MARCOS RODRIGUES LAGROTTA

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE MANEJO E SUAS RELAÇÕES COM A PRODUÇÃO DE LEITE EM VACAS DA RAÇA GIR

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

MARCOS RODRIGUES LAGROTTA

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE MANEJO E SUAS RELAÇÕES COM A PRODUÇÃO DE LEITE EM VACAS DA RAÇA GIR

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Aprovada: 28 de julho de 2008.

Prof. Antonio Policarpo Souza Carneiro

Prof. Carlos Henrique Osorio Silva

Prof. Paulo Luiz Souza Carneiro

Prof. Robledo de Almeida Torres
(Co-orientador)

Prof. Ricardo Frederico Euclydes
(Orientador)

A Deus.

A meu pai, Jorge, pelo amor, pelos ensinamentos e pela constante orientação e apoio.

A minha mãe, Eliana (*in memoriam*), pelo eterno amor e pelos valiosos ensinamentos, sem os quais eu não compreenderia o encanto da vida.

A meus irmãos, Rômulo e Gelson, pelos incentivos, pelo carinho e por fazerem parte do meu viver.

A minha segunda família, vovô Gelson, Tereza, Geisa e Maiana, pelo carinho e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e sabedoria.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade da realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo.

À Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro e EMBRAPA Gado de Leite, pela concessão dos dados da análise e infra-estrutura de trabalho.

Ao meu orientador, Ricardo Frederico Euclydes, pela confiança em meu trabalho e pelos ensinamentos, conselhos e momentos de alegria.

Ao professor Robledo de Almeida Torres, pelos ensinamentos e pela atenção, orientação e confiança.

Aos professores Antonio Policarpo Souza Carneiro, Carlos Henrique Osorio Silva e Paulo Luiz Souza Carneiro, pela atenção e pelas valiosas sugestões.

Aos pesquisadores Rui da Silva Verneque e Roberto Luiz Teodoro e pesquisadora Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto, por terem me dado a oportunidade de realizar este trabalho, pela atenção, pelas sugestões e pelas críticas construtivas.

À Mário Luiz Santana Júnior e Rodrigo Junqueira Pereira, pelos ensinamentos, pelos momentos de alegria e, principalmente, pela amizade e compreensão.

Aos meus grandes amigos de República, Júlio, Bruno, Hugo, Gustavo, Heder, Marcos e Heber, pelo apoio e pela excelente convivência.

À professora Margarida M. N. Figueiredo de Oliveira, pela amizade e pelos valiosos ensinamentos.

Aos amigos e amigas do DZO que contribuíram com momentos de alegria, estudos e conselhos.

Aos funcionários do DZO que sempre me ajudaram.

A todos que, de alguma forma, contribuíram na concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Marcos Rodrigues Lagrotta, filho de Jorge Costa Lagrotta e Eliana Lacerda Rodrigues Lagrotta, nasceu em 09 de outubro de 1981, em Leopoldina, Minas Gerais.

Em março de 2002, ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade Federal de Odontologia de Diamantina - MG, denominada, em 2006, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, graduando-se em julho deste ano.

Em outubro de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Melhoramento Animal, na Universidade Federal de Viçosa - MG.

Em 28 de julho de 2008, submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae*, em Zootecnia.

CONTEÚDO

Página

RESUMO..... vii

ABSTRACT..... ix

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 3
2.1. Descrição das características..... 3
2.2. Aspectos relacionados à vida produtiva..... 4
2.3. Parâmetros genéticos e fenotípicos..... 5
2.3.1. Herdabilidade..... 6
2.3.1.1. Estimativas de herdabilidade de características morfológicas, de manejo e produção de leite..... 7
2.3.2. Correlações genética, fenotípica e ambiental..... 10
2.3.2.1. Correlações genéticas e fenotípicas entre as características morfológicas e entre elas e a produção de leite..... 11

3. MATERIAL E MÉTODOS..... 16
3.1. Arquivo de dados..... 16
3.1.1. Descrição dos dados..... 16
3.1.2. Consistência dos dados..... 18
3.2. Determinação das classes dos efeitos fixos..... 20
3.3. Estimação dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos..... 21

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 24
4.1. Análise descritiva..... 24
4.2. Parâmetros genéticos e fenotípicos..... 25
4.2.1. Herdabilidade..... 25
4.2.2. Correlações genéticas e fenotípicas..... 28

5. CONCLUSÕES..... 34

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 35

RESUMO

LAGROTTA, Marcos Rodrigues, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008. **Características morfológicas e de manejo e suas relações com a produção de leite em vacas da raça gir.** Orientador: Ricardo Frederico Euclydes. Co-Orientadores: Robledo de Almeida Torres e Rui da Silva Verneque.

Estimativas de herdabilidade e correlações genéticas e fenotípicas para características morfológicas, de manejo e produção de leite em 305 dias de lactação foram obtidas pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), a partir de dados da Associação Brasileira de Criadores de Gado Gir Leiteiro (ABCGIL). O aplicativo REMLF90 foi utilizado para tal propósito. As características morfológicas e de manejo foram analisadas por um modelo que diferiu do utilizado para produção de leite. Os efeitos fixos usados no modelo das características morfológicas e de manejo foram: grupo contemporâneo de rebanho, ano e estação da classificação (RAEC), classificador, estádio da lactação e idade do animal na avaliação. No caso da produção de leite, incluí-se no modelo os efeitos fixos de idade da vaca ao parto e do grupo contemporâneo RAEP, formado pela combinação rebanho, ano e estação de parição. O modelo animal foi adotado em ambas as análises, que consideraram o efeito aleatório de repetibilidade, uma vez que foi utilizada mais de uma informação por característica. As estimativas de herdabilidade variaram de 0,03 a 0,54, sendo a maioria delas superiores a 0,15. Comprimento das tetas e altura da garupa foram as características que apresentaram os maiores coeficientes de herdabilidade (0,44 e 0,54, respectivamente), e vista traseira das pernas posteriores, largura do úbere posterior e ângulo dos cascos, os menores (0,03; 0,04; e 0,09, respectivamente). Na prática, a variabilidade genética aditiva da maioria das características foi suficiente para que, com o processo seleção, se possa atingir significativo ganho genético anual. Dentre as características morfológicas e de manejo, as que apresentaram maiores correlações genéticas com produção de leite foram: largura do úbere posterior (0,53); inserção do úbere anterior (-0,50); vista traseira das penas posteriores (0,42); e vista lateral das pernas posteriores (0,30). O antagonismo genético entre produção de leite e inserção do úbere anterior, associada à moderada herdabilidade e influência direta

desta característica na vida produtiva da vaca, sugere que na formação de índices de seleção para produção de leite, atenção especial deve ser dada à mesma. As correlações fenotípicas entre produção de leite e as características morfológicas e de manejo foram, em muitos casos, menores do que as correlações genéticas correspondentes. Entre as características morfológicas, as correlações fenotípicas mais expressivas envolveram apenas as relacionadas ao tamanho da vaca. Correlações genéticas entre algumas características morfológicas foram altas, possibilitando a exclusão de algumas delas do programa de classificação linear adotado para a raça Gir no Brasil.

ABSTRACT

LAGROTTA, Marcos Rodrigues, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2008. **Morphologic and handling traits and their relations with the milk yield in cows of the Gir breed.** Adviser: Ricardo Frederico Euclydes. Co-Advisers: Robledo de Almeida Torres and Rui da Silva Verneque.

Heritability and genetic and phenotypic correlations estimates to morphologic, handling and milk yield traits were obtained by REML method, using data from Associação Brasileira de Criadores de Gado Gir Leiteiro (ABCGIL). The software REMLF90 was utilized for such objective. The morphologic and handling traits were analysed for a model that differ of the utilized to the milk yield. The fixed effects used in the model of morphologic and handling traits were: contemporary group of herd, year and season of classification (RAEC); classifier; lactation phase and animal age on evaluation. For the milk yield was included in the model the fixed effects of cow age at calving and the contemporary group RAEP, shaped by combination herd, year and season of calving. The animal model was adopted in both analyses, which consider the random effect of repeatability, due to the fact that it was used more than one information per trait. The estimates of the heritability varied of 0.03 to 0.54, being the majority their larger than 0.15. Teat length and rump height were the traits that presented the largest coefficients of heritability (0.44 and 0.54, respectively), and backside view of rear legs, rear udder width, and foot angle, the least (0.03; 0.04; and 0.09, respectively). On practice, the additive genetic variability of the majority of traits was sufficient in order to reach significative annual genetic gain with the selection process. Rear udder width, fore udder insertion, backside view of rear legs, and side view of rear legs were the traits that presented the largest genetics correlations with milk yield (0.53; -0.50; 0.42; and 0.30, respectively). The genetic antagonism between milk yield and fore udder insertion, associated to moderate heritability and direct influence of this trait on productive life of the cow, suggest that on formation of the selection index for milk yield, special attention must be given to it. The phenotypic correlations among milk yield and morphologic and handling traits were, in many cases, lower than the correspondent genetic correlations. Among the morphologic traits, the most expressive phenotypic

correlations involved only the traits related to cow size. Genetic correlations among some morphologic traits were high, enabling the exclusion of some traits of the linear classification program adopted for the Gir breed in Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O processo de seleção de bovinos de leite tem como alvo principal as características relacionadas à produção (leite, gordura, proteína, lactose e sólidos totais), uma vez que existe a concepção de que vacas de alta produção proporcionam maior rentabilidade à atividade. No entanto, ênfase dada somente às características produtivas pode afetar negativamente as denominadas funcionais, comprometendo a atividade em médio e longo prazo.

As características funcionais, por estarem relacionadas às eficiências produtiva, reprodutiva, sanitária e de manejo das vacas, influenciam diretamente o tempo de permanência dos animais na propriedade. A longevidade das vacas é uma característica altamente associada à lucratividade, devido à menor demanda de novilhas de reposição para substituição das vacas descartadas e aumento dos descartes relacionados à produção. Entretanto, dois fatores impedem a seleção direta para longevidade. Primeiro, sua herdabilidade é relativamente baixa. Segundo, registros completos de longevidade das vacas estão indisponíveis até elas morrerem ou serem descartadas.

Outra forma de promover melhoria na vida produtiva das vacas e, por conseguinte, nas demais características funcionais, é selecionar para as características morfológicas, visto que algumas delas correlacionam positivamente com a longevidade, e, além disso, podem indicar os motivos de descarte de vacas leiteiras.

A prática de seleção das vacas para características morfológicas associada a um adequado programa de acasalamento, o qual leve em consideração a escolha de touros que apresentem adequados valores genéticos para as características morfológicas e de produção, contribuem para redução dos descartes de animais devido a fatores não produtivos (descartes involuntários), como os relacionados a problemas de ligamentos de úbere, aprumos, doenças, infertilidade e baixa velocidade de ordenha. Em decorrência do decréscimo desses descartes, elevam-se os relacionados à produção (descartes voluntários).

