive	201,4**	67,0	128,6**	39,8	183,7+	96,5	0,64

+ P<0,10; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 (+ P<.10; * P<.05; ** P<.01; *** P<.001).

genética aditiva entre as raças foi significativo para o RASI, indicando que, nas condições do estudo, a importância da heterose foi limitada para esta característica.

Por outro lado, para as características PL e PL305, o efeito da heterose demonstra ser de grande importância. As estimativas g e d mostram que a PL e a PL305 são favoravelmente influenciadas tanto pelo efeito genético aditivo da raça Holandesa quanto pelo efeito da heterose.

O fato de o efeito de interação epistática aditiva x aditiva (gg) ter sido significativo para a PL305 no RASI mostra que nem sempre o modelo aditivo-dominante (n^o 2) descreverá os dados da maneira mais precisa, havendo, portanto, a necessidade de sempre testar a adequação do mesmo em comparação a outros modelos.

Conclusões

Deve-se sempre investigar a ocorrência de interação genótipo-ambiente, sob risco de se incorrer em graves erros na conduta de programas de cruzamento.

Deve-se sempre testar a adequação do modelo genético de regressão aditivo-dominante, pois nem sempre este ajusta de maneira conveniente para os efeitos genéticos, ou seja, nem sempre os efeitos de interação epistáticas, dentre outros efeitos genéticos, são negligenciáveis.

Não houve qualquer benefício em elevar a proporção de genes da raça Holandesa nas condições ambientes mais hostis. Entretanto, para as condições de manejo mais favoráveis, tal elevação deu indícios de ser interessante para o aumento da produção.

Agradecimento

À Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, que gentilmente cedeu os dados utilizados do presente estudo e esteve sempre disponível para eventuais esclarecimentos.

Literatura Citada

- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Agropecuária – Coordenação de Produção Animal. **Normas para formação da raça Girolando**. Brasília, DF: 1992. 31p.
- CHAUDHRY, M.Z.; WILCOX, C.J.; SIMERL, N.A. Factors affecting performance of Holstein and Jersey by Sahiwal crossbred dairy cattle in Pakistan. **Revista Brasileira de Genética**, v.16, n.4, p.949-956, 1993.
- FREITAS, A.F.; WILCOX, C.J.; COSTA, C.N. Breed group effects on milk production of Brazilian crossbred dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2306-2311, 1998.
- FREITAS, A.F.; WILCOX, C.J.; ROMAN, R.M. Genetic parameters for milk yield and composition of crossbred dairy cattle in Brazil. **Revista Brasileira de Genética**, v.18, n.2, p.229-235, 1995.
- LEMOS, A.M.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L. et al. Efeito da estratégia de cruzamentos sobre características produtivas e reprodutivas em vacas do sistema mestiço do CNPGL-EMBRAPA. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.704-708, 1997.
- LEMOS, A.M.; MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L. et al. Comparative Performance of six Holstein-Friesian x Guzera grades in Brazil. 5. Age at first calving. **Revista Brasileira de Genética**, v.15, n.1, p.73-83, 1992.
- MACKINNON, M.J.; THORPE, W.; BAKER, R.L. Sources of genetic variation for milk production in a crossbred herd in the tropics. **Animal Science**, v.62, p.5-16, 1996.
- MADALENA, F.E.; LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L. et al. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzera crosses. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.7, p.1872-1886, 1990.
- MARTINEZ, M.L.; LEE, A.J.; LIN, C.Y. Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.3, p.800-808, 1988.
- ROBISON, O.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.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT. User's Guide**, release 6.11.ed. Cary: 1996.
- TEODORO, R.L.; VERNEQUE, R.S. Sistema de cruzamento como alternativa para o melhoramento de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.127-141.

Recebido em: 19/09/01

Aceito em: 11/07/02