A maior parte das pesquisas relacionadas às características morfológicas de vacas leiterias foi realizada em países de clima temperado e com raças de origem européia. Os poucos estudos para as raças zebuínas de leite produzidas em regiões de clima tropical e subtropical não foram suficientes para explicar como tais

características relacionam entre si e se, efetivamente, influenciam a produção de leite.

A participação das raças zebuínas na pecuária brasileira é expressiva. Dentre essas, a raça Gir é a que possui maior destaque, por ser a mais utilizada nos cruzamentos com as raças européias especializadas para produção de leite e estar distribuída em quase todas as regiões do país, com presença em mais de 80% dos rebanhos leiteiros, constituídos de animais puros e cruzados.

O Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL) tem o objetivo de promover o aprimoramento genético da raça por meio da identificação e seleção de touros geneticamente superiores para as características morfológicas, de manejo e produção. Para que esse programa tenha sucesso é importante que se conheça, além da herdabilidade, as correlações genéticas e fenotípicas entre essas características, pois, assim, a seleção das vacas e a escolha dos reprodutores para acasalamento podem ser realizadas com propriedade. Para tanto, índices de seleção, combinando e ponderando valores para tais características, podem ser utilizados.

Neste sentido, objetivou-se estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos referentes às características morfológicas, de manejo e produção de leite em 305 dias de lactação, enfatizando as correlações genéticas entre elas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Descrição das características

O leite bovino é um dos mais completos alimentos disponíveis, sendo formado por mais de cem substâncias (BRITO & BRITO, 1997). O seu valor nutricional em proteínas, vitaminas, carboidratos, gorduras e minerais, com a presença de nutrientes essenciais em sua composição, torna-o alimento indispensável para a população, principalmente para crianças, gestantes e idosos.

Em sistemas produtivos com base em rebanhos comerciais, as vendas de leite, bezerros, excedente de novilhas para reposição e vacas descartadas para abate são as principais fontes de receita. Dentre essas, produção de leite, é a que possui maior valor econômico, devendo, assim, ser considerada como alvo principal no processo de seleção, visto que vacas de maiores produções usualmente são mais lucrativas (CARDOSO et al., 2004). Porém, selecionar somente para esta característica pode levar ao decréscimo do mérito genético de outras, como algumas de reprodução e conformação, devido à existência de correlações genéticas negativas entre elas (MISZTAL et al.,1992; SHORT & LAWLOR, 1992).

As características de conformação, também denominadas de tipo ou morfológicas, são de extrema importância para a pecuária bovina de leite, uma vez que proporcionam maior eficiência ao sistema produtivo, pela influência direta na produção, conversão alimentar e no desempenho reprodutivo e sanitário dos animais. Elas podem ser divididas em três grupos: as corporais; as do conjunto pernas e pés; e as do sistema mamário.

As características corporais afetam a saúde do úbere, a facilidade de parto e as capacidades cardíaca, pulmonar e digestiva. Como exemplo da importância dessas características, destaque pode ser dado a estudos que demonstraram a significativa correlação genética entre aspectos de fertilidade e características de garupa, como largura e nivelamento (VAN VLECK & NORMAN, 1972; WALL et al., 2005).

A morfologia das características do conjunto pernas e pés contribui para o desgaste dos cascos e doenças de locomoção, que geralmente conduzem a laminites. A laminite é uma das causas mais comuns de descarte involuntário (FATEHI et al., 2003; WIGGANS et al., 2006). Um animal com má locomoção não consegue

acessar facilmente a comida e a sala de ordenha, comprometendo o ganho econômico da atividade. Além disso, problemas de pernas e pés podem resultar em falhas reprodutivas. Como exemplo, tem-se o decréscimo na expressão de estro, que resulta em maior intervalo de parto, e, eventualmente, menor lucratividade. O elevado preço do sêmen de reprodutores com altos valores genéticos para pernas e pés, como os da raça Holandesa, refletem a importância conferida a estas características pelos produtores de leite (WARNICK et al., 2001; PÉREZ-CABAL et al., 2006).

As características morfológicas do sistema mamário têm influência na ordenha mecânica, saúde do úbere e produção de leite (FREITAS et al., 2002). Problemas de úbere e mastite também estão entre as principais causas de descarte involuntário em rebanhos de bovinos de leite (FATEHI et al., 2003). Significativas relações genéticas têm sido relatadas entre algumas características de conformação do úbere e contagem de células somáticas (BOETTCHER et al., 1998; RUPP & BOICHARD, 1999). Assim, selecionando-se para essas características, animais com menores problemas de mastite clínica podem ser obtidos. Para Short & Lawlor (1992), dentre as características de conformação, as do úbere deveriam receber maiores pesos em índices de seleção que incluam características produtivas e morfológicas.

Características relacionadas ao manejo, como temperamento e facilidade de ordenha (ou velocidade de ordenha), também são fundamentais para maior eficiência dos sistemas produtivos. A primeira relaciona-se à docilidade e facilidade de manejo dos animais, e a última com o tempo e esforço despendido na ordenha.

Foi relatado que alta facilidade de ordenha está associada à maior contagem de células somáticas, e, conseqüentemente, à maior predisposição à mastite clínica (BOETTCHER et al., 1998; RUPP & BOICHARD, 1999). Desta forma, ao se selecionar para esta característica, é importante que os animais tenham valores (escores) afastados da média, porém, não muito próximos do extremo.

2.2. Aspectos relacionados à vida produtiva

Vida produtiva ou longevidade é definida como o intervalo de tempo entre o primeiro parto e o descarte da vaca do rebanho, que pode ser dado em dias, meses, anos, ou lactações (SCHNEIDER et al., 2003). Ela é uma complexa característica

quantitativa influenciada por um grande número de fatores, tais como produção de leite, fertilidade, saúde e características físicas da vaca (BERRY et al., 2005).

Geralmente, as características físicas ou morfológicas são registradas a partir da primeira lactação. A seleção para as mesmas nesta fase pode proporcionar melhoraria na longevidade das vacas no rebanho (ROGERS & MCDANIEL, 1989; SHORT & LAWLOR, 1992). Dentre as características morfológicas, as do sistema mamário são as que apresentam maior associação genética com a vida produtiva, podendo ser usadas para sua predição (BOETTCHER et al., 1997; TSURUTA et al., 2004).

Ênfase na seleção de características morfológicas reduz a taxa de descarte involuntário do rebanho, devido às melhorias gerais de saúde, produção e reprodução (MISZTAL et al., 1992; RENNÓ et al., 2003). A taxa de descarte é o parâmetro técnico de maior relevância econômica e é capaz de sintetizar os resultados técnicos, funcionais e produtivos das vacas de leite.

A redução da vida produtiva dos animais do rebanho, em detrimento ao maior número de descartes involuntários, compromete a lucratividade da atividade. Reduzindo o percentual desses descartes, os custos com a reposição de novilhas são amortizados (dispersos por um período de tempo mais longo). Com menos descartes dessa natureza ocorrendo, mais descartes voluntários podem ser praticados, e, conseqüentemente, maiores produções de leite podem ser alcançadas, em virtude da melhoria do mérito genético e do aumento da proporção de vacas produzindo na idade adulta (ROGERS & MCDANIEL, 1989; RENNÓ et al., 2003; BERRY, et al., 2005).

Segundo Misztal et al. (1992), vacas com alta produção de leite nas primeiras lactações e que se apresentam funcionais por período extenso dentro do rebanho propiciam maior rentabilidade ao sistema de produção.

2.3. Parâmetros genéticos e fenotípicos

As características econômicas dos animais domésticos são de natureza poligênica, isto é, são controladas por um grande número de genes. A expressão fenotípica dessas características depende da constituição genética do indivíduo e da interação dos genes com os vários efeitos não genéticos ou de ambiente. Em se

tratando de fenótipos, interessa-se pelas diferenças entre os indivíduos e não pelos valores absolutos dos fenótipos individuais. É importante estudar as várias causas dessas diferenças, expressando-as em termos de variância, visto que é a partir da mesma que são formuladas as questões primárias da genética (FALCONER, 1987).

As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas obtidas a partir dos componentes de (co)variância são necessárias para a eficiente avaliação de touros e elaboração de índices de seleção (MEYER et al., 1987). Além disso, quando os parâmetros genéticos de uma determinada população são conhecidos pode-se determinar se a seleção direta para certa característica será mais eficiente do que a seleção indireta.

2.3.1. Herdabilidade

A herdabilidade mede a influência da variação genética aditiva em relação à variação total de uma característica em uma população, isto é, a proporção da variação fenotípica que é de natureza genética. A sua importância no estudo genético das características quantitativas é o seu papel preditivo, expressando a confiabilidade do valor fenotípico como preditor do valor genético do animal. Em outras palavras, a herdabilidade expressa a precisão por meio da qual o valor fenotípico representa o valor genético do indivíduo (FALCONER, 1987).

De forma geral, no melhoramento animal, herdabilidade entre 0,0 e 0,20, é considerada baixa, de 0,20 a 0,40, média, e acima de 0,40, alta. Valores baixos significam que grande parte da variação da característica é devida às diferenças ambientais entre os indivíduos, e valores altos denotam que diferenças genéticas entre indivíduos exercem grande influência na variação da característica avaliada.

Quanto mais alta é a herdabilidade, maior a correlação entre o valor genético e o valor fenotípico do indivíduo. Assim, à medida que o coeficiente de herdabilidade aumenta, a seleção dos animais para reprodução torna-se mais efetiva, devido à melhoria dos valores médios dos indivíduos na geração seguinte.

Como a herdabilidade é uma relação de variâncias, ela sofre variações conforme varia o numerador ou o denominador da relação. Existem diversos fatores que afetam os valores das estimativas de herdabilidade, tais como: ambiente, homogeneidade da população, tamanho da amostra e método de estimação.

2.3.1.1. Estimativas de herdabilidade de características morfológicas, de manejo e produção de leite

Poucos trabalhos relacionados à estimação de parâmetros genéticos de características morfológicas em raças zebuínas foram desenvolvidos no Brasil. Podem ser citados os estudos de Winkler (1993), com a raça Guzerá, e Wenceslau (1998) e Teodoro et al. (2000), com a raça Gir.

Winkler (1993) estimou herdabilidade de medidas corporais. Para circunferência torácica, altura da garupa e comprimento corporal, as estimativas de herdabilidade foram iguais a 0,52, 0,69 e 0,41, respectivamente. Wenceslau (1998) obteve resultados inferiores (0,23; 0,37 e 0,11, respectivamente) para estas mesmas características.

Teodoro et al. (2000) estimaram a herdabilidade de características do sistema mamário, obtendo valores iguais a 0,40, 0,21 e 0,47 para comprimento e diâmetro das tetas e altura do úbere posterior, respectivamente. Wenceslau (1998) obteve resultados inferiores para diâmetro das tetas (0,07) e altura do úbere posterior (0,35) e ligeiramente superior para comprimento das tetas (0,46).

Além dos estudos supracitados, outros foram conduzidos no Brasil com raças de origem européia, como os de Esteves (1999) e Rennó et al. (2003). Ambos os autores objetivaram estimar parâmetros genéticos para as características de conformação e determinar a associação genética destas com a produção de leite. Os valores de herdabilidade encontrados nestes trabalhos, bem como em outras pesquisas para as características morfológicas com raças européias são apresentadas na Tabela 1.

Na maior parte das pesquisas, estatura foi a característica que apresentou a maior estimativa de herdabilidade, as quais variaram de 0,34 a 0,53, e, por conseguinte, o maior potencial de ganho genético. Ângulo da garupa, profundidade do úbere e comprimentos tetas também apresentaram bom potencial de resposta à seleção, visto que, em muitos trabalhos, os seus coeficientes de herdabilidade foram iguais ou superiores a 0,25. Já as características do conjunto pernas e pés apresentaram as menores estimativas de herdabilidade. Apenas Meyer et al. (1987) e Esteves (1999) obtiveram coeficientes moderados de herdabilidade para ângulo dos cascos e vista lateral das pernas posteriores.

Tabela 1. Estimativas de herdabilidades de características morfológicas em rebanhos de bovinos de leite, segundo autores, raças e países (de 1 a 12)*

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estatura		0,53	0,48	0,42	0,34	0,53		0,47		0,39	0,37	0,43
Ângulo da Garupa	0,33		0,41	0,28	0,29			0,36		0,18	0,22	0,27
Largura da Garupa	0,21	0,31				0,36				0,00	0,18	0,18
Pernas posteriores (vista lateral)	0,25	0,12		0,16		0,32		0,11		0,09	0,07	0,18
Pernas posteriores (vista traseira)	0,13		0,20		0,13			0,12				
Ângulo dos cascos	0,27	0,09	0,07	0,13	0,09	0,21		0,04		0,02	0,11	0,13
Inserção do úbere anterior	0,31	0,12	0,18	0,24	0,21	0,33	0,18	0,37	0,21	0,10	0,19	0,22
Altura do Úbere Posterior		0,28	0,19	0,16	0,17	0,28	0,18	0,32	0,27	0,10	0,26	0,22
Largura do úbere posterior	0,19	0,21		0,19	0,16	0,19		0,30	0,13	0,14	0,22	0,19
Profundidade do Úbere	0,29	0,26		0,25	0,25	0,16	0,29	0,23	0,13	0,17	0,27	0,34
Comprimento das tetas	0,26	0,32			0,26	0,59	0,30	0,29		0,16	0,19	0,34

*1. Meyer et al. (1987) – Holandesa, na Grã-Betanha;
2. Harris et al. (1992) – Guernsey, nos Estados Unidos;
3. Klassen et al. (1992) – Holandesa, no Canadá;
4. Misztal et al. (1992) – Holandesa, nos Estados Unidos;
5. Short & Lawlor (1992) – Holandesa, nos Estados Unidos;
6. Esteves (1999) – Holandesa, no Brasil;
7. Rupp & Boichard (1999) – Holandesa, na França;
8. Degroot et al. (2002) – Holandesa, nos Estados Unidos;
9. Freitas et al. (2002) – Holandesa, no Brasil;
10. Rennó et al. (2003) – Pardo-Suíça, no Brasil;
11. Wiggans et al. (2004) – Jersey, na Bélgica;
12. Wiggans et al. (2004) – Pardo-Suíça, na Bélgica.

O Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL) fornece, anualmente, o Sumário Brasileiro de Touros, contendo os valores de herdabilidade das características morfológicas e de manejo (VERNEQUE et al., 2008). Os resultados referentes ao ano de 2008 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativas de herdabilidades e respectivos erros-padrão (h^2±EP) de características morfológicas e de manejo obtidas no PNMGL em 2008

Características	h^2±EP	Características	h^2±EP
Altura da garupa	0,60±0,04	Pernas posteriores (vista lateral)	0,27±0,09
Perímetro torácico	0,31±0,04	Pernas posteriores (vista traseira)	0,03±0,06
Comprimento do corpo	0,20±0,04	Inserção do úbere anterior	0,25±0,09
Comprimento da garupa	0,30±0,04	Largura do úbere posterior	0,01±0,01
Largura entre ísquios	0,27±0,04	Comprimento das tetas	0,45±0,04
Largura entre íleos	0,29±0,04	Diâmetro das tetas	0,20±0,03
Ângulo da garupa	0,23±0,08	Facilidade de ordenha	0,18±0,03
Ângulo dos cascos	0,09±0,03	Temperamento	0,16±0,04

Boettcher et al. (1998), objetivando desenvolver um índice de saúde do úbere para seleção de touros da raça Holandesa baseado em escore de células somáticas, conformação do úbere e velocidade de ordenha encontraram estimativa de herdabilidade para esta característica de 0,15. Rupp & Boichard (1998), estimando parâmetros genéticos para as mesmas características e raça, encontraram herdabilidade de 0,17 para facilidade de ordenha. Esses resultados estão próximos dos obtidos no teste de progênie da raça Gir Leiteiro no ano de 2008.

Para temperamento de bovinos de leite, Dickson et al. (1970), em estudo com a raça Holandesa, obtiveram herdabilidade de 0,47. No teste de progênie de 2008 o coeficiente de herdabilidade para temperamento foi expressivamente inferior (0,16). Fuerst (2006), estudando animais da raça Simental de duplo propósito, encontrou herdabilidade ainda menor para esta característica (0,04).

Na literatura consultada, as estimativas de herdabilidade para produção de leite tiveram significativa variabilidade. Na Tabela 3 são apresentados os valores de herdabilidade para esta característica em estudos conduzidos no Brasil e no exterior, com suas respectivas raças. A menor estimativa de herdabilidade (0,13) foi encontrada por Degroot et al. (2002) em estudos com animais da raça Holandesa, e a maior (0,44), também para esta raça, foi obtida por Misztal et al. (1992). Para a raça

Gir no Brasil, Wenceslau (1998), Teodoro et al. (2000) e Verneque et al. (2008) encontraram estimativas de herdabilidade de 0,28, 0,26 e 0,30, respectivamente.

Tabela 3. Estimativas de herdabilidades ($\hat{h}^2$) e o número de observações (N) para produção de leite em rebanhos bovinos do Brasil e do exterior

Autor	$\hat{h}^2$	N	Raça
Brasil			
Wenceslau (1998)	0,28	573	Gir
Esteves (1999)	0,24	1975	Holandesa
Teodoro et al. (2000)	0,26	1804	Gir
Rennó et al. (2003)	0,22	436	Pardo-Suíça
Verneque et al. (2008)	0,30	-	Gir
Exterior			
Misztal et al. (1992) - Estados Unidos	0,44	20.836	Holandesa
Rupp & Boichard (1999) – França	0,24	29.284	Holandesa
Degroot et al. (2002) - Estados Unidos	0,13	711	Holandesa
Kadarmideen & Wegmann (2003) – Suíça	0,29	31.500	Holandesa
Pérez-Cabal et al. (2006) – Espanha	0,34	525.708	Spanish

2.3.2. Correlações genética, fenotípica e ambiental

Um dos problemas para o melhorista reside no fato de que, ao selecionar para determinada característica, ocorrem variações em outras, devido à possível existência de conectividade entre elas. O conhecimento da direção (positiva ou negativa) e da magnitude das associações entre as características é importante na formulação de programas eficientes de seleção. Para tanto, são estimadas as correlações genéticas, fenotípicas e ambientais entre as características avaliadas.

A correlação genética entre duas características é definida como sendo a correlação entre os efeitos genéticos aditivos dos genes que as influenciam. Este parâmetro indica se há antagonismo, ou não, entre os genes responsáveis pelas mesmas, auxiliando na escolha dos reprodutores de acordo com objetivos a serem alcançados (FALCONER, 1987).

A correlação genética pode ser causada por pleiotropia ou por ligação gênica. A pleiotropia é própria do gene, no que diz respeito a sua capacidade de causar variação simultânea em duas ou mais características, sendo responsável por correlações permanentes entre características, isto é, por associações que permanecem constantes ao longo das gerações. A ligação gênica, por sua vez, pode

causar correlação transitória entre as características, particularmente em populações derivadas de cruzamento, mas sua contribuição tende a desaparecer com o tempo se a ligação gênica atinge o ponto de equilíbrio. Tal desaparecimento se dá à medida que crossing-overs são formados (WENCESLAU, 1998).

Correlações genéticas entre 0,0 e 0,3 são consideradas baixas, entre 0,3 e 0,6, moderadas, e acima de 0,6, altas. O mesmo raciocínio é utilizado para as correlações genéticas de sinal negativo.

Duas características podem estar correlacionadas por causa do ambiente comum ao qual elas estão submetidas. Esta correlação, se houver em uma geração, não terá efeito sobre a correlação entre as características na geração seguinte.

A associação entre duas características que pode ser observada diretamente é denominada correlação fenotípica. Ela representa a correlação entre os valores fenotípicos das características e é resultante da combinação dos efeitos do genótipo e ambiente.

2.3.2.1. Correlações genéticas e fenotípicas entre as características morfológicas e entre elas e a produção de leite

Segundo Esteves (1999), conhecer as correlações genéticas e fenotípicas entre as características de conformação e entre estas e as produtivas, reprodutivas, sanitárias e de longevidade, possibilita elaborar corretos planos de melhoramento genético em gado de leite. Além disso, o conhecimento das estimativas de correlação genética entre as características morfológicas possibilita que os sistemas de classificação de tipo sejam mais objetivos, uma vez que eles podem ser conduzidos sem a inclusão de todas as características, devido a existências de altas correlações genéticas entre algumas delas.

Nos trabalhos de Wenceslau (1998), Esteves (1999) e Rennó et al. (2003) foram relatadas positivas e de moderadas a altas estimativas de correlações genéticas entre a maioria das características corporais. Os estudos de Thompson et al. (1983), VanRanden et al. (1990), Misztal et al. (1992), Short & Lawlor (1992) e Wiggans et al. (2004) discordaram dos anteriores no que diz respeito às associações genéticas entre estatura e ângulo da garupa, as quais foram menores que 0,15.

As altas correlações genéticas entre algumas características corporais, relatadas nos trabalhos supracitados, sugerem que algumas delas possam ser eliminadas dos programas de melhoramento, permitindo maior objetividade na prática da classificação feita no campo.

As correlações genéticas entre as características corporais e as do conjunto pernas e pés variaram de baixas a moderadas, sendo algumas negativas e outras positivas. Estes valores variaram consideravelmente entre os diversos trabalhos e raças estudadas (THOMPSON et al., 1983; VANRADEN et al., 1990; MISZTAL et al., 1992; SHORT & LAWLOR, 1992; ESTEVES, 1999; RENNÓ et al., 2003; WIGGANS et al. 2004).

Foram relatadas de baixas a moderadas estimativas de correlação genética entre as características corporais e as do sistema mamário, sendo a maioria dessas estimativas de baixa magnitude. Contrariando tais resultados, foram observadas correlações genéticas de alta magnitude entre estatura e as características de altura do úbere posterior e profundidade do úbere (0,87 e 0,71, respectivamente) no estudo de Rennó et al. (2003) e entre largura da garupa e largura do úbere posterior (0,73) no estudo de Esteves (1999).

Thompson et al. (1983), VanRaden et al. (1990), Harris et al. (1992), Misztal et al. (1992), Short & Lawlor (1992), Wiggans et al. (2004) e Pérez-Cabal et al. (2006) obtiveram estimativas moderadas e negativas de correlação genética entre as características do conjunto pernas e pés. Esteves (1999) e Wiggans et al. (2006) encontraram estimativas que divergiram destas. O primeiro autor encontrou para ângulo dos cascos e vista lateral das pernas posteriores correlação genética de -0,09. Já Wiggans et al. (2006), estudando as raças Pardo-Suíça e Guenrsey, encontraram correlações genéticas entre ângulo dos cascos e vista traseira das pernas posteriores de 0,19 e 0,31, e entre vista lateral e vista traseira das pernas posteriores de -0,11 e -0,46, respectivamente para cada raça.

As correlações genéticas entre as características do conjunto pernas e pés e as do sistema mamário variaram, nos diversos estudos, de baixas a moderadas e de negativas a positivas, sendo a maioria delas de baixa magnitude (THOMPSON et al., 1983; VANRANDEN et al., 1990; MISZTAL et al., 1992; SHORT & LAWLOR, 1992; ESTEVES, 1999; RENNÓ et al., 2003; WIGGANS et al., 2004; WIGGANS et al., 2006).

De acordo com a literatura, a maior parte das estimativas de correlação genética entre as características do sistema mamário foram de baixa magnitude e positiva. Normalmente, associações genéticas negativas ocorreram quando se relacionou comprimento das tetas com as demais características do úbere (ESTEVES, 1999; RENNÓ et al., 2003; WIGGANS et al., 2004). Elevadas estimativas de correlação genética entre altura e largura do úbere posterior e entre inserção do úbere anterior e profundidade do úbere foram relatadas em diversos estudos (THOMPSON et al., 1983; VANRANDEN et al., 1990; HARRIS et al., 1992; MISZTAL et al., 1992; SHORT & LAWLOR, 1992; ESTEVES, 1999; FREITAS et al., 2002; RENNÓ et al., 2003; WIGGANS et al., 2004).

Freitas et al. (2002), em estudo com animais da raça Holandesa do Estado de Minas Gerais, ao verificarem que algumas das características do úbere estavam altamente correlacionadas entre si, sugeriram que programas de melhoramento para esta raça podem ser efetivados sem a necessidade de inclusão de todas essas características.

A maioria das estimativas de correlação fenotípica entre as características de conformação encontrada nos trabalhos consultados foram menores que as correlações genéticas correspondentes.

Como já mencionado anteriormente, a seleção somente para produção de leite pode fazer com que algumas características morfológicas variem em sentido indesejado. Assim, é importante saber como estas características relacionam-se com a produção em cada população, uma vez que, em programas de melhoramento, a ênfase a ser dada em cada característica de conformação depende de sua correlação genética com a produção de leite.

Segundo Mrode & Swanson (1994), o fato de algumas correlações genéticas entre produção de leite e as características morfológicas terem sido moderadas, faz com que estas possam ser consideradas na construção e desenvolvimento dos objetivos e índices de seleção.

Wenceslau (1998) obteve estimativas de correlação genética entre produção de leite em 305 dias de lactação e as características circunferência torácica, altura da garupa, comprimento corporal e comprimento e diâmetro das tetas. As estimativas das correlações genéticas foram respectivamente: -0,37; -0,62; -0,52; -0,08; e -0,12. Resultados de outros trabalhos para correlações genéticas entre algumas

características morfológicas e produção de leite, segundo vários autores, raças e países, são apresentados na Tabela 4.

As características corporais, na maioria dos trabalhos analisados, apresentaram baixas estimativas de correlação genética com a produção de leite. Degroot et al. (2002) e Rennó et al. (2003), por outro lado, obtiveram altas correlações genéticas entre ângulo da garupa e produção de leite (0,62 e 0,73, respectivamente).

De maneira geral, as características do conjunto pernas e pés apresentaram correlações genéticas de baixa magnitude com a produção de leite. Apenas, Degroot et al. (2002), obtiveram alta correlação genética entre vista lateral das pernas posteriores e produção de leite (0,83).

Boa parte das correlações genéticas entre as características do sistema mamário e produção de leite foi de moderada magnitude, tanto no sentido positivo como negativo. A inserção do úbere anterior e a profundidade do úbere estão associadas negativamente com a produção de leite. Tal fato sugere que elas devam receber maior atenção nos programas de melhoramento, pois, além de influenciarem a produção de leite em sentido indesejado, são uma das características que mais afetam a vida produtiva dos animais. Altura e largura do úbere posterior, por outro lado, relacionam-se positivamente com a produção de leite. Nos trabalhos de Harris et al. (1992) e Esteves (1999) foram encontradas altas estimativas de correlação genética entre largura do úbere posterior e produção de leite, sendo ambas de 0,60. Comprimento das tetas, entretanto, foi a única característica que apresentou baixos valores de correlações genéticas com a produção de leite em todos os trabalhos revisados.

As correlações fenotípicas entre produção de leite e as características de conformação foram, quase sempre, menores que as correlações genéticas correspondentes (THOMPSON et al., 1983; KLASSEN et al., 1992; MISZTAL et al., 1992; MRODE & SWANSON, 1994; ESTEVES, 1999; RENNÓ et al., 2003).

Tabela 4. Estimativas de correlações genéticas entre produção de leite e as características morfológicas, segundo autores, raças e países (de 1 a 10)*

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estatura	0,16	0,30	0,16	0,06	0,01	0,23	0,13	0,21		0,33
Ângulo da Garupa	-0,14		0,13	0,18	0,13	0,03	0,07	0,62		0,73
Largura da Garupa	0,03	-0,02				0,18	0,37			0,21
Pernas posteriores (vista lateral)	0,26	0,09		0,09	0,06	0,26	0,22	0,83		
Pernas posteriores (vista traseira)	0,07		0,02			-0,33		0,07		
Ângulo dos cascos	0,12	-0,10	-0,21	0,10	-0,06	-0,03	0,30	0,39		0,18
Inserção do úbere anterior	-0,30	-0,22	-0,15	-0,31	-0,23	-0,02	-0,31	-0,45	-0,35	
Altura do úbere posterior		0,58	0,12	0,19	0,06		0,30	0,16	0,19	0,35
Largura do úbere posterior	-0,04	0,60		0,31	0,16	0,50	0,60	0,12	0,46	
Profundidade do Úbere	-0,46	-0,44		-0,44	-0,41	-0,54	-0,15	-0,65	-0,23	-0,30
Comprimento das tetas	0,17	0,11				-0,01	-0,10	-0,11		-0,16

* 1. Meyer et al. (1987) – Holandesa, na Grã-Betanha
2. Harris et al. (1992) – Guernsey, nos Estados Unidos
3. Klassen et al. (1992) – Holandesa, no Canadá
4. Misztal et al. (1992) – Holandesa, nos Estados Unidos
5. Short & Lawlor (1992) – Holandesa, nos Estados Unidos
6. Mrode & Swanson (1994) – Ayshire, na Grã-Bretanha
7. Esteves (1999) – Holandesa, no Brasil
8. Degroot et al. (2002) – Holandesa, nos Estados Unidos
9. Freitas et al. (2002) – Holandesa, no Brasil
10. Rennó et al. (2003) – Pardo-Suíça, no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Arquivo de dados

Os dados para análise das características morfológicas, de manejo e produção de leite em 305 dias de lactação utilizadas neste estudo foram fornecidos pela Embrapa Gado de Leite - empresa responsável pela condução do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL). Este programa é executado por meio da parceria entre essa instituição e as associações ABCGIL e ABCZ, e conta com a participação de diversos órgãos públicos e privados, tais como as centrais de processamento de sêmen, CNPq, FAPEMIG, EPAMIG, EMPARN, EMEPA, EBDA, UFLA, UFMG e UFV, dos proprietários de gado Gir puro e fazendas colaboradoras de produtores de leite com gado mestiço.

3.1.1. Descrição dos dados

O banco de dados usado no estudo das características morfológicas e de manejo continha informações referentes a 2.142 vacas, filhas de 308 touros. Para o estudo das relações entre produção de leite e as características morfológicas e de manejo, o banco de dados possuía informações referentes a 1.797 vacas, filhas de 274 touros. Esses dados foram coletados no período de 1992 a 2007 em 26 rebanhos supervisionados.

As características morfológicas foram divididas em três grupos: as corporais, as do conjunto pernas e pés e as do sistema mamário. No Brasil, a metodologia de avaliação dessas características para a raça Gir sofreu algumas modificações desde a sua criação em 1989. Atualmente, a maior parte delas é obtida por meio de mensurações diretas. Para aquelas em que tal mensuração não é possível usa-se uma escala linear, com escore variando de 1 a 9.

Ao longo da lactação, procurou-se fazer duas mensurações por animal. A prioridade era que as mesmas fossem realizadas já na primeira lactação. As características morfológicas foram medidas com as vacas dispostas em superfície plana, antes da ordenha. Para a medição das características corporais, teve-se o

cuidado de posicionar corretamente os animais, com a cabeça erguida e os quatro membros apoiados no chão.

As medidas corporais ou de tamanho corporal foram:

- Altura da garupa (AG) - medida da altura do chão ao osso sacro;
- Perímetro torácico (PT) - medida da circunferência do tórax, sendo tomada no cilhadouro do animal;
- Comprimento corporal (CC) - medida da distância entre a ponta da espádua e a ponta do ílio;
- Comprimento da garupa (CG) - medida da distância entre a ponta do ílio e a ponta do ísquio;
- Largura entre os ísquios (LIS) - medida da distância entre as pontas dos ísquios;
- Largura entre os ílios (LIL) - medida da distância entre as pontas dos ílios; e
- Ângulo da garupa (ANG) - medida da inclinação entre íleo e ísquio.

As três características morfológicas do conjunto ou composto pernas e pés mensuradas foram:

- Ângulo dos cascos (ANC) - medida do ângulo formado entre a linha do solo e o talão do casco;
- Vista lateral das pernas posteriores (VLP) - observação visual da curvatura das pernas na articulação dos jarretes; e
- Vista traseira das pernas posteriores (VTP) - observação visual da curvatura e abertura formada entre os jarretes.

No sistema mamário foram mensuradas as seguintes características:

- Inserção ou ligamento do úbere anterior (IUA) - avaliação visual de ambos os lados da vaca quanto à força de aderência deste ligamento na inserção entre o úbere e o abdômen;
- Largura do úbere posterior (LUP) - medida da largura do úbere na sua inserção posterior;

- Comprimento das tetas (CT) - medida da ponta da teta até a inserção no úbere; e
- Diâmetro das tetas (DT) - medida do diâmetro na parte medial da teta.

Os valores das medidas das características VLP, VTP, IUA, LUP e DT são em escores (1 a 9), as das características ANG e ANC, em graus, e as demais, em centímetro (cm).

As características de manejo, temperamento (TP) e facilidade de ordenha (FO), foram avaliadas visualmente por meio de escores, que variaram de 1 a 9.

Nem sempre escores mais altos indicam superioridade das vacas. Por exemplo, valores medianos na escala de 1 a 9 para vista lateral e traseira das pernas posteriores, inserção do úbere anterior e diâmetro das tetas são preferidos. Para a característica largura do úbere posterior, recomenda-se escore tão próximo quanto possível de 9. Por outro lado, para facilidade de ordenha e temperamento, o desejado são valores mais baixos, próximos de 1 para temperamento ($\leq$ 2), e não muito próximos de 1 para facilidade de ordenha (entre 2 e 5).

Para as características mensuradas diretamente deseja-se que a maioria delas seja superiores a média. Apenas para ângulo da garupa e dos cascos e comprimento das tetas que o ideal são valores intermediários.

3.1.2. Consistência dos dados

Os dados analisados derivaram de dois arquivos iniciais, que foram posteriormente unificados. Um deles continha as informações da produção de leite e o outro das medidas morfológicas e de manejo. Após análise preliminar dos dados, foram feitas correções e impostas restrições com a finalidade de obter melhor consistência dos dados. Para tanto, foram excluídos dados correspondentes a vacas com data de nascimento desconhecida, sem informações de ordem de parto, com ordem de parto maior que cinco e com produções de leite inferiores a 750 Kg ou superiores a 7.500 Kg, e, para as vacas que apresentaram mais de uma classificação ao longo de sua vida, foi determinado o uso de informações de classificações referentes a, no máximo, duas lactações.

Os efeitos aleatórios de animal, ambiente permanente e erro (ambiente temporário), bem como os efeitos fixos de estádio da lactação à classificação, idade dos animais à classificação, classificador, rebanho, ano e estação de classificação, foram considerados como sendo as causas de variação das características de conformação, temperamento e facilidade de ordenha. As causas de variação da produção de leite foram, além dos efeitos aleatórios já citados, os efeitos fixos de idade da vaca ao parto, rebanho, ano e estação de parição.

Os meses em que ocorreram as classificações ou os partos foram divididos em duas épocas, as quais foram denominadas: estação 1, que se refere às classificações ou parições que ocorreram de abril a setembro de cada ano; e estação 2, referindo às classificações ou parições que ocorreram de outubro a março do ano subseqüente. Nos rebanhos localizados na região nordeste do Brasil essa situação foi invertida, uma vez que a distribuição das chuvas ao longo do ano nesta região difere da que ocorre no sudeste e centro-oeste.

A idade da vaca à classificação variou de 21 a 192 meses, com idade média de 1.774 dias ou, aproximadamente, 58 meses. Foram formadas seis classes para este efeito fixo: 1) vacas avaliadas até 1.217 dias (40 meses); 2) vacas avaliadas de 1.218 a 1.400 dias (40 a 46 meses); 3) vacas avaliadas de 1.401 a 1.582 dias (46 a 52 meses); 4) vacas avaliadas de 1.583 a 1.947 dias (52 a 64 meses); 5) vacas avaliadas de 1.948 a 2.494 dias (64 a 82 meses); e 6) vacas avaliadas com idade superior a 82 meses.

A partir das informações geradas pelas datas de parto e classificação foram obtidas, por diferença, as medidas de estádio da lactação. O estádio da lactação variou de 1 a 435 dias e foi dividido em quatro classes: 1) animais avaliados de 1 a 30 dias de lactação; 2) animais avaliados de 31 a 120 dias de lactação; 3) animais avaliados de 121 a 200 dias de lactação; e 4) animais avaliados com mais de 200 dias de lactação.

O efeito fixo de idade ao parto variou de 17 a 188 meses e foi dividido em quatro classes: 1) vacas que pariram até 1.217 dias (40 meses); 2) vacas que pariram de 1.218 a 1.582 dias (40 a 52 meses); 3) vacas que pariram de 1.583 a 1.947 dias (52 a 64 meses); e 4) vacas que pariram com mais de 64 meses de vida.

Foram formados dois grupos contemporâneos (RAEC e RAEP) para se reduzir o número de efeitos fixos nos modelos. O grupo RAEC foi formado a partir

da união dos efeitos de rebanho, ano e estação de classificação e utilizado nas análises das características morfológicas e de manejo. Para a característica produção de leite, o grupo contemporâneo RAEP foi criado unindo os efeitos fixos de rebanho, ano e estação de parição.

Depois de formada as classes dos efeitos fixos e determinado os grupos contemporâneos, para melhorar, ainda mais, a consistência do banco de dados, foram eliminadas as informações de estádio da lactação menores que zero ou maiores que 450 dias e foi estabelecido número mínimo de duas observações por subclasses RAEC e RAEP.

3.2. Determinação das classes dos efeitos fixos

Foi utilizado o método dos quadrados mínimos, por meio do procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System), e o teste SNK, com significância de 5%, (SAS, 2003), para determinar as classes dos efeitos fixos de estádio da lactação à classificação e idade dos animais ao parto e à classificação que, estatisticamente, mais influenciaram as características morfológicas, de manejo e produção de leite. Os modelos adotados estão descritos abaixo:

Modelo 1

$y_{ijklm} = \mu + RAEC_i + A_j + L_k + S_l + e_{ijklm,}$ em que:

y_{ijklm} = observação para cada característica morfológica e de manejo do indivíduo m;

μ = constante inerente a todas as observações;

$RAEC_i$ = efeito fixo da subclasse i para rebanho, ano e estação da classificação;

A_j = efeito fixo da subclasse j para idade da vaca a classificação;

L_k = efeito fixo da subclasse k para estádio da lactação;

S_l = efeito aleatório do $l^{ésimo}$ pai;

e_{ijklm} = efeito aleatório do erro associado à cada observação.

Modelo 2

$y_{ijlm} = \mu + RAEP_i + A_j + S_l + e_{ijlm}$, em que:

y_{ijlm} = observação da produção de leite do indivíduo m;

μ = constante inerente a todas as observações;

$RAEP_i$ = efeito fixo da subclasse i para rebanho, ano e estação de parição;

A_j = efeito fixo da subclasse j para idade da vaca ao parto;

S_l = efeito aleatório do $l^{ésimo}$ pai;

e_{ijlm} = efeito aleatório do erro associado à cada observação.

3.3. Estimação dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As características de conformação, temperamento e facilidade de ordenha foram analisadas por um modelo que diferiu do utilizado para produção de leite. O modelo animal foi empregado em ambas as análises, que consideraram o efeito aleatório de repetibilidade, uma vez que foi utilizada mais de uma informação por característica.

Os modelos podem ser representados na forma matricial da seguinte forma:

$y = X\beta + Zu + Wp + \varepsilon$, em que:

y = vetor de observações das características morfológicas, de manejo e produção de leite;

X = matriz de incidência de efeitos fixos;

Z = matriz de incidência para efeito de animal;

W = matriz de incidência para efeito ambiental permanente inerente às repetições das classificações das vacas;

β = vetor de efeitos fixos;

u = vetor de efeitos aleatórios de animal;

p = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente, não relacionados com os efeitos de u;

ε = vetor de erros aleatórios ou efeitos residuais associados a cada observação.

Como o vetor u inclui somente os efeitos aleatórios de animal, os efeitos genéticos não aditivos são incluídos no termo p. As matrizes X, Z e W relacionam as observações e efeitos residuais aos efeitos fixos (β), genéticos aditivos ou aleatórios de animal (u) e de ambiente permanente (p), respectivamente.

Pressupõe-se que u, p e ε tenham valor esperado nulo, Var(u) = G = A $\otimes$ G_0 (A = matriz contendo os numeradores dos coeficientes de parentesco de Wright entre os animais, $\otimes$ denota produto direto ou produto de Kroenecker e G_0 matriz de variâncias e covariâncias genéticas aditivas), Var(p) = I $\otimes$ P_0 (I = matriz identidade e P_0 = matriz de variâncias e covariâncias de ambiente permanente), Var(ε) = R = I $\otimes$ R_0 (R_0 = matriz de variâncias e covariâncias residuais) e as covariâncias entre u, p e ε sejam nulas. Além disso, neste modelo, pressupõe-se que as observações em diferentes idades apresentam correlações genéticas e de ambiente permanente iguais à unidade. Isto significa que cada indivíduo avaliado apresenta um efeito genético e de ambiente permanente que se repete em observações coletadas em toda a vida.

As equações de modelos mistos (EMM), para o melhor estimador linear não-viesado (BLUE) das funções estimáveis de β e para o melhor preditor linear não-viesado (BLUP) de u e p, são dadas pela solução do sistema seguinte:

$$\begin{pmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{pmatrix} x \begin{pmatrix} \beta^\circ \\ \hat{u} \\ \hat{p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{pmatrix}, \text{ em que:}$$

$\alpha_1 = \sigma_e^2 / \sigma_a^2$; $\alpha_2 = \sigma_e^2 / \sigma_{pe}^2$.

As estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas utilizando-se o aplicativo REMLF90, descrito por Misztal (2002), que utiliza a metodologia de máxima verossimilhança restrita (REML) e o algoritmo de Maximização da Esperança (EM). O critério de convergência utilizado foi de 10^{-11}.

A partir das variâncias genética aditiva, ambiente permanente e residual, encontradas nas análises de características simples, foram obtidas as estimativas de herdabilidade das características.

Esses componentes de variância foram utilizados nas análises múltiplas (duas a duas) para obter as estimativas de correlações genéticas e fenotípicas. Os valores iniciais das covariâncias entre as características foram obtidas de forma aleatória. Depois de cada convergência, ajustava-se para as novas covariâncias

encontradas. Este processo foi repetido até que a diferença entre as estimativas das duas últimas convergências praticamente não diferissem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise descritiva

As médias não ajustadas e os respectivos desvio-padrão, número de observações (N), valores mínimo e máximo e coeficiente de variação (CV) para as características morfológicas, de manejo e produção de leite são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Estatísticas descritivas das características morfológicas, de manejo e produção de leite de vacas da raça Gir

Características*	Média	Desvio-padrão	N	Amplitude		CV
				Mínimo	Máximo	
AG	136,45	4,33	3804	112	177	0,03
PT	174,57	9,60	3803	99	209	0,05
CC	101,99	6,19	3805	75	122	0,06
CG	40,04	3,30	3803	28	57	0,08
LIS	17,74	2,36	3804	11	30	0,13
LIL	46,71	4,89	3805	20	64	0,10
ANG	27,22	5,51	866	10	50	0,20
ANC	43,79	4,64	3802	20	65	0,11
VLP	5,02	1,09	870	1	8	0,22
VTP	4,69	0,85	870	2	7	0,18
IUA	5,33	1,52	864	1	9	0,29
LUP	5,44	1,94	840	1	9	0,36
CT	7,37	1,72	3794	3	14	0,23
DT	3,78	0,73	3787	1	8	0,19
FO	2,74	1,06	3595	1	9	0,39
TP	2,79	1,08	3746	1	9	0,39
PL	2907,47	1112,8	3225	758	7287	0,38

* AG = Altura da garupa; PT = Perímetro torácico; CC = Comprimento corporal; CG = Comprimento da garupa; LIS = Largura entre ísquios; LIL = Largura entre ílios; ANG = Ângulo da garupa; ANC = Ângulo dos cascos; VLP = Vista lateral das pernas posteriores; VTP = Vista traseira das pernas posteriores; IUA = Inserção do úbere anterior; LUP = Largura do úbere posterior; CT = Comprimento das tetas; DT = Diâmetro das tetas; FO = Facilidade de ordenha; e TP = Temperamento.
Os valores das medidas das características VLP, VTP, IUA, LUP, DT, FO e TP são em escores (1 a 9), as das características ANG e ANC, em graus, e as demais, em centímetro (cm).

As informações para ângulo da garupa, vistas lateral e traseira das pernas posteriores e inserção e largura do úbere posterior começaram a ser coletadas somente a partir do ano 2000. O número de dados para estas características pode não ter sido adequado para caracterizar morfologicamente as vacas da raça Gir.

As médias das características morfológicas e de manejo foram similares as do programa de melhoramento do Gir Leiteiro (VERNEQUE et al., 2008). Já a média da produção de leite em 305 dias de lactação (2.907,47 ± 1.112,80 kg) foi superior ao do programa, em que a média e o desvio-padrão da produção de leite em 305 dias, correspondente a 15.451 primeiras lactações de vacas com partições até 2004, foram de 2.783 ± 1.292 kg, com CV de 46%. Contudo, vale ressaltar que nesse programa foram avaliadas filhas de touros puras e mestiças e a amostragem utilizada foi muito superior à do presente estudo, onde a média da produção de leite referiu-se somente a vacas puras classificadas morfologicamente. Como muito dos animais utilizados neste estudo pertencem a rebanhos elites, provavelmente, ocorreu amostra selecionada, em que os animais classificados apresentavam média de produção de leite superior aos não avaliados para morfologia.

Dentre as características morfológicas, inserção e largura do úbere posterior foram as que apresentaram os maiores valores de CV (0,29 e 0,36, respectivamente), e os menores foram para perímetro torácico, comprimento corporal, e altura e comprimento da garupa (<0,09). As características de manejo apresentaram alto CV, sendo ambos de 0,39. Na maioria das situações, as características que apresentaram maiores coeficientes de variação foram as mensuradas por escores.

4.2. Parâmetros genéticos e fenotípicos

4.2.1. Herdabilidade

As estimativas dos componentes de variância genética aditiva, ambiente permanente e residual, bem como das herdabilidades para as características estudadas, são apresentadas na Tabela 6. A maior parte das estimativas foram superiores a 0,15, indicando que uma parcela considerável da variação das respectivas características é decorrente de diferenças nos genes de efeito aditivo. Portanto, ganhos genéticos anuais significativos podem ser alcançados para estas características se submetidas à prática de seleção.

Exceto para ângulo da garupa e vista lateral das pernas posteriores, as estimativas de herdabilidade obtidas foram relativamente próximas das do programa de melhoramento do Gir Leiteiro (VERNEQUE et al., 2008).

Tabela 6. Estimativas dos componentes de variância e de herdabilidades ($\hat{h}^2$), em análises univariadas

Características	Variâncias			$\hat{h}^2$
	Genética Aditiva	Ambiente Permanente	Residual	
Altura da garupa	8,23	3,56	3,54	0,54
Perímetro torácico	15,60	15,55	20,20	0,30
Comprimento corporal	4,43	4,75	15,86	0,18
Comprimento da garupa	1,14	1,17	2,07	0,26
Ângulo da garupa	7,51	3,90	9,81	0,35
Largura entre ísquios	0,72	0,42	1,52	0,27
Largura entre ílios	2,01	2,09	3,53	0,26
Ângulo dos cascos	1,46	3,47	10,96	0,09
Pernas posteriores (vista lateral)	0,15	0,43	0,53	0,14
Pernas posteriores (vista traseira)	0,02	0,37	0,27	0,03
Inserção do úbere anterior	0,41	1,17	0,47	0,20
Largura do úbere posterior	0,12	1,31	1,34	0,04
Comprimento das tetas	0,87	0,52	0,60	0,44
Diâmetro das tetas	0,08	0,09	0,19	0,21
Facilidade de ordenha	0,14	0,21	0,31	0,21
Temperamento	0,13	0,33	0,32	0,17
Produção de leite	161.400	340.800	160.200	0,24

Os coeficientes de herdabilidade das características morfológicas variaram de 0,03 a 0,54. As estimativas de herdabilidade das características corporais foram, em sua maioria, moderadas, as das do conjunto pernas e pés, baixas, e as referentes às características do sistema mamário apresentaram ampla variação (0,04 a 0,44).

A característica altura da garupa ou estatura, assim como na maioria dos estudos, foi a que apresentou maior estimativa de herdabilidade (0,54). Wenceslau et al. (2000) encontraram herdabilidade inferior (0,37) e Verneque et al. (2008) um pouco superior (0,60). Já Harris et al. (1992) encontraram resultado próximo com vacas da raça Guernsey (0,53),

Outra característica que apresentou alta herdabilidade foi comprimento das tetas (0,44). Este resultado foi próximo dos obtidos por Teodoro et al. (2000), Wenceslau et al. (2000) e Verneque et al. (2008), com a raça Gir, e de Mrode e Swanson (1994), com a raça Ayrshire. Em outros trabalhos com animais de origem européia foram encontrados valores de herdabilidade inferiores a 0,34 para esta característica (MEYER et al., 1987; HARRIS et al. 1992; KLASSEN et al., 1992; MISZTAL et al., 1992; SHORT & LAWLOR, 1992; ESTEVES, 1999; RUPP &

BOICHARD, 1999; DEGROOT et al., 2002; FREITAS et al., 2002; RENNÓ et al., 2003; WIGGANS et al. 2004).

Os coeficientes de herdabilidade obtidos para altura da garupa e comprimento das tetas indicam que, em programas de melhoramento genético com a raça Gir, altura da garupa e comprimento das tetas são as características morfológicas que apresentam maior potencial de resposta à seleção.

As menores estimativas de herdabilidade foram para ângulo dos cascos, vista traseira das pernas posteriores e largura do úbere posterior (0,09; 0,03; e 0,04, respectivamente). Essas estimativas indicam a importância da variação atribuída aos efeitos de meio e efeitos genéticos não aditivos. As estimativas de herdabilidade para ângulo dos cascos e vista traseira das pernas posteriores foram, de forma geral, similares às relatadas na literatura. Para largura do úbere posterior, entretanto, Harris et al. (1992), Misztal et al. (1992), Rupp & Boichard (1999) e Freitas et al. (2002) obtiveram estimativas de herdabilidade superiores a do presente estudo, as quais variaram de 0,13 a 0,30.

Os coeficientes de herdabilidade para perímetro torácico, comprimento corporal, comprimento da garupa e largura entre íleos e ísquios foram, com exceção ao da última característica, relativamente próximos aos obtidos por Wenceslau (1998), em seu estudo com a raça Gir, os quais foram: 0,23; 0,11; 0,32; 0,24; e 0,48, respectivamente.

A estimativa de herdabilidade para facilidade de ordenha foi de moderada magnitude (0,21), próxima das observadas em outros estudos (BOETTCHER et al., 1998; RUPP & BOICHARD, 1999; FUERST, 2006).

Para temperamento, foi encontrado coeficiente de herdabilidade de 0,17. Este resultado foi inferior ao do Dickson et al. (1970), com animais da raça Holandesa (0,47), e superior ao obtido por Fuerst (2006) para a raça Simental de duplo propósito (0,04).

A estimativa de herdabilidade para produção de leite foi de 0,24, próxima das obtidas por Teodoro et al. (2000), Wenceslau et al. (2000) e Verneque et al. (2008), também com a raça Gir. A média da herdabilidade para esta característica baseada em vários estudos com diferentes raças foi de 0,27 (MISZTAL et al., 1992; ESTEVES, 1999; RUPP & BOICHARD, 1999; TEODORO et al., 2000;

WENCESLAU et al., 2000; DEGROOT et al., 2002; KADARMIDEEN & WEGMANN, 2003; RENNÓ et al., 2003; CABAL-PÉREZ et al., 2006).

4.2.2. Correlações genéticas e fenotípicas

As correlações genéticas e fenotípicas entre as características morfológicas, de manejo e produção de leite são apresentadas na Tabela 7. De forma geral, as estimativas das correlações genéticas entre as características avaliadas foram superiores as correlações fenotípicas correspondentes. As correlações fenotípicas mais expressivas envolveram algumas características corporais, as quais foram positivas e de moderada magnitude. A maior parte desses resultados está de acordo com os relatados na literatura (KLASSEN et al.,1992; MISZTAL et al., 1992; MRODE & SWANSON, 1994; RENNÓ et al., 2003; ESTEVES et al., 2004; WIGGANS et al., 2004).

O programa REMLF90 não conseguiu estimar algumas correlações genéticas. Tal fato pode ter ocorrido devido ao menor número de observações das características ângulo da garupa, vistas lateral e traseira das pernas posteriores e largura do úbere posterior.

Dentro do grupo das características denominadas corporais, ângulo da garupa foi a que apresentou as menores estimativas de correlação genética com as demais. As maiores estimativas ocorreram entre altura da garupa e as características perímetro torácico, comprimento corporal e comprimento da garupa (0,69; 0,76; e 0,81, respectivamente). Estes resultados sugerem que algumas dessas características poderiam ser retiradas do programa de avaliação genética da raça Gir, proporcionando maior objetividade na coleta de informações no campo. Dentre elas, a altura da garupa poderia ser utilizada na seleção para tamanho, visto que a mesma apresenta alta herdabilidade e fácil mensuração.

No trabalho de Wenceslau (1998), as estimativas de correlações genéticas entre as características AG x CG (0,53), AG x LIL (0,46), PT x LIS (0,13), CC x CG (0,09), CC x LIS (0,27), CC x LIL (0,42), e CG x LIL (0,26) foram consideravelmente menores do que as do presente estudo. Fato que pode ser explicado pela vultosa diferença no tamanho da amostra estuda por ele e a empregada nesta pesquisa.

Tabela 7. Correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as características estudadas

Características	AG	PT	CC	CG	LIS	LIL	ANG	ANC	VLP	VTP	IUA	LUP	CT	DT	FO	TP	PL
AG		0,69	0,76	0,81	0,42	0,72	0,10	0,09	0,17	0,28	-0,13	-0,55	0,23	0,50	0,02	-0,06	-0,08
PT	0,43		0,60	0,65	0,40	0,67	0,08	0,18	-0,01	0,19	-0,28	-0,89	0,18	0,44	-0,01	-0,32	-0,17
CC	0,37	0,27		0,59	0,46	0,72	0,17	-0,06	0,70	0,15	-0,02	-	0,23	0,52	0,11	-0,09	-0,01
CG	0,47	0,42	0,29		0,15	0,62	0,01	0,04	0,27	-0,05	-0,06	-0,55	0,15	0,43	-0,33	-0,13	0,02
LIS	0,28	0,30	0,24	0,22		0,51	0,03	0,05	-0,27	-0,42	-0,34	0,10	0,14	0,16	0,26	0,16	-0,19
LIL	0,41	0,46	0,32	0,43	0,39		0,05	0,02	-0,33	0,08	0,16	-0,78	0,14	0,28	-0,15	-0,09	-0,04
ANG	0,08	0,05	0,05	0,00	0,00	-0,12		0,42	0,21	-	0,09	-0,29	-0,18	-0,03	-0,25	-0,08	0,04
ANC	0,04	0,08	-0,02	0,03	0,00	-0,02	-0,19		-0,16	0,29	-0,06	-0,69	-0,05	0,09	-0,07	0,28	0,11
VLP	-0,02	0,03	0,00	-0,01	0,00	-0,05	-0,04	-0,04		-	-0,25	-	0,04	0,37	-0,28	0,12	0,30
VTP	-0,01	-0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	-0,04	-0,02	-0,02		0,27	-	0,08	-0,82	0,45	0,59	0,42
IUA	-0,10	0,08	0,00	-0,05	-0,02	-0,03	-0,02	0,03	-0,02	0,05		-0,64	0,18	-0,19	-0.15	0,25	-0,50
LUP	0,03	-0,04	0,06	-0,01	0,09	0,04	0,00	0,05	-0,02	0,05	-0,01		-0,50	-0,38	-0,39	-0,11	0,53
CT	0,12	0,11	0,06	0,08	0,05	0,07	0,04	-0,05	0,00	-0,01	-0,05	0,01		0,80	0,29	-0,04	0,13
DT	0,08	0,08	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	-0,01	0,00	-0,01	-0,02	0,00	0,24		0,09	-0,03	0,26
FO	0,00	0,03	0,02	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01		0,54	-0,20
TP	-0,03	-0,02	-0,04	-0,06	0,01	-0,09	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	-0,02	-0,01	0,07		-0,13
PL	0,11	0,05	0,12	0,09	0,03	0,07	0,07	-0,03	0,02	0,08	0,02	0,09	0,12	0,18	-0,06	-0,03	

AG = Altura da garupa; PT = Perímetro torácico; CC = Comprimento corporal; CG = Comprimento da garupa; LIS = Largura entre ísquios; LIL = Largura entre ílios; ANG = Ângulo da garupa; ANC = Ângulo dos cascos; VLP = Vista lateral das pernas posteriores; VTP = Vista traseira das pernas posteriores; IUA = Inserção do úbere anterior; LUP = Largura do úbere posterior; CT = Comprimento das tetas; DT = Diâmetro das tetas; FO = Facilidade de ordenha; TP = Temperamento; e PL = Produção de leite.

As associações genéticas entre as características corporais e as do conjunto pernas e pés foram, com algumas exceções, de baixa magnitude. As maiores correlações genéticas ocorreram entre comprimento corporal e vista lateral das pernas posteriores (0,70), ângulo da garupa e ângulo dos cascos (0,42), largura entre ísquios e vista traseira das pernas posteriores (-0,42) e largura entre ílios e vista lateral das pernas posteriores (-0,33). A maioria desses resultados divergiu dos relatados na literatura com animais de origem européia (MISZTAL et al., 1992; RENNÓ et al., 2003; ESTEVES et al., 2004; WIGGANS et al., 2004). Porém, nestes mesmos estudos houve considerável divergência nas estimativas de associações genéticas entre essas características. Para ângulo da garupa e ângulo dos cascos, por exemplo, Misztal et al. (1992) e Wiggans et al. (2004) encontraram associações genéticas próximas de zero e Rennó et al. (2003) e Esteves et al. (2004) obtiveram associações negativas (-0,48 e -0,20, respectivamente) entre elas.

Outras associações genéticas que divergiram muito entre as diversas pesquisas se deram entre largura da garupa (largura entre ílios ou largura entre ísquios) e vista das pernas posteriores. Wiggans et al. (2004) depararam com correlações genéticas próximas de zero entre largura da garupa e vista lateral das pernas posteriores em estudo com cinco raças leiteiras européia. Esteves et al. (2004) encontraram correlação genética moderada e positiva (0,46) entre estas características. Já Rennó et al. (2003) obtiveram alta e negativa correlação genética (-1,00) entre largura da garupa e pernas posteriores. No presente estudo, por sua vez, as correlações genéticas entre as características referentes à largura da garupa e vistas lateral e traseira das pernas posteriores variaram de 0,08 a -0,42.

As correlações genéticas entre as características corporais e as do sistema mamário variaram de baixas a altas e de negativas a positivas. As correlações genéticas mais expressivas foram entre largura do úbere posterior e as características altura da garupa, perímetro torácico, comprimento da garupa e largura entre ílios (-0,55; -0,91; -0,55; e -0,78, respectivamente). Estes resultados discordaram expressivamente dos relatados na literatura, o que pode ser explicado, como já mencionado acima, pelo pequeno número de observações das características de largura do úbere posterior e vistas lateral e traseira das pernas posteriores.

Foram obtidas baixas estimativas de correlação genética entre as características do conjunto pernas e pés. Em relação à correlação genética entre

ângulo dos cascos e vista lateral das pernas posteriores, Esteves et al. (2004) obtiveram resultado próximo ao deste estudo (-0,09), enquanto Wiggans et al. (2004) encontraram, para cinco raças leiteiras européias, resultados moderados. Para a correlação genética entre ângulo dos cascos e vista traseira das pernas posteriores, Wiggans et al. (2006) obtiveram estimativas próximas a do presente estudo (0,19 e 0,31 , respectivamente, para as raças Pardo-Suíça e Guernsey).

A maior parte das estimativas de correlação genética entre as características do conjunto pernas e pés e as do sistema mamário foi baixa, concordando com os resultados de Thompson et al. (1983), Misztal et al. (1992) e Wiggans et al. (2004). As maiores correlações genéticas obtidas foram entre ângulo dos cascos e largura do úbere posterior (-0,69) e entre vista traseira das pernas posteriores e diâmetro das tetas (-0,82). O primeiro valor foi próximo do resultado encontrado por Rennó et al. (2003) e diferente dos de Misztal et al. (1992), Esteves et al. (2004) e Wiggans et al. (2004), que obtiveram estimativas positivas e de menor magnitude.

Em relação às características do úbere, as correlações genéticas mais expressivas se deram entre inserção do úbere anterior e largura do úbere posterior (-0,64), comprimento das tetas e largura do úbere posterior (-0,50) e entre comprimento e diâmetros das tetas (0,80). A primeira estimativa divergiu dos resultados encontrados por diversos autores (THOMPSON et al., 1983; HARRIS et al., 1992; MISZTAL et al., 1994; FREITAS et al. 2002; RENNÓ et al., 2003; ESTEVES et al., 2004; WIGGANS et al., 2004). A segunda foi próxima do resultado obtido por Esteves et al. (2004), no entanto, discordou das estimativas obtidas pelos demais autores anteriormente citados. A última foi maior do que a encontrada por Wenceslau (1998), que também foi alta (0,66). Com base nesta informação, e sabendo-se que comprimento das tetas possui alta herdabilidade, sugere-se que a característica diâmetro das tetas seja eliminada do programa de avaliação genética, uma vez que a seleção para menor comprimento conduz a um efetivo decréscimo no diâmetro.

As associações genéticas entre facilidade de ordenha e as características morfológicas foram, em sua maioria, baixas. Vista traseira das pernas posteriores, largura do úbere posterior e comprimento da garupa foram as que apresentaram maior correlação genética com facilidade de ordenha (0,45; -0,39 e -0,33, respectivamente).

Perímetro torácico, vista traseira das pernas posteriores e facilidade de ordenha foram as características que apresentaram maiores correlações genéticas com temperamento (-0,32; 0,59; e 0,54, respectivamente). A estimativa moderada e positiva da correlação genética entre temperamento e facilidade de ordenha indica que animais mais dóceis são mais rapidamente ordenhados. Fuerst (2006), contudo, encontrou associação genética próxima de zero entre estas características.

As características inserção do úbere anterior, largura do úbere posterior e vistas lateral e traseira das pernas posteriores foram as que apresentaram maior associação genética com a produção de leite. As correlações genéticas entre produção de leite e as vistas lateral e traseira das pernas posteriores foram moderadas e positivas (0,30 e 0,42, respectivamente), indicando que com a seleção para as mesmas melhora-se, indiretamente, a produção. Estes resultados diferiram dos obtidos por Harris et al. (1992) e Rennó et al. (2003), que encontraram baixas estimativas de correlação genética entre vista lateral das pernas posteriores e produção de leite (0,09 e 0,08, respectivamente), e dos de Degroot et al. (2002), que obtiveram alta correlação genética entre estas características (0,83) e baixa entre vista traseira das pernas posteriores e produção de leite (0,07).

A correlação genética entre inserção do úbere anterior e produção de leite foi de -0,50. Isto significa que quanto mais forte estiver o úbere ligado ao ventre do animal menor será a produção de leite, mas, por outro lado, maior será a vida produtiva, visto que essa característica possui considerável correlação genética com a longevidade. O ideal, então, é selecionar animais que apresentem escores intermediários para inserção do úbere anterior. Misztal et al. (1992), Degroot et al. (2002), Freitas et al. (2002) e Esteves et al. (2004), também encontraram valores negativos e moderados para a correlação genética entre essas características, os quais variaram de -0,31 a -0,45.

Largura do úbere posterior e produção de leite apresentaram correlação genética positiva e moderada (0,53). Tal resultado foi próximo dos encontrados por Harris et al. (1992), Freitas et al. (2002) e Esteves et al. (2004), reforçando o conceito de que animais com úberes posteriores mais largos tendem a produzir maiores quantidades de leite. Embora a seleção para largura do úbere posterior resulte em aumento na produção de leite, na prática, a eficácia de tal processo é restrita, visto que a baixa herdabilidade dessa característica (0,04) limita o ganho

genético da mesma e, conseqüentemente, da produção de leite. Assim, poder-se-ia recomendar a eliminação da característica largura do úbere posterior do programa de classificação, contudo, o baixo número de observações restringe qualquer conclusão precipitada.

De forma similar aos trabalhos de Teodoro et al. (2000) e Wenceslau et al. (2000) com animais da raça Gir, as estimativas das correlações genéticas entre produção de leite e comprimento e diâmetro das tetas foram relativamente baixas (0,13 e 0,26, respectivamente), indicando que a seleção para estas interfere pouco na produção. Harris et al. (1992) e Degroot et al. (2002) também encontraram baixas estimativas de correlação genética entre comprimento das tetas e produção de leite (0,11 e -0,11, respectivamente).

No estudo de Wenceslau et al. (2000), também foram estimadas correlações genéticas entre produção de leite e as características corporais (circunferência torácica, altura da garupa e comprimento corporal), as quais foram, respectivamente: -0,37; -0,62; e -0,52. Estes resultados foram demasiadamente superiores aos obtidos na presente pesquisa.

As características facilidade de ordenha e temperamento correlacionaram-se negativamente e em baixa magnitude com a produção de leite (-0,20 e -0,13, respectivamente). Fuerst (2006) também encontrou baixa correlação genética entre temperamento e produção de leite, porém positiva (0,11).

Vale ressaltar que o fato de alguns trabalhos terem utilizado o modelo touro, em vez do animal, e/ou métodos de estimação diferentes ao do presente estudo, aliado ao número de observações relativamente pequeno e de ter-se utilizado animais até a quinta ordem de lactação, com alguns destes atingido mais de 19 anos de idade, pode ter sido responsável por considerável diferença dos resultados obtidos neste trabalho em relação aos demais. Assim para se ter maior credibilidade nas estimativas, sobretudo no que concerne as características ângulo da garupa, vistas lateral e traseira das pernas posteriores, inserção do úbere anterior e largura do úbere posterior, é necessário que se tenha maior número de observações, sendo estas referentes, preferencialmente, à primeira lactação.

5. CONCLUSÕES

As altas correlações genéticas entre algumas características morfológicas fornecem subsídios para a reestruturação do sistema de classificação linear adotado para a raça Gir no Brasil. Isto implica dizer que os programas de melhoramento para características morfológicas podem ser implementados sem a necessidade de inclusão de todas elas.

As correlações genéticas observadas entre algumas características morfológicas e produção de leite em 305 dias de lactação poderão ser consideradas na formação de índices de seleção. Para índices que visem, principalmente, produção de leite, maior atenção deve ser dada à característica inserção do úbere anterior, uma vez que a mesma correlaciona-se moderadamente e em sentido contrário com a produção, apresenta potencial de ganho genético e existe a possibilidade de redução na vida útil das vacas se a seleção direcionar-se somente para produção de leite.

Os resultados de herdabilidade indicam que a maioria das características estudadas apresenta, sob óptica aplicada, suficiente variabilidade genética aditiva para que sejam alcançados progressos genéticos economicamente favoráveis com a prática da seleção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERRY, D. P.; HARRIS, B. L.; WINKELMAN, A. M.; MONTGOMERIE, W. Phenotypic Associations Between Traits Other than Production and Longevity in New Zealand Dairy Cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 88, p.2962-2974, 2005.

BOETTCHER, P. J.; JAIRATH, L. K.; KOOTS, K. R.; DEKKERS, J.C.M.. Effects of Interactions Between Type and Milk Production on Survival Traits of Canadian Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v. 80, p.2984-2995, 1997.

BOETTCHER, P. J.; DEKKERS, J.C.M.; KOLSTAD, B. W. Development of an Udder Health Index for Sire Selection Based on Somatic Cell Score, Udder Conformation, and Milking Speed. **J. Dairy Sci,** v. 81, p. 1157-1168, 1998.

BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. A composição e a qualidade do leite. **Revista Leite B**. Ano II, n° 126, p. 461-465, junho de 1997.

CARDOSO, V. L.; NOGUEIRA, J. R.; FILHO, A. E. V.; FARO, L. E.; LIMAS, N. C. Objetivos de Seleção e Valores Econômicos de Características de Importância Econômica para um Sistema de Produção de Leite a Pasto na Região Sudeste. **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, p.320-327, 2004.

DEGROOT, B. J.; KEOWN J. F.; VAN VLECK, L. D.; MAROTZ, E. L. Genetic Parameters and Responses of Linear Type, Yield Traits, and Somatic Cell Scores to Divergent Selection for Predicted Transmitting Ability for Type in Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v.85, p.1578-1585, 2002.

ESTEVES, A.M.C. **Correlações genéticas e fenotípicas entre características lineares de tipo e produção de leite em rebanhos da raça holandesa do estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte, MG: UFMG, Escola de Veterinária, 1999. 51p. Dissertação (Mestrado).

ESTEVES, A.M.C.; BERGMANN, J.A.G.; DURÃES, M.C.; COSTA, C. N.; SILVA, H. M. Correlações genéticas e fenotípicas entre características de tipo e produção de leite em bovinos da raça Holandesa. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.4, p.529-535, 2004.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Trad. de M.A. Silva e J.C. Silva. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ, 1987. 297 p.

FATEHI, J.; STELLA, A.; SHANNON, J. J.; BOETTCHER, P. J. Genetic Parameters for Feet and Leg Traits Evaluated in Different Environments. **J. Dairy Sci.**, v.86, p.661-666, 2003.

FREITAS, A. F.; TEIXEIRA, N. M.; DURÃES, M. C.; FREITAS, M. S.; BARRA, R. B. Parâmetros genéticos para características lineares de úbere, escore final de tipo, produção de leite e produção de gordura na raça Holandesa. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.54, n.5, 2002.

FUERST C. Genetic Analysis of Temperament in Simmental Dual Purpose Cattle. **8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Belo Horizonte, MG, Brasil: 2006.

HARRIS, B. L.; FREEMAN, A. E.; YETZGER, E. Genetic and Phenotypic Parameters for Type and Production in Guernsey Dairy Cows. **J. Dairy Sci.,** v.75, p.1147-1153, 1992.

KADARMIDEEN, H. N.; WEGMANN, S. Genetic Parameters for Body Condition Score and its Relationship with Type and Production Traits in Swiss Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v.86, p.3685-3693, 2003.

KLASSEN, D. J.; MONARDES, H. G.; JAIRATH, L.; CUE, R. L.; HAYES, J. F. Genetic Correlations Between Lifetime Production and Linearized Type in Canadian Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v.75, p.2272-2282, 1992.

MEYER, K., BROTHERSTONE, S., HILL, W. G., EDWARDS, M. R. Inheritance of linear traits in dairy cattle and correlations with milk production. **Animal Production**, v.44, n.1, p.1-10, 1987.

MISZTAL, I.; LAWLOR, T.J.; SHORT, T.H. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. **J. Dairy Sci.**, v.75, p.544-551, 1992.

MIZTAL, 2002. Disponível em: <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/>. Acesso em: 01/03/2008.

MRODE, R.A.; SWANSON, G.J.T. Genetic and phenotypic relationships between conformation and production traits in Ayrshire heifers. **Anim. Prod**., v.58, p.335-338, 1994.

PÉREZ-CABAL, M. A.; ALENDA R.. Genetic relationships between lifetime profit and type traits in Spanish Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, v.85, p.3480-3491, 2002.

PÉREZ-CABAL, M. A.; GARCÍA, C.; GONZÁLEZ-RECIO, O.; ALENDA, R. Genetic and Phenotypic Relationships Among Locomotion Type Traits, Profit, Production, Longevity, and Fertility in Spanish Dairy Cows. **J. Dairy Sci.**, v.89, p.1776-1783, 2006.

RENNÓ, F. P.; ARAÚJO, C. V.; PEREIRA, J. C.; FREITAS, M. S.; TORRES, R. A.; RENNÓ, L. N.; AZEVÊDO, A. G.; KAISER, F. R. Correlações Genéticas e Fenotípicas entre Características de Conformação e Produção de Leite em Bovinos da Raça Pardo-Suíça no Brasil. **Rev. Bras. Zootec.**, v.32, p.1419-1430, 2003.

ROGERS, G. W.; MCDANIEL, B.T. The usefulness of selection for yield and functional type traits. **J. Dairy Sci.**, v. 72, p.187-193, 1989.

RUPP, R.; BOICHARD, D. Genetic Parameters for Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, Production, Udder Type Traits, and Milking Ease in First Lactation Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v. 82, p.2198-2204, 1999.

SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Licensed to EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-EMBRAP. **SAS system for linear models.** 2003.

SCHNEIDER, M. del P.; DURR, J. W.; CUE, R. I.; MONARDES, H. G. Impact of type traits on functional herd life of Quebec Holsteins assessed by survival analysis. **J. Dairy Sci.**, v.86, p.4083-4089, 2003.

SHORT, T.H.; LAWLOR, T.J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v.75, p.1987-1998, 1992.

TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. S.; MARTINEZ, M. L.; CRUZ, M.; PAULA, L. R. O.; CAMPOS, J. P. Estudo de Características do Sistema Mamário e suas Relações com a Produção de Leite em Vacas da Raça Gir. **Rev. Bras. Zootec., v.**29, p.131-135, 2000.

THOMPSON, J.R.; LEE, K.L.; FREEMAN, A.E. Evaluation of linearized type appraisal system for Holstein cattle. **J. Dairy Sci.**, v.66, p.325-331, 1983.

TSURUTA, S.; MISZTAL, I.; LAWLOR, T. J. Genetic Correlations Among Production, Body Size, Udder, and Productive Life Traits Over Time in Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v.87, p.1457-1468, 2004.

VAN VLECK, L. D.; NORMAN, H. D. Association of Type Traits with Reasons for Disposal. **J. Dairy Sci.**, v.55, p.1698-1705, 1972.

VANRADEN, P.M.; KLAASKATE, E.J.H. Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. **J. Dairy Sci**, v.76, p.2758-2764, 1993.

VERNEQUE, R.S.; PEIXOTO, M.G.C.D.; VERCESI FILHO, A.E.; MACHADO, M.A.; DA SILVA, M.V.G.B.; FERNANDES, A.R.; MACHADO, C.H.C. 2008. **Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro – Sumário Brasileiro de Touros – Resultado do Teste de Progênie** – Maio 2008. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. 64 p. (Documento 124).

WALL, E.; WHITE, I. M. S.; COFFEY, M. P.; BROTHERSTONE, S. The Relationship Between Fertility, Rump Angle, and Selected Type Information in Holstein-Friesian Cows. **J. Dairy Sci.**, v. 88, p. 1521-1528, 2005.

WARNICK, L. D.; JANSSEN, D.; GUARD, C. L.; GROHN, Y. T. The effect of lameness on milk production in dairy cows. **J. Dairy Sci.** v.84, p.1988-1997, 2001.

WENCESLAU, A. A. **Estudo de medidas de conformação e suas relações com características produtivas e reprodutivas em vacas da raça Gir leiteiro.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

WENCESLAU, A. A.; LOPES, P. S.; TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. S.; EUCLYDES, R. F.; FERREIRA, W. J.; SILVA, M. A. Estimação de Parâmetros

Genéticos de Medidas de Conformação, Produção de Leite e Idade ao Primeiro Parto em Vacas da Raça Gir Leiteiro. **Rev. Bras. Zootec.,** v. 29, p.153-158, 2000.

WIGGANS, G. R.; N. GENGLER, N.; WRIGHT, J. R. Type trait (co)variance components for five dairy breeds. **J. Dairy Sci.,** v.87, p.2324-2330, 2004.

WIGGANS, G. R.; THORNTON, L. L. M.; NEITZEL, R. R.; GENGLER, N. Genetic Parameters and Evaluation of Rear Legs (Rear View) for Brown Swiss and Guernseys. **J. Dairy Sci.**, v.89, p.4895-4900, 2006.

WINKLER, R. **Tamanho corporal e suas relações com algumas características reprodutivas em fêmeas bovinas adultas da raça Guzerá.** Belo Horizonte: UFMG, 1993. 116p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal).