

AMAURI ARIAS WENCESLAU

ESTUDO DE MEDIDAS DE CONFORMAÇÃO E SUAS RELAÇÕES
COM CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS
EM VACAS DA RAÇA GIR LEITEIRO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia,
para obtenção do título de “Magister
Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
FEVEREIRO - 1998

AMAURI ARIAS WENCESLAU

ESTUDO DE MEDIDAS DE CONFORMAÇÃO E SUAS RELAÇÕES
COM CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS
EM VACAS DA RAÇA GIR LEITEIRO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA : 25 de julho de 1997.

Prof. Martinho de Almeida e Silva
(Conselheiro)

Dr. Rui da Silva Verneque
(Conselheiro)

Dr. Roberto Luiz Teodoro

Prof. Ricardo Frederico Euclides

Prof. Paulo Sávio Lopes
(Orientador)

Aos meus pais, Maurício e Amália.

À minha irmã, Maria Elisa.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Professor Paulo Sávio Lopes, pela orientação e amizade.

Aos Professores Martinho de Almeida e Silva e Ricardo Frederico Euclides, pelos ensinamentos transmitidos e pelas críticas e sugestões apresentadas.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA, pela cessão dos dados e equipamentos usados neste trabalho.

Aos pesquisadores da área de Melhoramento Animal, especialmente ao Dr. Rui da Silva Verneque, pela segura co-orientação, pelos ensinamentos e pela amizade; ao Dr. Roberto Luiz Teodoro, pela confiança, pelas sugestões e pela amizade; e aos Drs. Mário Luiz Martinez e Álvaro Matos Lemos, pelos conselhos e pelo convívio.

Ao grande amigo William José Ferreira, pelo apoio e incentivo.

Aos técnicos agrícolas, estagiários e funcionários da EMBRAPA - Gado de Leite, pelo companheirismo nas mensurações dos animais.

Aos colegas do curso de Mestrado, especialmente Paulo Bonomo, Alan, Alex, Domingos, Rogério, Júlio, Paulo, Jaime, Adriana e Margarida, pelo companheirismo e apoio.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Amauri Arias Wenceslau, filho de Maurício Wenceslau e Amália Aria Wenceslau, nasceu em São Paulo, SP, em 2 de março de 1969.

Iniciou o curso de Zootecnia em 1988, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, onde graduou-se em 1991.

Em 1992, trabalhou com assistência técnica em fazenda de gado de leite.

No período de março de 1993 a fevereiro de 1995, foi bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA, na área de Melhoramento Animal.

Em março de 1995, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Melhoramento Animal, na Universidade Federal de Viçosa.

Em 25 de julho de 1997, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Idade ao primeiro parto	3
2.2. Características produtivas	6
2.2.1. Produção de leite	7
2.2.2. Período de lactação	10
2.3. Características de conformação	13
2.4. Herdabilidades	15
2.4.1. Idade ao primeiro parto	15
2.4.2. Produção de leite	16
2.4.3. Período de lactação	18
2.4.4. Características de conformação	19
2.5. Correlações genéticas, fenotípicas e de meio ambiente	20
2.5.1. Correlações entre características de produção	21
2.5.2. Correlações entre características de conformação	21

	Página
2.5.3. Correlações entre características de conformação e produção de leite	22
2.5.4. Correlações entre características de produção e idade ao primeiro parto	24
2.5.5. Correlações entre características de conformação e idade ao primeiro parto	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Descrição da raça Gir	26
3.2. Descrição dos dados	27
3.2.1. Características reprodutiva	28
3.2.2. Características produtivas	28
3.2.3. Característica de conformação	28
3.3. Descrição dos arquivos	29
3.4. Modelos utilizados para análise dos efeitos de meio ambiente ..	30
3.5. Estimação de componentes de variância e covariância e de parâmetros genéticos	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Efeitos de meio sobre as características produtivas, reprodutivas e de conformação	36
4.2. Estimativas de componentes de variância e covariância e de parâmetros genéticos	44
5. RESUMO E CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE	69

EXTRATO

WENCESLAU, Amauri Arias, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 1998. **Estudo de medidas de conformação e suas relações com características produtivas e reprodutivas em vacas da raça Gir leiteiro.** Orientador: Paulo Sávio Lopes. Conselheiros: Martinho de Almeida e Silva e Dr. Rui da Silva Verneque.

Foram utilizados 573 registros zootécnicos de vacas primíparas da raça Gir Leiteiro para estimar os componentes de covariância das características de conformação, produção de leite em até 305 dias de lactação (PLEI), duração da lactação (DURLAC) e idade ao primeiro parto (IPP) pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML). Esses componentes foram utilizados no cálculo dos coeficientes de herdabilidade e nas correlações genéticas, fenotípicas e residuais. Para análise dos efeitos de meio sobre as características estudadas, foi empregado o Método Henderson III. As medidas de conformação, circunferência torácica (CTOR), altura na garupa (AG), comprimento corporal (CC), comprimento de garupa (CG), largura nos ísqueos (LIS) e nos íleos (LIL), comprimento de tetas (CT), diâmetro de tetas (DT) e altura de úbere (AU) foram realizadas em vacas à primeira lactação, com idade média de 4,05 anos. As médias de mínimos quadrados e as respectivas herdabilidades foram $2.865,43 \pm 62,49$ kg e 0,28 para PLEI, $289,45 \pm 3,99$ dias e 0,19 para DURLAC, $1.382,22 \pm 15,95$ dias e 0,56 para IPP. Com relação às características de conformação as estimativas foram as seguintes: $171,04 \pm 0,44$ cm e 0,23 para CTOR, $134,95 \pm 0,24$ cm e 0,37 para AG, $97,20 \pm 0,33$ cm e 0,11 para CC, $39,67 \pm 0,12$ cm e 0,32 para CG, $17,00 \pm 0,12$ cm e 0,48 para LIS, $45,46 \pm 0,17$ cm e 0,24 para LIL, $6,90 \pm 0,09$ cm e 0,46 para CT, $3,31 \pm 0,03$ cm e 0,07 para DT e $63,07 \pm 0,23$ cm e 0,35 para AU. As estimativas de herdabilidades, com exceção

daquelas obtidas para CC e DT, indicam que é possível obter resposta à seleção para estas características. As correlações genéticas (\hat{r}_g) e fenotípicas (\hat{r}_p) entre PLEI e DURLAC foram ($\hat{r}_g=0,84$, $\hat{r}_p=0,68$), entre PLEI e IPP ($\hat{r}_g=0,49$, $\hat{r}_p=0,18$) e entre DURLAC e IPP ($\hat{r}_g=0,66$, $\hat{r}_p=0,31$). As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre as características de tamanho corporal foram: CTOR-AG (0,68; 0,43), CTOR-CC (0,49; 0,15), CTOR-CG (0,68; 0,43), CTOR-LIS (0,13; 0,17), CTOR-LIL (0,63; 0,51), AG-CC (0,60; 0,29), AG-CG (0,53; 0,46), AG-LIS (0,34; 0,22), AG-LIL (0,63; 0,33), CC-CG (0,09; 0,16), CC-LIS (0,27; 0,16), CC-LIL (0,42; 0,20), CG-LIS (-0,13; 0,11), CG-LIL (0,26; 0,31) e LIS-LIL (0,36; 0,14). As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre as características de sistema mamário foram: CT-DT (0,66, 0,55), CT-AU (0,08; 0,06) e DT-AU (0,24; -0,05). As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre PLEI e as características de conformação foram: PLEI-CTOR (-0,37; 0), PLEI-AG (-0,62; 0,02), PLEI-CC (-0,52; -0,02), PLEI-CG (-0,33; 0,07), PLEI-LIS (-0,26; -0,01), PLEI-LIL (-0,15; 0,09), PLEI-CT (-0,08; 0,06), PLEI-DT(-0,12; 0,16) e PLEI-AU (-0,69; -0,25). As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre IPP e as características de tamanho corporal foram: IPP-CTOR (-0,05; 0,04), IPP-AG (-0,37; -0,07), IPP-CC (0,25; 0,10), IPP-CG (-0,06; 0,09), IPP-LIS (-0,45; -0,10) e IPP-LIL (-0,06; -0,07). Os resultados do estudo mostraram que as \hat{r}_g entre produção de leite e características de conformação foram moderadas e negativas; enquanto que as \hat{r}_g entre idade ao primeiro parto e características de tamanho corporal variaram muito, limitando as conclusões a respeito.

ABSTRACT

WENCESLAU, Amauri Arias, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February of 1998. **Study of conformation measures and its relations with productive and reproductive traits in lactating Gir cows.** Adviser: Paulo Sávio Lopes. Committee Members: Martinho de Almeida e Silva and Dr. Rui da Silva Verneque.

Data from 573 primiparous lactating Gir cows were used to estimate the (co)variance components of conformation, milk production, milk production up to 305 days of lactation (PLEI), lactation length (DURLAC) and age at first calving (AFC) traits by REML method. These components were used to calculate heritability coefficients and genetic, phenotypic and residual correlations. For the analysis of environment effects on the studied traits, Henderson III method was used. The conformation, heart girth (HG), croup height (CH), body length (BL), croup length (CL), width in the isqueo (WIS) and ileum (WIL), teats length (TL), teats diameter (TD) and udder height (UH) measures were realized in the cows at first lactation, averaging 4.05 years. The least square means and respective heritabilities were the following: 2,865.43±62.49 kg and 0.28 for PLEI, 289.45±3.99 days and 0.19 for DURLAC, 1,382.22±15.95 days and 0.56 for AFC. For the conformation traits, the estimates were 171.04±0.44 cm and 0.23 for TORC, 134.95±0.24 cm and 0.37 for CH, 97.20±0.33 cm and 0.11 for BL, 39.67±0.12 cm and 0.32 for CL, 17.00±0.12 cm and 0.48 for WIS, 45.46±0.17 cm and 0.24 for LIL, 6.90±0.09 cm and 0.46 for TL, 3.31±0.03 cm and 0.07 for TD and 63.07±0.23cm and 0.35 for UH. The heritability estimates, except for those obtained for BL and TD, indicate that it is possible to obtain response to selection for these traits. The genetic (\hat{r}_g) and phenotypic (\hat{r}_p) correlations between PLEI and DURLAC were ($\hat{r}_g=0.84$, $\hat{r}_p=0.68$) between

PLEI and AFC ($\hat{r}_g=0.49$, $\hat{r}_p=0.18$) and between DURLAC and SFC ($\hat{r}_g=0.66$, $\hat{r}_p=0.31$). The \hat{r}_g and \hat{r}_p among body length traits were: HG-CH (0.68, 0.43), HG-BL (0.49, 0.15), HG-CL (0.68, 0.43), HG-WIS (0.13, 0.17), HG-WIL (0.63, 0.51), CH-BL (0.60, 0.29), CH-CL (0.53, 0.46), CH-WIS (0.34, 0.22), CH-WIL (0.63, 0.33), BL-CL (0.09, 0.16), BL-WIS (0.27, 0.16), BL-WIL (0.42, 0.20), CL-WIS (-0.13, 0.11), CL-WIL (0.26, 0.31) and WIS-WIL (0.36, 0.14). The \hat{r}_g and \hat{r}_p among mammary system traits were: TL-TD (0.66, 0.55), TL-UH (0.08, 0.06) and TD-UH (0.24, -0.05). The \hat{r}_g and \hat{r}_p between PLEI and conformation traits were: PLEI-HG (-0.37, 0), PLEI-CH (-0.62, 0.02), PLEI-BL (-0.52, -0.02), PLEI-CL (-0.33, 0.07), PLEI-WIS (-0.26, -0.01), PLEI-WIL (-0.15, 0.09), PLEI-TL (-0.08, 0.06), PLEI-TD (-0.12, 0.16) and PLEI-UH (-0.69, -0.25). The \hat{r}_g and \hat{r}_p between AFC and body length traits were: AFC-HG (-0.05, 0.04), AFC-CH (-0.37, -0.07), AFC-BL (0.25, 0.10), AFC-CL (-0.06, 0.09), AFC-WIS (-0.45, -0.10) and AFC-WIL (-0.06, -0.07). Results of this study showed that the \hat{r}_g between milk production and conformation traits were moderate and negative, whereas the \hat{r}_g between age at first calving and body length varied, showing restrict conclusions for these one.

1. INTRODUÇÃO

Levantamentos efetuados pelo Ministério da Agricultura Norte-Americano, o United States Department of Agriculture (USDA), indicam que a produção de leite no Brasil vem crescendo na década de 90. A justificativa apresentada para esse crescimento é a maior média de produção por vaca e o incremento de produção em áreas não tradicionais.

Realmente, o potencial de crescimento da produção de leite no País é muito grande, uma vez que o Brasil possui um clima favorável para produção de alimentos, seja grãos, seja volumosos, e é privilegiado por sua grande extensão territorial, mas, em consequência da ausência de uma política específica para o setor leiteiro e devido à pouca adoção de tecnologias como rebanhos especializados, equipamentos para ordenha, nutrição adequada e manejo correto de rebanho, a produtividade ainda é baixa, quando comparada aos índices alcançados nos países de clima temperado.

O aumento da produtividade dos rebanhos passa, necessariamente, pela seleção de animais de alto valor genético, adaptados às condições de meio ambiente do País, tornando a exploração econômica e racional.

Sabendo-se da importante participação das raças zebuínas na pecuária brasileira, já que são numerosos os rebanhos zebus e azebuados explorados para leite, e sendo a raça Gir a mais utilizada nos cruzamentos com as raças européias especializadas para produção de leite, na obtenção de mestiços, apresentando animais com grande capacidade produtiva, cresce a necessidade do desenvolvimento de maior número de atividades de pesquisa que esclareçam o potencial produtivo dessa raça. Alguns desses rebanhos vêm sendo submetidos ao Programa Nacional de Melhoramento Genético da Raça Gir, conduzido pelo

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em parceria com a Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro (ABCGIL), que objetiva a seleção para a produção de leite e apresenta como uma das ações de pesquisa um programa de teste de progênie de touros jovens.

Sendo a produção de leite, em geral, a característica mais importante em um programa de melhoramento de gado leiteiro, é necessário estudar a sua associação com outras características, bem como analisar como estas se comportam quando a seleção é praticada para leite. As características reprodutivas são um exemplo, já que a reprodução normal e regular em gado de leite é muito importante, uma vez que a lactação se inicia com o parto. O sucesso reprodutivo tem sido estudado por várias medidas de fertilidade, destacando-se a idade ao primeiro parto e o intervalo de partos.

Características como tamanho corporal, conformação e tamanho de úbere, tetas e pernas devem merecer atenção desde que venham maximizar a vida produtiva do animal, evitando descartes precoces por problemas, como de aprumos e ligamentos, dentre outros. A seleção para características de tipo, ou seja, baseada no exterior do animal, é eficiente quando se está interessado na preservação dos padrões raciais. Grande parte da literatura a respeito desse assunto, a maioria de trabalhos realizados em clima temperado, conclui que o valor da seleção fenotípica com base em características de conformação, como instrumento para promover o progresso genético em características produtivas e reprodutivas, têm valor limitado, em consequência da baixa correlação genética entre caracteres morfológicos, reprodutivos e produtivos, da grande influência do meio ambiente e da ação gênica não aditiva.

São escassos os trabalhos técnicos publicados sobre esse assunto em condições tropicais. A maioria refere-se a raças leiteiras especializadas, originadas de países de clima temperado, por isso há necessidade de estudos que analisem de maneira mais criteriosa as características de conformação dos zebuínos e a associação com características produtivas e reprodutivas, permitindo que sejam desenvolvidas bases para o seu melhoramento genético, auxiliando a seleção e orientando sistemas de acasalamentos, na tentativa de promover o aumento da produtividade e corrigir possíveis defeitos apresentados pelos bovinos em processo de seleção.

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de estimar, por meio do REML, correlações genéticas e fenotípicas entre características de conformação, idade ao primeiro parto, produção de leite e duração da lactação de vacas da raça Gir, criadas em clima tropical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As características produtivas, reprodutivas e de conformação em gado leiteiro possuem herança quantitativa, envolvendo muitos pares de genes, sendo a expressão fenotípica dessas influenciada pelos fatores de meio ambiente, como ano, mês ou estação, idade ou ordem de parto, estágio da gestação e manejo praticado.

Ao se estudarem estas características, é necessário que os fatores de meio sejam identificados, permitindo estimar os parâmetros genéticos ajustados para estes efeitos fixos.

2.1. Idade ao primeiro parto

As características reprodutivas são importantes tanto pelo efeito direto sobre a rentabilidade da exploração pecuária como pela limitação que pode impor à prática da seleção, que é a base dos programas de melhoramento.

Segundo LUSH (1945), a eficiência reprodutiva é o resultado líquido de uma complexa relação de fatores genéticos e de meio ambiente.

A idade ao primeiro parto é uma das formas de avaliação da fertilidade de um sistema de criação e está relacionada com o intervalo de gerações e com a vida útil ou produtiva do animal. A idade à primeira parição reflete a precocidade da vaca para se reproduzir. Quanto mais antecipada for, melhor será a eficiência reprodutiva, com aumento dos números de bezerros e de lactações durante a vida útil produtiva da vaca e redução dos custos de manutenção de novilhas improdutivas dentro do rebanho.

LÔBO (1980) atribui a idade tardia ao primeiro parto das vacas criadas em condições tropicais e ao atraso na idade à puberdade, provocado pelas deficiências nutricionais e, ou, falhas no manejo reprodutivo. A idade tardia ao primeiro parto, em razão do estabelecimento, pelo criador, de idade ou peso mínimo à primeira cobertura das novilhas, foi verificada por (VACCARO, 1975; LÔBO e DUARTE, 1977; ANDRADE et al., 1977).

No Brasil, RAMOS et al. (1982), COELHO et al. (1982) e OLIVEIRA FILHO et al. (1985) observaram que esta idade ocorreu em média aos 50 meses em rebanhos de vacas Gir exploradas para leite.

Na Índia, SOLANKI et al. (1976), estudando os dados de três rebanhos Gir, encontraram idade média ao primeiro parto igual a 50,7 meses.

Verifica-se que a idade ao primeiro parto na raça Gir (Quadro 1) tem valores bastante elevados e com grande variação; todavia, vários estudos mostram que a melhoria das condições de manejo e, principalmente, de alimentação reduz muito a idade à primeira cria. SILVA (1971) verificou que a média da idade ao primeiro parto em vacas da raça Guzerá, criadas extensivamente, foi de 46,7 meses. Quando os animais passaram a receber alimentação suplementar na época seca, além da mineralização durante o ano inteiro, esta média baixou para 37,5 meses.

Quadro 1 - Médias de idade ao primeiro parto e coeficientes de variação (CV) em estudos realizados com a raça Gir, em diferentes localidades, segundo autor e número de observações (N)

Autor	N	Média (meses)	CV (%)	Localidade
ODEDRA et al. (1978b)	262	61,45	19,60	Índia
COELHO (1981)	340	48,68	31,50	PB
CAMPOS et al. (1981)	161	41,67	15,08	SP
RAMOS (1984)	1954	47,81	19,09	SP/MG/RJ
LEITE et al. (1986)	129	40,80	-	PB
BENINTENDI et al. (1988)	326	60,49	27,00	SP
QUEIROZ et al. (1992)	3.492	49,00	-	SP/MG/RJ/PB
SOUZA et al. (1995)	3.298	46,40	11,86	SP/MG/RJ/PB

São muitas as variáveis que podem influenciar a idade ao primeiro parto, além da variação de origem genética. Estudos têm mostrado as influências de vários fatores de meio, como o rebanho, o ano ou período de nascimento e o mês ou estação de nascimento sobre a idade ao primeiro parto.

Efeito significativo de rebanho sobre a idade ao primeiro parto foi observado no Brasil, em animais da raça Gir, por RAMOS (1984). SOUZA et al. (1995b), trabalhando com os mesmos rebanhos deste trabalho, encontraram efeito significativo para tal influência. Na Índia, DUTT e TOMAR (1972) também relataram diferenças significativas entre rebanhos da raça Haryana.

O efeito de rebanho deve-se, principalmente, a diferenças de manejo, como alimentação, sanidade e técnicas reprodutivas específicas utilizadas em cada rebanho.

A influência do mês ou da estação de nascimento sobre a idade ao primeiro parto tem sido estudada por vários pesquisadores na raça Gir. A maioria dos autores não têm encontrado efeito significativo, dentre eles, citam-se: SILVA (1971), CAMPOS et al. (1981), COELHO (1981), RAMOS (1984), OLIVEIRA FILHO et al. (1985) e SOUZA et al. (1995b).

O efeito de ano de nascimento sobre a idade ao primeiro parto reflete as variações ambientais observadas ao longo dos anos, como alteração na disponibilidade de alimento forrageiro e no próprio manejo adotado durante as diversas fase de crescimento das novilhas. Entre os trabalhos de pesquisa executados no Brasil que relataram efeito significativo do ano de nascimento sobre a idade ao primeiro parto estão os de FERREIRA e VIANA (1981), COELHO (1981), CAMPOS et al. (1981), RAMOS (1984), OLIVEIRA FILHO et al. (1985) e SOUZA et al. (1995b), em animais da raça Gir; BALIEIRO (1976) e MIRANDA et al. (1986), na raça Guzerá; e PARANHOS (1982), na raça Nelore.

No Quadro 2 são apresentados alguns valores médios de idade ao primeiro parto em fêmeas de diferentes raças zebuínas.

Quadro 2 - Médias de idade ao primeiro parto em fêmeas de raças zebuínas, segundo autor

Autor	raça	Média (meses)
TABARELLI NETO et al. (1965)	Indubrasil	42,70
PIRES et al. (1967)	Guzerá	46,90
SILVA (1971)	Guzerá	46,70
BALAINÉ (1971)	Hariana	58,70
DUTT e TOMAR (1972)	Hariana	44,16
NGERE et al. (1973)	Hariana	51,00
CONTRERAS RABELO (1974)	Indubrasil	47,48
OLIVEIRA FILHO (1974)	Nelore	39,40
BALIEIRO et al. (1976)	Guzerá	44,20
PIRES et al. (1977)	Guzerá	46,70
ANDRADE et al. (1977)	Guzerá	46,00
MARIANTE e HARGROVE (1979)	Nelore	40,30
GUPTA e BHATNAGAR (1979)	Tharparkar	38,02
FERREIRA et al. (1981)	Zebu	38,80
CAMPOS et al. (1981)	Guzerá	39,70
BHATNAGAR et al. (1983)	Sahiwal	41,60
MIRANDA et al. (1986)	Guzerá	38,00

2.2. Características produtivas

A produção de leite, em regime extensivo, em zonas tropicais constitui desafio por não existir uma raça de gado de alta produção leiteira adaptada às condições de clima quente, às pastagens com valores nutritivos baixos e à maior incidência de doenças e parasitos.

Na Índia, país de clima tropical, algumas raças zebuínas são exploradas para leite, por ser este um produto de origem animal consumido pelo povo indiano, ressaltando-se que a raça Gir se destaca na produção de leite entre as raças Sahiwal e Red Sindhi, consideradas leiteiras, e entre as raças Tharparkar, Hariana e Kankrej, consideradas de dupla utilidade: produção de leite e de trabalho.

No Quadro 3, são apresentadas as médias de produção de leite por lactação de algumas raças zebuínas.

Quadro 3 - Médias de produção de leite por lactação em algumas raças zebuínas criadas em países tropicais, segundo o autor

Autor	raça	Média (kg)
BALAINÉ (1971)	Hariana	1.588,60
GUPTA e BHATNAGAR (1979)	Tharparkar	2.428,80
GHOSE et al. (1980)	Sahiwal	2.306,35
GHOSE et al. (1980)	Red Sindhi	1.993,00
BHATNAGAR et al. (1983)	Sahiwal	2.124,00
RAMOS (1984)	Gir	2.513,00

No Brasil, a raça Gir já vem sendo selecionada para produção de leite, e, em 1985, iniciou-se o programa delineado de melhoramento genético desta raça com o teste de progênie.

2.2.1. Produção de leite

Para estabelecer planos de melhoramento genético adequados, na tentativa de aumentar a produtividade de leite, é necessário identificar e quantificar os fatores genéticos e de meio ambiente que influenciam as variações nas produções de leite nas raças bovinas, nos indivíduos de uma mesma raça e nos rebanhos.

A produção de leite nas raças zebuínas e os fatores que influenciam esta produção têm sido estudados por vários pesquisadores, dentre eles SILVA et al. (1976).

SOLANKI et al. (1976) e ODEDRA et al. (1978a), na Índia, estudando as lactações de 224 e 262 vacas da raça Gir, encontraram as médias de 1.538,00 e 1.804,32 kg de leite, respectivamente.

QUEIROZ et al. (1992), estudando 11.982 lactações de nove rebanhos da raça Gir, encontraram uma média observada de $2.577 \pm 8,6$ kg de leite. A média da produção de leite ajustada para alguns fatores de meio foi de 2.629 ± 15 kg.

MAGNABOSCO et al. (1993) observaram que as produções de leite na primeira e na segunda lactação variaram entre 2.000,00 e 3.000,00 kg de leite em vacas Gir.

MELLO (1994), trabalhando com 681 primeiras lactações em um rebanho da raça Gir, referentes ao período de 1962 a 1992, obteve, para produção total de leite e produção de leite até 305 dias, as seguintes estimativas de médias: 2.723,41±135,33 kg e 2.483,04±130,72 kg, respectivamente.

LEDIC (1994), trabalhando com vacas Gir no Brasil, relatou as seguintes produções médias por lactação: 2.665,80 e 3.198,00 kg de leite.

Resultados obtidos por outros autores encontram-se no Quadro 4.

Muitos estudos têm mostrado a influência da idade da vaca e, ou, ordem de parto sobre a produção de leite, indicando que a produção aumenta de acordo com a idade e, ou, ordem de parto, até atingir uma produção máxima, decrescendo depois em idades mais avançadas. As variações que ocorrem resultam de alterações anatomofisiológicas, coincidindo o desempenho máximo com a plena maturidade.

Quadro 4 - Médias e respectivos erros-padrão de produção de leite por lactação em estudos realizados com a raça Gir, no Brasil, segundo o autor

Autor	N	Média ± EP (kg)	CV (%)
REHFELD (1975)	1.147	1.945,40	31,60
ODEDRA et al. (1978a)	262	1.084,32 ± 22,54	37,40
VERNEQUE (1982)	871	3.027,68 ± 47,00	20,10
RAMOS et al. (1982)	2.104	2.657,84 ± 80,44	38,38
BENINTENDI et al. (1988)	326	1.814,80 ± 27,27	27,00
SANTOS et al. (1990)	1.049	1.255,00 ± 22,00	25,77
SOUZA (1991)	13.973	2.544,41 ± 34,89	22,00
LEDIC (1992)	1.045	2.057,69 ± 29,23	26,46
LÔBO et al. (1992)	1.971	2.788,00 ± 22,00	35,50
QUEIROZ et al. (1992)	11.982	2.629,00 ± 15,00	-

VERNEQUE (1982), estudando vacas da raça Gir, verificou que a idade da vaca ao parto e, ou, ordem de parto apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre a produção de leite. A produção máxima observada ocorreu em vacas com 129 meses de idade, correspondendo ao sexto parto. Resultados semelhantes foram relatados por MARTINS FILHO (1983) em vacas da raça Caracu.

SILVA et al. (1976), estudando os fatores que afetam a variação da produção de leite em vacas Gir no Brasil, relataram que a idade foi um fator importante e explicou 19% da variação da produção de leite.

COELHO et al. (1983a), estudando o rebanho Gir da Fazenda Experimental da EMBRAPA, em Umbuzeiro, PB, constataram que a produção máxima foi alcançada na quarta lactação. DAS e BALAINE (1980) verificaram em vacas da raça Harijana que a produção de leite se elevou com o aumento da ordem de parto, alcançando uma produção máxima na terceira lactação, quando as vacas atingiram a maturidade fisiológica.

ALBUQUERQUE et al. (1984) analisaram 1.094 lactações de vacas Gir, criadas em Cajuru, SP, e verificaram que o efeito quadrático da idade da vaca ao parto foi significativo ($P < 0,01$).

SHUKLA e PRASAD (1971), em um rebanho Gir na Índia, não encontraram efeito da idade na produção de leite à primeira lactação, ao passo que ODEDRA et al. (1978a), também na Índia, ao estudarem outro rebanho Gir, constataram efeito significativo.

Ao estudarem o efeito de rebanho sobre a produção de leite em vacas da raça Gir na Índia, SHUKLA e PRASAD (1971) não constataram efeito significativo; entretanto, DAS e BALAINE (1980), ao trabalharem com vacas da raça Harijana, encontraram tal efeito.

Outra causa de variação estudada sobre a produção de leite é o efeito da duração da lactação.

SHUKLA e PRASAD (1970), estudando 801 lactações obtidas de um rebanho Gir, encontraram efeito significativo; porém, NGERE et al. (1973), com 4.006 lactações de vacas da raça Harijana, também na Índia, verificaram que a duração da lactação não exercia efeito sobre a produção de leite.

REHFELD (1975) e SILVA et al. (1976), estudando zebuínos da raça Gir no Brasil, observaram que o efeito da duração da lactação explicava 73,3% e 60,0%, respectivamente, da variação total ocorrida na produção de leite.

VERNEQUE (1982) observou efeito significativo e alta correlação entre produção de leite e duração do período de lactação em vacas da raça Gir. Ainda no Brasil, COELHO et al. (1983a), estudando lactações de vacas da raça Gir, verificaram grande influência da duração da lactação sobre a produção de leite.

Dentre as variáveis estudadas, o período de lactação contribuiu com mais de 70% da variação total da produção de leite.

No estudo do ano de parto como causa de variação na produção de leite, RAMOS (1984) e VERNEQUE (1982), com rebanhos da raça Gir no Brasil, verificaram efeito significativo, resultado encontrado por ODEDRA et al. (1978) na Índia, também com vacas Gir. Entretanto, SILVA et al. (1976) e CARDOSO et al. (1982) não encontraram influência do ano de parto.

ALBUQUERQUE et al. (1984) verificaram este efeito e mencionaram que as diferenças entre as médias de produção segundo o ano de parto, naquele rebanho, tinham sido causadas, provavelmente, por diferenças climáticas, manejo e alimentação.

Considerando-se as estações e o mês de parto das vacas como causa de variação na produção de leite, DAS e BALAINE (1980), na Índia, com vacas da raça Harijana, verificaram que aquelas que pariram na primavera produziram mais leite, fato este não observado por TEIXEIRA (1974), SILVA et al. (1976) e VERNEQUE (1982) em rebanhos da raça Gir, no Brasil.

ALBUQUERQUE et al. (1984) observaram que o mês de parto afetou significativamente a produção de leite, e as maiores médias foram de vacas que pariram nos meses de dezembro e janeiro, que correspondem ao período de seca.

Entretanto, GONÇALVES (1994), em seu estudo sobre a forma da curva de lactação, analisou 3.639 lactações de vacas da raça gir, oriundas da mesma base de dados utilizada neste trabalho, e constatou que as lactações iniciadas na estação seca (abril a setembro) apresentaram produções de leite em até 305 dias de lactação superiores àquelas iniciadas na estação chuvosa (outubro a março).

2.2.2. Período de lactação

O período de lactação ideal e que tem sido considerado padrão para se medir a capacidade produtiva de uma vaca é de 305 dias, na expectativa de se obter uma alta produção por ano e em todos os anos, ou seja, uma lactação por ano, com um período de descanso ou seco entre uma lactação e outra de aproximadamente dois meses, tempo necessário para a recuperação anatomofisiológica do úbere da vaca.

Um grande problema em raças zebuínas é a curta duração da lactação. Segundo MADALENA (1988), as lactações curtas têm base genética, e já é bastante conhecido o fato de que as vacas zebras recusam-se a descer o leite na ausência do bezerro, mas as lactações curtas ocorrem também quando o estímulo do bezerro é usado.

As variações observadas no período de lactação são atribuídas a fatores genéticos e de meio ambiente.

Vários fatores de meio ambiente podem influenciar a duração do período de lactação. Os que têm merecido a atenção dos pesquisadores são ano, mês ou estação de parto, rebanho, idade da vaca ou ordem de parto.

Estudos sobre a duração média do período de lactação na raça Gir no Brasil encontraram médias entre 247 e 298 dias (Quadro 5).

SOLANKI et al. (1976) e ODEDRA et al. (1978a), na Índia, observaram período de lactação médio de 372 e 347 dias, respectivamente, em rebanhos da raça Gir.

CARDOSO et al. (1982), analisando o rebanho da raça Gir mantido na Estação Experimental de Zootecnia de Ribeirão Preto, SP, em um período de 15 anos (1966-80), encontraram um período médio de lactação de 270 ± 49 dias.

A duração média do período de lactação de vacas zebuínas varia também entre as raças (Quadro 6). Segundo JOSHI e PHILLIPS (1953), de maneira geral, esta média encontra-se abaixo de 300 dias.

Quadro 5 - Número de observações, duração média e respectivos coeficientes de variação do período de lactação em estudos realizados com a raça Gir no Brasil

Autor	N	Média (dias)	CV (%)
CORRÊA (1956)	117	247,00	32,30
TEIXEIRA (1974)	185	283,00	-
REHFELD (1975)	1.147	256,00	22,20
SILVA et al. (1976)	80	283,00	-
VERNEQUE (1982)	871	298,70	15,00
RAMOS (1984)	4.438	295,30	19,60
BENINTENDI et al. (1988)	326	283,00	13,00
QUEIROZ et al. (1992)	11.982	297,00	-
MAGNABOSCO et al. (1993)	3.987	285,00	14,00
SOUZA et al. (1995a)	13.973	286,00	21,00

Quadro 6 - Duração média do período de lactação em raças *Bos taurus indicus*, criadas em países tropicais, segundo o número de citações

raça	N	Média (dias)
Tharparkar	3	297,54
Hariana	13	276,40
Nagauri	3	277,48
Gir	15	279,25
Red Sindhi	8	286,81
Sahiwal	6	295,43
Guzerá	1	262,80

Fonte: Adaptação de RAMOS (1984).

O ano de parto é uma causa de variação da duração do período de lactação. REHFELD (1975), COELHO et al. (1983b), SANTOS et al. (1990) e SOUZA et al. (1995a), no Brasil, em animais da raça Gir, observaram efeito significativo de ano de parto.

O efeito da época, do mês ou da estação de parto na duração da lactação deve-se, principalmente, à variação na qualidade e quantidade de alimento oferecido ao animal, além das oscilações climáticas e de manejo que ocorrem no decorrer do ano, fato observado por QUEIROZ et al. (1992).

COELHO et al. (1983b) e SANTOS et al. (1990), trabalhando com um rebanho da raça Gir, encontraram efeito significativo do mês de parição sobre a duração da lactação.

SILVA et al. (1976) verificaram que os partos ocorridos nos meses da seca resultaram em lactações mais produtivas e com correspondentes durações médias mais longas. Essas tendências, possivelmente, devem-se ao fato de as vacas terem acumulado mais reservas durante a gestação.

DAS e BALAINE (1980), estudando os fatores não genéticos que afetavam características produtivas em rebanhos da raça Hariana, verificaram que as vacas que pariram na primavera tiveram um período de lactação maior em relação às que pariram no inverno e no verão.

Outra causa que pode alterar a duração da lactação é a idade da vaca por ocasião do parto ou a ordem do parto. SILVA et al. (1976), no Brasil, em vacas da raça Gir, verificaram que a duração da lactação aumentou significativamente com a idade. Resultado semelhante havia sido encontrado por NGERE et al. (1973), na Índia. BALIEIRO (1996) verificou que a idade da vaca ao parto apresentou efeito quadrático sobre o período de lactação em vacas mestiças das raças Holandesa e Gir, tendo o período máximo de lactação ocorrido no quinto parto.

2.3. Características de conformação

A finalidade principal da vaca leiteira é a produção de leite. Para isso, ela deve possuir potencial genético para produção, ser um animal forte e ideal em sua conformação e constituição, permitindo-lhe suportar o desgaste causado pelas altas produções. Esta conformação e constituição ideal que se procuram, em razão da produção anual e vitalícia (soma de todas as produções de leite da vida de uma vaca), é o que se pode denominar tipo leiteiro (KRUG et al., 1992).

As características tipo e tamanho em gado leiteiro têm sido estudadas há muito tempo por vários autores, principalmente em raças européias especializadas (TOUCHBERRY e LUSH, 1950; FREEMAN e ROACHE, 1961; BRUM e LUDWICK, 1969; CASSEL et al., 1973; MORRIS e WILTON, 1976; NORMAN et al., 1988; VANRADEN et al., 1990; HAGGER e HOFER, 1991; FUNK et al., 1991; BOLDMAN et al., 1992; ERF et al., 1992; MISZTAL et al., 1992; SHORT e LAWLOR, 1992; VISSCHER e GODDARD, 1995).

TEMPELMAN e BURNSIDE (1990) também estudaram a variação genética aditiva e não-aditiva de características de conformação em vacas Holandesas canadenses.

A grande maioria dos trabalhos consultados trata de estudos das características de conformação, segundo o sistema de classificação linear adotado pela Associação de Gado Holandês dos Estados Unidos, cujo sistema leva em conta as observações dos classificadores, em que são avaliadas as características descritivas lineares isoladamente, por meio de um extremo biológico ao outro, obedecendo uma escala de 1 a 50 pontos. Nesse método de avaliação com fins classificatórios, as situações intermediárias são, em geral, as que mais se aproximam da ideal e, portanto, são as desejáveis.

Em raças zebuínas leiteiras ainda não há uma metodologia de avaliação das características descritivas lineares, e também existem poucas informações sobre mensurações corporais e suas relações com características produtivas e

reprodutivas. Na literatura brasileira encontrou-se apenas um trabalho com medidas de tamanho corporal e suas relações com características reprodutivas na raça Guzerá (WINKLER, 1993).

A discussão sobre o tamanho ótimo para bovinos é constante, não existindo um consenso, porque não há um tipo ou tamanho ideal e mais vantajoso para todas as situações, pois as mudanças nas condições de produção alteram as preferências de tamanho (LISBOA e FERNANDES, 1987).

Segundo CARTWRIGHT (1979), a variabilidade em tamanho corporal entre e dentro de raças bovinas indica que não há diferenças claras de eficiência relacionadas ao tamanho, existindo um nicho ecológico e econômico para cada tamanho, dependendo das condições climáticas e de criação, sendo a variabilidade em tamanho um recurso genético útil, se usado e manejado corretamente, para aumentar a eficiência de produção.

O tamanho dos bovinos pode ser estudado mediante de mensurações corporais lineares do animal. Segundo NORTHCUTT et al. (1992), as mensurações corporais, como altura e comprimento, são mais precisas na determinação do tamanho na maturidade fisiológica que o peso, já que as características morfológicas não apresentam crescimento negativo, podendo o peso sofrer flutuações periódicas de acordo com nível nutricional.

TOUCHBERRY e LUSH (1950) relataram que a acurácia de mensurações corporais em rebanhos de bovinos leiteiros é alta, sendo o comprimento do animal a medida que apresenta menor acurácia.

HARVEY e LUSH (1952) já destacavam a importância do estudo de características de conformação corporal, como altura, comprimento, profundidade, além de conformação de úberes e tetas, associando-as com a produção de leite. BLAKE e McDANIEL (1978) verificaram que a conformação externa do úbere e das tetas da vaca leiteira são importantes fatores na eficiência da produção leiteira animal. Segundo HICKMAN (1964), as tetas curtas das vacas são mais favoráveis para a produção de leite do que as tetas longas.

São muitos os efeitos que podem influenciar as características de conformação, além da variação de origem genética. Estudos em vacas de leite em países de clima temperado têm mostrado as influências de vários fatores de meio, como rebanho, ano e estação de avaliação, idade ou ordem de parto, estágio da lactação e avaliador, dentre outros (WILCOX et al., 1958; RENNIE et al., 1971; NORMAN e VANVLECK, 1972).

A circunferência torácica é altamente correlacionada com o peso do animal e varia em razão do crescimento muscular (PRAJAPATI et al., 1991),

sendo influenciada por diversos fatores, incluindo ordem de parto, período de gestação e alimentação.

LUCAS et al. (1984) estudaram os efeitos de meio sobre as características de conformação em vacas da raça Holandesa, encontrando efeitos significativos da idade da vaca, do estágio da lactação e do classificador sobre algumas características de tipo. Fato também observado por FUNK et al. (1991).

NORTHCUTT et al. (1992), trabalhando com vacas da raça Angus encontraram efeitos significativos ($p < 0,01$) de rebanho, ano-mês e idade da vaca sobre o peso e a altura.

2.4. Herdabilidades

Nos indivíduos, apenas os valores fenotípicos podem ser medidos diretamente, mas é o valor genético do animal que determina sua influência na formação da geração seguinte. Por essa razão, a maior importância da herdabilidade no estudo genético dos caracteres quantitativos é o seu papel preditivo, expressando a confiabilidade do valor fenotípico como preditor do valor genético (FALCONER, 1981).

O conhecimento da herdabilidade das características é, portanto, fundamental na predição do valor genético, na formulação de programas de melhoramento genético e na predição da resposta esperada à seleção.

Na literatura, observam-se variações nas estimativas da herdabilidade para uma mesma característica. Isso deve-se aos diferentes métodos utilizados na estimação desse parâmetro e, principalmente, porque a herdabilidade é uma propriedade não apenas da característica, mas também da população e das circunstâncias ambientais a que os indivíduos são submetidos. Uma vez que o valor da herdabilidade depende da magnitude de todos os componentes de variância, uma mudança em qualquer dos componentes poderá afetá-la.

2.4.1. Idade ao primeiro parto

As estimativas de herdabilidades apresentadas para as características reprodutivas são baixas, indicando que a maioria da variação observada é devida aos efeitos de meio ambiente. Porém, os valores, médios a altos, encontrados na literatura para a estimativa de herdabilidade da idade ao primeiro parto em raças zebuínas, indicam uma variabilidade genética, devida talvez à menor seleção a que estas raças foram submetidas até hoje e também aos diferentes métodos empregados e ao pequeno número de informações utilizados nos trabalhos.

As estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto, no Brasil e em outros países, segundo a literatura consultada, variaram entre 0,04 e 0,87 (Quadro 7).

Quadro 7 - Estimativas de herdabilidade e respectivos erros-padrão ($\hat{h}^2 \pm EP$) da idade ao primeiro parto em raças zebuínas, segundo autor, raça, número de observações (N) e método de estimação (ME)

Autor	raça	N	($\hat{h}^2 \pm EP$)	ME
ODEDRA et al. (1978b)	Gir	262	0,86 \pm 0,35	CIMIP
ODEDRA et al. (1978b)	Gir	262	0,55 \pm 0,28	RFM
CAMPOS et al. (1981)	Gir	161	0,15 \pm 0,15	CIMIP
CAMPOS et al. (1981)	Guzerá	240	0,15 \pm 0,17	CIMIP
BHATNAGAR et al. (1983)	Sahiwal	580	0,07 \pm 0,10	CIMIP
RAMOS (1984)	Gir	1.954	0,38 \pm 0,11	CIMIP
MIRANDA et al. (1986)	Guzerá	256	0,47 \pm 0,23	CIMIP
DUARTE-ORTUÑO et al. (1988)	Zebu	288	0,13 \pm 0,09	RFM
SINGH et al. (1990)	Sahiwal	299	0,20 \pm 0,06	CIMIP
WINKLER (1993)	Guzerá	762	0,34 \pm 0,13	CIMIP
LEDIC (1993)	Gir	165	0,29 \pm 0,15	CIMIP
MELLO (1994)	Gir	-	0,54 \pm 0,17	-
SOUZA et al. (1995b)	Gir	2964	0,87 \pm 0,08	CIMIP

CIMIP = correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas.

RFM = regressão filha-mãe.

2.4.2. Produção de leite

As estimativas de herdabilidade para produção de leite são muito variadas. Na literatura consultada, a herdabilidade encontra-se entre 0,17

(SHUKLA e PRASAD, 1970) e 0,63 (ODEDRA et al., 1978a). RAMOS (1984) observou que a maioria das estimativas obtidas por diferentes autores encontra-se em torno de 0,35.

CARDOSO et al. (1982) e VERNEQUE (1982) obtiveram estimativas desse parâmetro no valor de 0,49 e 0,23, respectivamente, em rebanhos da raça Gir no Brasil. BHATNAGAR et al. (1983) e GANDHI e GURNANI (1995), na Índia, estudando rebanhos da raça Sahiwal, encontraram valores de herdabilidade de $0,25 \pm 0,12$ e $0,22 \pm 0,06$, respectivamente.

MELLO (1994), trabalhando com 681 primeiras lactações num rebanho de vacas da raça Gir, obteve, para produção total de leite e para produção de leite até 305 dias, as seguintes estimativas de herdabilidades: $0,38 \pm 0,15$ e $0,37 \pm 0,18$, respectivamente, enquanto ALBUQUERQUE (1996) encontrou os valores de 0,20; 0,12; e 0,19 na primeira, segunda e terceira lactações, nesta ordem, utilizando um modelo animal em suas análises.

No Quadro 8 estão listadas em ordem cronológica, segundo alguns autores, estimativas da herdabilidade para a produção de leite em raças zebuínas.

Quadro 8 - Estimativas de herdabilidade para produção de leite, segundo autor, país, raça, número de observações (N) e método de estimação (ME)

Autor	Local	raça	N	($\hat{h}^2 \pm EP$)	ME
SHUKLA e PRASAD (1970)	Índia	Gir	801	$0,17 \pm 0,13$	RFM
BALAINÉ (1971)	Índia	Hariana	619	$0,37 \pm 0,10$	RFM
ODEDRA et al. (1978a)	Índia	Gir	114	$0,33 \pm 0,26$	RFM
ODEDRA et al. (1978a)	Índia	Gir	220	$0,63 \pm 0,30$	CIMIP
VERNEQUE (1982)	Brasil	Gir	871	$0,23 \pm 0,09$	CIMIP
CARDOSO et al. (1982)	Brasil	Gir	-	$0,49 \pm 0,20$	CIMIP
BHATNAGAR et al. (1983)	Índia	Sahiwal	580	$0,25 \pm 0,12$	CIMIP
RAMOS (1984)	Brasil	Gir	13.471	$0,25 \pm 0,05$	CIMIP
SANTOS et al. (1990)	Brasil	Gir	1049	$0,37 \pm 0,13$	CIMIP
LEDIC (1992)	Brasil	Gir	1045	$0,37 \pm 0,13$	CIMIP
MAGNABOSCO (1993)	Brasil	Gir	3987	0,20	CIMIP
GANDHI e GURNANI (1995)	Índia	Sahiwal	-	0,22	CIMIP

CIMIP = correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas.

RFM = regressão filha-mãe.

2.4.3. Período de lactação

São poucos os trabalhos encontrados na literatura sobre estimativas de herdabilidade do período de lactação, em razão de a maioria dos autores usar a duração da lactação ajustada para 305 dias. Em geral, essas estimativas são baixas, indicando ser esta característica influenciada, principalmente, pelas condições de meio.

VERNEQUE (1982), estudando vacas da raça Gir, estimou a herdabilidade para o período de lactação em 0,26; porém, outros autores relataram valores próximos de zero, como GOGOI et al. (1993), $0,04 \pm 0,24$, e GANDHI e GURNANI (1995), $0,07 \pm 0,07$.

São apresentadas no Quadro 9 algumas estimativas de herdabilidade para período de lactação.

Quadro 9 - Estimativas de herdabilidade do período de lactação em raças zebuínas, segundo autor, raça, local e método de estimação (ME)

Autor	raça	Local	($\hat{h}^2 \pm EP$)	ME
SINGH e DESAI (1968)	Hariana	Índia	0,00	CIMIP
SHUKLA e PRASAD (1970)	Gir	Índia	0,00	RFM
SOLANKI et al. (1976)	Gir	Índia	0,32	CIMIP
VERNEQUE (1982)	Gir	Brasil	$0,26 \pm 0,09$	CIMIP
BHATNAGAR et al. (1983)	Sahiwal	Índia	$0,01 \pm 0,08$	CIMIP
RAMOS (1984)	Gir	Brasil	$0,08 \pm 0,02$	CIMIP
SANTOS et al. (1990)	Gir	Brasil	$0,02 \pm 0,04$	CIMIP
GANDHI e GURNANI (1995)	Sahiwal	Índia	0,07	CIMIP
SOUZA et al. (1995a)	Gir	Brasil	$0,23 \pm 0,05$	CIMIP

CIMIP = correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas.

RFM = regressão filha-mãe.

2.4.4. Características de conformação

Existem poucos estudos relacionados à estimação de herdabilidades de características de tipo e conformação em fêmeas zebuínas.

VIJ et al. (1990) estudaram características de tipo e sua influência na produção de leite em rebanhos da raça Tharparkar, sendo a estimativa de herdabilidade para altura de $0,55 \pm 0,22$.

No Brasil, WINKLER (1993) obteve valores elevados nas estimativas de herdabilidade de medidas corporais na raça Guzerá. Para circunferência torácica, altura de garupa e comprimento corporal, as estimativas de herdabilidades foram de 0,52; 0,69; e 0,41, respectivamente.

NAMJOSHI e KATPATAL (1983), trabalhando com vacas mestiças zebu \times europeu, encontraram estimativas de herdabilidade de 0,52; 0,11; e 0,41 de altura, comprimento corporal e circunferência torácica, respectivamente.

As estimativas de herdabilidades de características de tipo e mensurações corporais, na raça Holandesa, são estudadas há muito tempo, existindo uma vasta literatura a respeito (NORMAN e VAN VLECK, 1972; VARANDEN et al., 1990; KLASSEN et al., 1992; SHORT e LAWLOR, 1992; BOLDMAN et al., 1992). Existem evidências, na maioria dos trabalhos consultados, de que as herdabilidades para tais características são de magnitudes moderadas a altas.

TOUCHBERRY (1951) encontrou herdabilidades de 0,58 de comprimento corporal e 0,61 de circunferência torácica na raça Holandesa, enquanto FREEMAN e ROACHE (1961) estimaram herdabilidades de 0,74 de circunferência torácica e 0,84 de altura de cernelha também em vacas Holandesas.

HAGGER e HOFER (1991), trabalhando com vacas das raças Simental e Swiss Braunvieh, estimaram herdabilidades de altura e circunferência torácica, utilizando o método REML, encontrando estimativas de herdabilidades para as características entre 0,26 e 0,35 em ambas as raças.

KAWAHARA et al. (1996) estudaram dados de 74.784 vacas Holandesas e encontraram herdabilidade de 0,37 de altura, enquanto KLASSEN et al. (1992) e MISZTAL et al. (1992) encontraram herdabilidades da mesma característica na ordem de 0,48 e 0,42, respectivamente.

JAMROZIK et al. (1991) estimaram herdabilidades de várias características de conformação em vacas Holandesas canadenses, utilizando modelo animal e o método REML. As estimativas encontradas foram todas de moderadas a altas, evidenciando que a seleção massal pode levar a mudanças consideráveis nessas características.

SMOTHERS et al. (1993), em rebanhos Holandeses, estimaram herdabilidades de 0,36; 0,19; e 0,26 de altura, comprimento de garupa e largura de garupa, respectivamente.

HARRIS et al. (1992), em vacas leiteiras da raça Guernsey, estimaram herdabilidades de 0,32 de comprimento de teta e de 0,53 de altura de garupa, enquanto HIGGINS et al. (1980), com vacas Holandesas, relataram herdabilidades de 0,44 de comprimento de teta e 0,41 de altura de úbere. Já BATRA e McALLISTER (1984), estudando medidas de úbere em vacas de leite, encontraram herdabilidades de 0,48; 0,33; e 0,24 de comprimento e diâmetro de teta e altura de úbere, respectivamente.

VISSCHER e GODDARD (1995) estimaram herdabilidades de características de tipo em rebanhos das raças Holandesa e Jersey e, utilizando o método da máxima verossimilhança restrita (REML) em análise conjunta das características, verificaram que as estimativas de herdabilidades variaram entre 0,11 e 0,42.

2.5. Correlações genéticas, fenotípicas e de meio ambiente

A correlação genética entre duas características é, segundo PIRCHNER (1983), a correlação entre efeitos dos genes que as influenciam. FALCONER (1981) a define como correlação entre os valores genéticos de um indivíduo, para as características em consideração. A importância do seu estudo está no fato de que a seleção para determinada característica pode causar resposta em outras geneticamente correlacionadas.

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.

A ligação gênica 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.

A correlação de meio ambiente resulta do efeito simultâneo do ambiente sobre duas características, porém ela representa uma correlação residual, incluindo, além dos fatores de meio ambiente, aqueles causados por efeitos de dominância, da epistasia e da interação genótipo-ambiente.

A associação entre duas características que pode ser observada diretamente é a correlação de valores fenotípicos, ou correlação fenotípica, sendo ação combinada dos efeitos genéticos e ambientes.

As estimativas das correlações variam de -1,0 a 1,0. O sinal positivo ou negativo indica se as características correlacionadas são influenciadas geneticamente ou pelo ambiente no mesmo sentido ou em sentido contrário, respectivamente.

As correlações genéticas entre produção de leite e características reprodutivas e de conformação são ainda pouco estudadas em raças zebuínas. Na grande maioria da literatura consultada, estes estudos se referem a raças especializadas de origem européia, o que justifica as citações de trabalhos com raças européias.

2.5.1. Correlações entre características de produção

No estudo da correlação fenotípica entre produção de leite e a duração da lactação em vacas da raça Gir, SHUKLA e PRASAD (1970) encontraram o coeficiente de 0,58, enquanto BHATNAGAR et al. (1983) observaram o valor de 0,39 em vacas da raça Sahiwal.

SANTOS et al. (1990) verificaram em rebanhos Gir, correlações genética e fenotípica altas entre as duas variáveis, cujos valores encontrados foram 0,90 e 0,80, respectivamente.

2.5.2. Correlações entre características de conformação

TOUCHBERRY (1951) encontrou altas correlações positivas entre altura de cernelha, circunferência torácica e comprimento corporal em vacas Holandesas e concluiu que isto é uma forte evidência dos efeitos múltiplos de genes que afetam o tamanho em geral.

FREEMAN e ROACHE (1961) analisaram dados de mensurações de vacas da raça Holandesa coletados entre 1932 e 1958 e verificaram que a maioria das correlações fenotípicas e genéticas entre as características de tamanho corporal estavam na ordem de 0,5.

NELSEN et al. (1985) verificaram em vacas Hereford e suas mestiças que a altura de garupa e circunferência torácica são correlacionadas positivamente (0,54).

WINKLER (1993) trabalhou com mensurações corporais em fêmeas bovinas adultas da raça Guzerá e destacou que as medidas de tamanho corporal (circunferência torácica, peso, comprimento corporal, altura de garupa e altura de cernelha) apresentaram elevadas correlações genéticas, concluindo que a seleção para uma delas levará a respostas correlacionadas em todas as outras.

RAZOOK et al. (1990) observaram em animais da raça Nelore que a seleção com base em pesos pós-desmame promoveu uma resposta correlacionada com altura de garupa, comprimento dorso-lombar, profundidade do tórax e comprimento e largura de garupa. As características consideradas raciais não sofreram nenhuma mudança em razão de seleção para maior peso.

Na Índia, NAMJOSHI e KATPATAL (1983) encontraram as correlações genéticas de 0,52 entre altura e comprimento corporal, de 0,82 entre altura e circunferência torácica e de 0,36 entre comprimento corporal e circunferência torácica, em vacas da raça Haryana e mestiças.

De acordo com BATRA e McALLISTER (1984), as altas correlações genéticas entre mensurações de tetas (comprimento e diâmetro) sugerem que apenas a mensuração de uma teta é suficiente para ser incluída em um programa de seleção.

2.5.3. Correlações entre características de conformação e produção de leite

TOUCHBERRY (1951) verificou que correlações entre produção de leite e mensurações de corpo, em geral, são pequenas e normalmente não significantes.

FREEMAN e ROACHE (1961) encontraram correlações de mensurações esqueléticas e produção de leite variando de 0,11 a 0,21.

HICKMAN (1964), trabalhando com rebanhos leiteiros, comparou o tamanho das tetas das vacas e verificou diferenças significativas na produção de leite, ressaltando-se que os maiores níveis de produção ocorriam em vacas com tetas menores. As diferenças entre produções foram insignificantes quando se comparou o diâmetro das tetas.

SYRSTAD (1966) encontrou correlações fenotípica e genética entre produção de leite e circunferência torácica de -0,03 e -0,13, respectivamente.

MORRIS e WILTON (1976) fizeram uma extensa revisão de literatura sobre a influência do tamanho corporal na eficiência biológica em vacas. A conclusão geral foi de que há correlação fenotípica positiva entre produção de leite e tamanho corporal (0,33). As estimativas de correlações genéticas

encontradas tiveram uma variação muito grande (- 0,13 a 0,45). A correlação média entre mensurações de tamanho corporal com eficiência leiteira (produção de leite/alimento ingerido) foi de -0,18, e a correlação genética média, de -0,37.

BAKKEN (1981) verificou correlação negativa (-0,13) entre produção de leite e altura de úbere.

BATRA e McALLISTER (1984) estudaram a relação de algumas medidas de sistema mamário (comprimento e diâmetro de teta e altura de úbere) com produção de leite em vacas Holandesas jovens e verificaram que as correlações genéticas foram pequenas e não significativas, exceto o diâmetro de teta que teve uma correlação negativa com produção de leite.

NORMAN et al. (1988) observaram correlações genéticas negativas e pequenas entre algumas características de tamanho corporal e produção de leite na primeira lactação de vacas Guernsey e Jersey; entretanto, SHORT e LAWLOR (1992) verificaram correlações positivas, porém pequenas, entre características de tamanho e produção de leite em vacas Holandesas.

VIJ et al. (1990) encontraram correlações fenotípicas entre características de tipo e produção de leite na primeira lactação próximas de zero, enquanto as correlações genéticas estavam associadas a um alto erro-padrão, limitando, assim, as conclusões.

HAGGER e HOFER (1991) verificaram correlações genéticas entre altura de cernelha e produção de leite iguais a 0,23 na raça Simental e 0,10 na raça Swiss Braunvieh; entretanto, observaram correlação genética de baixa magnitude entre circunferência torácica e produção de leite.

KLASSEN et al. (1992) estudaram correlações genéticas entre várias características de tipo e características de produção em vacas holandesas canadenses, encontrando correlações baixas entre características de tamanho e tempo de vida produtiva. Também, MISZTAL et al. (1992) investigaram em vacas primíparas da raça Holandesa a relação entre produção e características de tipo, usando modelo animal e máxima verossimilhança restrita. Foram observadas pequenas correlações positivas entre características de tamanho e produção e correlações negativas entre produção e características de sistema mamário, ressaltando-se que a seleção somente para a produção de leite pode causar efeitos negativos em algumas características de úbere.

HARRIS et al. (1992) estudaram correlações fenotípicas e genéticas entre produção e características de tipo em vacas da raça Guernsey, utilizando o método da máxima verossimilhança restrita (REML), e os resultados indicam que a seleção para produção de leite pode ter respostas correlacionadas em característica de tipo.

KAWAHARA et al. (1996) estimaram parâmetros genéticos para características produtivas e de tipo em vacas Holandesas e verificaram que a maioria das características de tamanho corporal foram correlacionadas negativamente com produção de leite e longevidade.

2.5.4. Correlações entre características de produção e idade ao primeiro parto

Em seus estudos, DUTT e TOMAR (1972) e GUPTA e BHATNAGAR (1979) verificaram que a correlação genética entre produção de leite à primeira lactação e a idade à primeira parição não seguem o mesmo sentido, apresentando coeficientes de -0,54 e -0,20, respectivamente, o que mostra que a seleção para diminuir a idade ao primeiro parto poderá melhorar a eficiência produtiva e reprodutiva das vacas.

Os resultados reportados por SOLANKI et al. (1976) e RAMOS (1984) foram baixos, 0,13 e 0,12, respectivamente, e indicaram um comportamento fisiológico de independência quase completa da idade à primeira parição, fato este também observado por PRASAD e PRASAD (1972).

Entretanto, BHATNAGAR et al. (1983) encontraram correlação genética de 0,77, indicando uma associação genética positiva com certo grau de ação gênica comum para idade à primeira parição e produção de leite correspondente.

CAMPOS et al. (1994) estimaram parâmetros genéticos para características de produção e reprodução em rebanhos das raças Holandesa e Jersey na Flórida, EUA, e verificaram que as correlações entre características de produção e reprodução são baixas e geralmente antagônicas.

2.5.5. Correlações entre características de conformação e idade ao primeiro parto

Os resultados obtidos de estudos para estimar correlações genéticas entre tipo e fertilidade, em bovinos criados em ambiente temperado, indicam que grande parte dessas correlações estão próximas de zero.

LISBOA e FERNANDES (1987) observaram que o tamanho corporal não teve efeito sobre a fertilidade e produtividade de vacas da raça Charolês e mestiças.

HANSET et al. (1989) verificaram que as correlações genética e fenotípica entre circunferência e idade ao primeiro parto foram de -0,55 e -0,35, respectivamente, e aquelas entre altura e idade ao primeiro parto foram de -0,25 e

-0,22. Os autores concluíram que a seleção para tamanho corporal torna possível reduzir a idade ao primeiro parto na raça Belgian Blue, naquele sistema de manejo.

WINKLER (1993) verificou que as correlações genéticas entre idade ao primeiro parto e as medidas de tamanho corporal foram levemente positivas (peso, circunferência e altura de cernelha) ou nulas (altura de garupa e comprimento). Neste estudo, o autor não pôde tirar conclusões destas estimativas de correlação em razão dos elevados erros-padrão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo são provenientes de rebanhos da raça Gir, explorados para leite e que participam do Programa Nacional de Melhoramento Genético da Raça Gir, em trabalho executado pela EMBRAPA - Gado de Leite e Associação Brasileira de Criadores de Gir Leiteiro - ABCGIL, que conta com a parceria de outras instituições públicas e privadas, incluindo ABCZ, centrais de processamento de sêmen, proprietários de touros, fazendas colaboradoras etc.

3.1. Descrição da raça Gir

A raça Gir é originária das regiões indianas de Rayputana e Baroda, mas também é encontrada nas montanhas Gir, na Península de Kathiawaar, de acordo com SANTIAGO (1989). Tem como principais características as cores vermelha e amarela em todas as suas tonalidades, perfil ultraconvexo, orelhas médias típicas, pendentes e voltadas para a face; e chifres de cor escura, médios, simétricos, de seção elíptica achatada, grosso na base, saindo para baixo e para trás. São animais de temperamento ativo e dócil.

O gado Gir é considerado em sua própria região de origem como de dupla aptidão (carne e leite). Na Índia, a vaca Zebu é basicamente produtora de leite, independentemente do nível de produção, enquanto o macho é um animal de trabalho, dado o regime vegetariano da maior parte da população.

As primeiras importações da raça para o Brasil ocorreram por volta de 1906, e durante muito tempo foi a raça zebuína mais numerosa no País. Devido à sua adaptação e seleção praticada pelos criadores brasileiros, a raça aprimorou-

se, principalmente, no aspecto de caracterização racial. É muito comum encontrar rebanhos mestiços dessa raça espalhados em vários estados brasileiros, porém, nesse período, outras raças, mais bem selecionadas, vieram a concorrer com a Gir, especialmente na produção de carne. Entretanto, esses zebuínos possuem boa aptidão para a produção de leite em clima tropical e subtropical, tanto que os criadores que buscaram selecionar no seu plantel as vacas com maiores produções, ou seja, com ênfase na seleção para leite, formaram a Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro - ABCGIL.

3.2. Descrição dos dados

Neste estudo foram usados os dados de 573 vacas de primeiro parto, da raça Gir Leiteiro, filhas de 107 touros, nascidas no período de 1987 a 1993, mensuradas no período de 1992 a 1996, distribuídas em oito rebanhos.

Os rebanhos com as respectivas localizações estão listados no Quadro 10, e as informações sobre condições edafoclimáticas, manejo e alimentação desses rebanhos foram feitas por RAMOS (1984) para o rebanho 01; COELHO (1981), LEITE et al. (1986) e SANTOS et al. (1990) para o rebanho 02; RAMOS (1984) para o rebanho 03; LEDIC et al. (1989) para o rebanho 04; TEIXEIRA (1974), SILVA et al. (1976) e VERNEQUE (1982) para o rebanho 05; OLIVEIRA FILHO et al. (1985) para o rebanho 06; e CARDOSO et al. (1982) e BENINTENDI et al. (1988) para o rebanho 08.

Quadro 10 - Origem dos rebanhos da raça Gir

Fazenda	Município	Estado
01. Calciolândia	Arcos	MG
02. EMBRAPA - Umbuzeiro	Umbuzeiro	PB
03. Tabarana	Santa Cruz das Palmeiras	SP
04. Getúlio Vargas - EPAMIG	Uberaba	MG
05. Brasília	São Pedro dos Ferros	MG
06. Santana da Serra	Cajuru	SP
07. Terra Vermelha	Vargem Grande do Sul	SP
08. Instituto de Zootecnia	Ribeirão Preto	SP

3.2.1. Característica reprodutiva

Foi considerada como variável reprodutiva a idade ao primeiro parto (IPP).

3.2.2. Características produtivas

Foram consideradas como características produtivas a produção de leite em até 305 dias de lactação (PLEI) e a duração do período de lactação (DURLAC).

3.2.3. Características de conformação

As mensurações realizadas nos animais referem-se às características de:

a) Tamanho Corporal:

- CTOR = Circunferência Torácica
- AG = Altura de Garupa
- CC = Comprimento Corporal
- CG = Comprimento de Garupa
- LIS = Largura nos Ísqueos
- LIL = Largura nos Íleos

b) Sistema Mamário:

- CT = Comprimento de Teta
- DT = Diâmetro de Teta
- AU = Altura de Úbere

Todas as medidas corporais foram realizadas nas vacas em superfícies planas, dentro dos estábulos, antes das ordenhas. Em todos os casos foi tomado o cuidado para posicionar corretamente os animais, com a cabeça erguida e os quatro membros apoiados no chão. Todas as mensurações corporais estão em centímetros.

A circunferência torácica foi medida, usando-se fita métrica, sendo tomada no cilhadouro do animal. A altura de garupa foi medida utilizando-se régua graduada, do chão ao osso sacro. Neste estudo foi considerado

comprimento corporal a distância entre a ponta da espádua e a ponta do íleo do animal, medida com trena métrica de aço pouco flexível. O comprimento de garupa foi a medida da distância entre a ponta do íleo e a ponta do ísqueo. Foram medidas as distâncias entre as pontas dos íleos e também entre as pontas dos ísqueos. O comprimento de teta correspondeu à medida da ponta da teta até a inserção no úbere, e o diâmetro de teta, à medida do diâmetro na parte medial da teta. A altura de úbere correspondeu à distância entre o chão e o úbere.

3.3. Descrição dos arquivos

Os dados analisados são provenientes de dois arquivos iniciais, sendo um com as mensurações corporais das vacas e outro com as informações de produção de leite, duração da lactação, idade ao parto e cadastro.

Após análise preliminar dos dados originais, foram impostas restrições para se obterem melhor consistência dos dados e segurança nas análises. Foram excluídos os registros de dados correspondentes a:

- Vacas sem mensurações corporais.
- Vacas com data de nascimento desconhecida.
- Ordem de parto maior que 1.
- Número de ordenhas diferentes de 2.
- Duração da lactação ou produção de leite até 305 dias iguais a zero.
- Duração da lactação menor que 90 dias.
- Causas de secagem considerados anormais, que invalidam a lactação segundo o Quadro 11.

Cada ano foi dividido em duas estações de nascimento na análise da variável IPP, duas estações de parto nas análises das variáveis PLEI e DURLAC e duas estações de avaliação nas análises das medidas de conformação.

As estações consideradas foram:

1. Seca: inclui os meses de abril a setembro.
2. Águas: inclui os meses de outubro a março.

No rebanho número 2, essa distribuição foi inversa, já que este se localiza na região Nordeste do Brasil, enquanto os demais se situam na região Sudeste.

Quadro 11 - Causas de encerramento de lactações adotadas na EMBRAPA - Gado de Leite

Código	Causa
0	Lactação ainda não encerrada (anormal)
1	Secagem por estar próxima ao parto (normal)
2	Secagem por baixa produção (normal)
3	Aborto após o nono mês de lactação (normal)
4	Morte ou separação do bezerro (anormal)
5	Doença, morte ou venda da vaca (anormal)
6	Parto subsequente sem período seco (normal)
7	Peitos perdidos por mamite (anormal)
8	Causas várias que invalidam a lactação (anormal)
9	Não consta causa de encerramento (normal)
10	Intervalo entre controles superior a 75 dias (anormal)

Foi estudado o efeito fixo do estágio da lactação sobre as características de mensurações corporais, sendo a lactação dividida em três classes, a saber:

1. terço inicial (<100 dias);
2. terço intermediário (≥ 100 e ≤ 200 dias); e
3. terço final (>200 dias).

3.4. Modelos utilizados para análise dos efeitos de meio ambiente

Na análise dos efeitos de meio ambiente sobre as características produtivas, reprodutivas e de conformação, empregou-se o método Henderson III utilizando-se o procedimento GLM disponível no SAS (Statistical Analyses Systems). Utilizaram-se os seguintes modelos:

Modelo 1

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + E_k + (RA)_{ij} + (RE)_{ik} + (AE)_{jk} + (RAE)_{ijk} + b_1(I_{ijkl} - \bar{I}) + b_2(I_{ijkl} - \bar{I})^2 + e_{ijkl}$$

em que

- Y_{ijkl} = valor observado nas características produção de leite em até 305 dias de lactação e duração do período de lactação;
- μ = constante comum a todas observações;
- R_i = efeito do rebanho i , sendo $i = 1, 2, \dots, 8$;
- A_j = efeito do ano de parto j , sendo $j = 1991, \dots, 1996$;
- E_k = efeito da estação de parto k , sendo $k = 1$ (seca: abril a setembro) e 2 (águas: outubro a março);
- $(RA)_{ij}$ = efeito da interação rebanho i -ano de parto j ;
- $(RE)_{ik}$ = efeito da interação rebanho i -estação de parto k ;
- $(AE)_{jk}$ = efeito da interação ano de parto j -estação de parto k ;
- $(RAE)_{ijk}$ = efeito da interação rebanho i -ano de parto j -estação de parto k ;
- b_1 e b_2 = coeficientes de regressão linear e quadrático da característica Y_{ijkl} , em razão da idade da vaca ao parto;
- I_{ijkl} = idade ao parto, em dias, da vaca l , que pariu na estação k , no ano j e no rebanho i ;
- \bar{I} = média de idade das vacas ao parto; e
- e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação, $e_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$.

Modelo 2

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + E_k + (RA)_{ij} + (RE)_{ik} + (AE)_{jk} + (RAE)_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que

- Y_{ijkl} = idade ao primeiro parto, em dias, da vaca l , que nasceu na estação k , no ano j e no rebanho i ;
- μ = constante comum a todas observações;
- R_i = efeito do rebanho i , sendo $i = 1, 2, \dots, 8$;
- A_j = efeito do ano de nascimento j , sendo $j = 1987, \dots, 1993$;
- E_k = efeito da estação k , sendo $k = 1$ (seca: abril a setembro) e 2 (águas: outubro a março);
- $(RA)_{ij}$ = efeito da interação rebanho i -ano de nascimento j ;
- $(RE)_{ik}$ = efeito da interação rebanho i -estação de nascimento k ;

- $(AE)_{jk}$ = efeito da interação ano de nascimento j -estação de nascimento k ;
- $(RAE)_{ijk}$ = efeito da interação rebanho i -ano de nascimento j -estação de nascimento k ; e
- e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, $e_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$.

Modelo 3

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + A_j + E_k + L_l(RA)_{ij} + (RE)_{ik} + (RL)_{il} + (AE)_{jk} + (AL)_{jl} + (EL)_{kl} + (RAEL)_{ijkl} + b_1(I_{ijklm} - \bar{I}) + b_2(I_{ijklm} - \bar{I})^2 + e_{ijklm}$$

em que

- Y_{ijklm} = valor observado para a característica de conformação analisada;
- μ = constante comum a todas observações;
- R_i = efeito do rebanho i , sendo $i = 1, 2, \dots, 8$;
- A_j = efeito do ano de avaliação j , sendo $j = 1992, \dots, 1996$;
- E_k = efeito da estação k , sendo $k = 1$ (seca: abril a setembro) e 2 (águas: outubro a março);
- L_l = efeito do estágio da lactação, sendo $l = 1$ (< 100 dias de lactação), 2 (≥ 100 e ≤ 200 dias de lactação) e 3 (> 200 dias de lactação);
- $(RA)_{ij}$ = efeito da interação rebanho i -ano de avaliação j ;
- $(RE)_{ik}$ = efeito da interação rebanho i -estação de avaliação k ;
- $(RL)_{il}$ = efeito da interação rebanho i -estádio da lactação l ;
- $(AE)_{jk}$ = efeito da interação ano de avaliação j -estação de avaliação k ;
- $(AL)_{jl}$ = efeito da interação ano de avaliação j -estádio da lactação l ;
- $(EL)_{kl}$ = efeito da interação estação de avaliação j -estádio da lactação l ;
- $(RAEL)_{ijkl}$ = efeito da interação rebanho i -ano de avaliação j -estação de avaliação k -estádio da lactação l ;
- b_1 e b_2 = coeficientes de regressão linear e quadrático da característica Y_{ijklm} , em razão da idade da vaca na avaliação;
- I_{ijklm} = idade na avaliação, em dias, da vaca m , no estágio da lactação l , que pariu na estação k , no ano j e no rebanho i ;
- \bar{I} = média de idade das vacas na avaliação; e

e_{ijklm} = erro aleatório associado a cada observação, $e_{ijklm} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$.

3.5. Estimação de componentes de variância e covariância e de parâmetros genéticos

Na obtenção dos componentes de variância e covariância, foram utilizados, para cada característica, os respectivos efeitos fixos e covariáveis para as análises dos efeitos de meio (item 3.4). Foi incluído o efeito de animal, sendo os efeitos fixos de rebanho, ano e época agrupados em um único fator denominado grupo contemporâneo (HYS).

Os modelos podem ser reescritos, em termos matriciais, como:

$$\tilde{y} = X\tilde{\beta} + Z\tilde{u} + \tilde{\varepsilon}$$

em que

\tilde{y} = vetor de observações;

X e Z = matrizes de incidências de efeitos fixos e aleatórios, respectivamente;

$\tilde{\beta}$ = vetor de efeitos fixos, incluindo efeito de covariáveis;

\tilde{u} = vetor de efeito aleatório de animal; e

$\tilde{\varepsilon}$ = vetor de erros aleatórios.

Assumindo-se que \tilde{u} e $\tilde{\varepsilon}$ apresentam valor esperado nulo e que a variância de $\tilde{u} = G = A \otimes G_0$ (A = matriz de coeficientes de parentesco de Wright entre os indivíduos, \otimes denota produto direto e G_0 = matriz de variâncias e covariâncias genéticas aditivas), a variância de $\tilde{\varepsilon} = R = I \otimes R_0$ (I = matriz identidade e R_0 = matriz de variâncias e covariâncias residuais) e a covariância de \tilde{u} e $\tilde{\varepsilon}$ é nula, então

$$E(\tilde{u}) = E(\tilde{\varepsilon}) = 0 \Rightarrow E\left(\tilde{y}\right) = X\tilde{\beta}$$

$$V(\tilde{u}) = G, V(\tilde{\varepsilon}) = R \Rightarrow V\left(\tilde{y}\right) = ZGZ' + R = V$$

Admitindo-se que y segue distribuição normal, tem-se

$$\tilde{y} = X \tilde{\beta} + Z \tilde{u} + \tilde{\varepsilon} \sim N \left(X \tilde{\beta}, V \right)$$

Dessa forma, o sistema de equações de modelos mistos a ser solucionado para obtenção das estimativas dos efeitos fixos e das predições dos valores genéticos é:

$$\begin{bmatrix} X' R^{-1} X & X' R^{-1} Z \\ Z' R^{-1} X & Z' R^{-1} Z + G^{-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \tilde{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X' R^{-1} y \\ Z' R^{-1} y \end{bmatrix}$$

Os componentes de variância e covariância necessários para estimação dos parâmetros genéticos das variáveis em estudo foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), utilizando-se o sistema MTDFREML (“Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood”- BOLDMAN et al.,1995). O método livre de derivadas para obtenção das estimativas dos componentes de variância e covariância baseia-se num processo de procura do máximo da função de verossimilhança restrita por meio de avaliações sucessivas do valor assumido pela função de verossimilhança em diferentes pontos. O método Simplex é o empregado para procura do máximo da função.

A estratégia empregada para utilização do sistema foi a mesma descrita por TORRES JÚNIOR (1996) e recomendada por VERNEQUE (1994), em que análises univariadas são rodadas inicialmente para obtenção de boa aproximação dos componentes de variância. Essa aproximação dos componentes de variância é empregada, por algumas interações, na avaliação dos valores assumidos pela verossimilhança durante a procura dos componentes de covariância. Os componentes de variância e covariância até aí obtidos são, então, utilizados como informação inicial numa estimação conjunta com baixa precisão, sendo as estimativas obtidas utilizadas, sucessivamente, como informação inicial de processos mais precisos, até que não se verifiquem mais variações nos valores da função de verossimilhança entre duas tentativas repetidas e que não se alteram mais do que 10^{-2} unidades.

Os estimadores de herdabilidade da característica i , bem como os estimadores das correlações genética, fenotípica e residual entre as características i e j , são dados, respectivamente, por:

- Herdabilidade (\hat{h}^2)

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_p^2}$$

- Correlação genética (\hat{r}_g)

$$\hat{r}_g = \frac{\hat{\sigma}_{g_{ij}}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{g_i}^2 \hat{\sigma}_{g_j}^2}}$$

- Correlação fenotípica (\hat{r}_p)

$$\hat{r}_p = \frac{\hat{\sigma}_{p_{ij}}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{p_i}^2 \hat{\sigma}_{p_j}^2}}$$

- Correlação residual (\hat{r}_e)

$$\hat{r}_e = \frac{\hat{\sigma}_{e_{ij}}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{e_i}^2 \hat{\sigma}_{e_j}^2}}$$

em que

$\hat{\sigma}_g^2$ = estimador de variância genética aditiva;

$\hat{\sigma}_p^2$ = estimador de variância fenotípica;

$\hat{\sigma}_e^2$ = estimador de variância residual;

$\hat{\sigma}_{g_{ij}}$ = estimador de covariância genética entre as características i e j;

$\hat{\sigma}_{p_{ij}}$ = estimador de covariância fenotípica entre as características i e j; e

$\hat{\sigma}_{e_{ij}}$ = estimador de covariância residual entre as características i e j.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeitos de meio sobre as características produtivas, reprodutivas e de conformação

A média estimada da idade ao primeiro parto de 573 vacas foi de 46,07 meses, com coeficiente de variação de 15,1%. Resultados similares, na raça Gir, foram observados por vários autores (Quadro 1) e em outras raças zebuínas (Quadro 2).

A média elevada da idade das vacas ao primeiro parto verificada neste estudo foi, provavelmente, causada por deficiência alimentar das novilhas nas fases de cria e recria, principalmente na época seca, quando há diminuição natural da disponibilidade de pastagens, em termos qualitativos e quantitativos, sendo um dos fatores mais limitantes para obtenção de idades precoces ao primeiro parto. Entretanto, pode indicar também que o manejo adotado pelos criadores para efetuar a primeira cobrição das novilhas, utilizando-se como critérios concomitantes o peso e a idade das novilhas, tem promovido o atraso na idade ao primeiro parto.

O resumo da análise de variância para idade ao primeiro parto encontra-se no Quadro 12.

Verifica-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) de rebanho e ano de nascimento sobre a idade ao primeiro parto das novilhas. Esses efeitos significativos são normalmente esperados e devem-se, principalmente, a diferenças de manejo, alimentação, aspectos sanitários e controle reprodutivo próprios de cada rebanho e ano.

Quadro 12 - Resumo da análise de variância relativa à idade ao primeiro parto

Fonte de variação	GL	QM
Rebanho	7	242325,65 ^{**}
Ano de nascimento	6	449011,01 ^{**}
Estação de nascimento	1	10180,69 ^{ns}
Rebanho × ano de nascimento	34	47939,18 ^{ns}
Rebanho × estação de nascimento	7	30178,44 ^{ns}
Ano de nascimento × estação de nascimento	5	59408,55 ^{ns}
Rebanho × ano de nascimento × estação de nascimento	19	45458,77 ^{ns}
Resíduo	493	40445,65
Total corrigido	572	

** (P < 0,01); * (P < 0,05); e ns = não-significativo (P > 0,05).

O efeito da estação de nascimento, bem como os efeitos das interações entre os fatores ambientais, não foi significativo (P > 0,05) sobre a idade ao primeiro parto.

A média estimada e o respectivo erro-padrão da produção de leite em até 305 dias de lactação foram de 2.865,43 ± 62,49 kg, com coeficiente de variação de 25,97%. Este coeficiente de variação está próximo dos obtidos por VERNEQUE (1982) e SOUZA et al. (1995a) em vacas Gir, que encontraram 20,1 e 22,0%, respectivamente, e situa-se entre os limites normalmente encontrados nessa raça (Quadro 4).

A média da produção de leite em lactações de primeira ordem, obtida neste trabalho, foi superior à encontrada por ALBUQUERQUE (1996), que foi de 2.204,30 ± 288,90 kg, podendo ser considerada bastante expressiva, sendo superior às médias encontradas em diferentes raças zebuínas (Quadro 3).

O resumo da análise de variância relativa à produção de leite encontra-se no Quadro 13. Verifica-se que rebanho, ano de parto da vaca e idade da vaca ao parto influenciaram significativamente a produção de leite.

O efeito de rebanho deveu-se, principalmente, às diferenças de manejo, material genético e de outras causas não diagnosticadas.

O efeito do ano de parto sobre a produção de leite é resultante de todas as alterações que ocorrem de ano para ano, como variações climáticas

Quadro 13 - Resumo da análise de variância relativa à produção de leite

Fonte de variação	GL	QM
Rebanho	7	19694833,72 ^{**}
Ano de parto	5	1214424,97 [*]
Estação de parto	1	487336,43 ^{ns}
Rebanho × ano de parto	26	2410738,17 ^{**}
Rebanho × estação de parto	7	675150,25 ^{ns}
Ano de parto × estação de parto	4	2124543,89 ^{**}
Rebanho × ano de parto × estação de parto	17	1348423,77 ^{**}
Idade da vaca ao parto		
Linear	1	1972043,69 [*]
Quadrático	1	1628625,13 ^{ns}
Resíduo	503	550628,51
Total corrigido	572	

** (P < 0,01); * (P < 0,05); e ns = não-significativo (P > 0,05).

influenciando as pastagens, manejo alimentar e controle reprodutivo e sanitário dos rebanhos. Pode-se atribuí-lo, também, às mudanças da frequência gênica da população, seja por seleção com resultados positivos ou negativos, seja por imigração ou emigração de genes na população, conseguida à custa da compra ou venda de reprodutores e da utilização de material genético superior: touros em teste de progênie, etc.

Houve efeito linear (P < 0,05) da idade da vaca ao parto sobre a produção de leite, provavelmente por serem vacas primíparas. TEIXEIRA (1974), VERNEQUE (1982), RAMOS (1984) e SOUZA et al. (1995a) observaram, em rebanhos da raça Gir, efeito quadrático da idade da vaca ao parto sobre a produção de leite. Resultados experimentais indicam que, normalmente, a capacidade de produção de leite nessa raça aumenta até a maturidade fisiológica da vaca, que ocorre entre o quarto parto (COELHO et al., 1983a) e o sexto parto (VERNEQUE, 1982), decrescendo com o avanço da idade.

A análise indicou que as interações rebanho-ano de parto, ano de parto-estação de parto e rebanho-ano de parto-estação de parto foram causas

importantes e estatisticamente significativas das variações da produção de leite. Estas interações, provavelmente, refletem flutuações climáticas, de manejo e de qualidade estacional dos alimentos a que os animais estão sujeitos

A média estimada e o respectivo erro-padrão da duração do período de lactação foram de $289,45 \pm 3,99$ dias, com coeficiente de variação de 17,6%. Menores coeficientes de variação foram relatados por VERNEQUE (1982), BENINTENDI et al. (1988) e MAGNABOSCO et al. (1993), que encontraram 15, 13 e 14%, respectivamente. O valor do coeficiente de variação encontrado neste estudo foi próximo aos dos trabalhos consultados (Quadro 5).

A média de aproximadamente 290 dias do período de lactação foi semelhante às obtidas por VERNEQUE (1982), RAMOS (1984) e QUEIROZ (1992), assim como em outros estudos com rebanhos Gir (Quadro 6), confirmando que, dentre as raças zebuínas, a Gir apresenta duração média de período de lactação maior.

O resumo da análise de variância relativa à duração do período de lactação encontra-se no Quadro 14. Verifica-se que todos os efeitos considerados foram significativos, exceto a idade da vaca ao parto.

Quadro 14 - Resumo da análise de variância relativa à duração do período de lactação

Fonte de variação	GL	QM
Rebanho	7	22506,28 ^{**}
Ano de parto	5	16477,21 ^{**}
Estação de parto	1	2039,94 ^{ns}
Rebanho x ano de parto	26	4170,64 [*]
Rebanho x estação de parto	7	2099,14 ^{ns}
Ano de parto x estação de parto	4	11373,64 ^{**}
Rebanho x ano de parto x estação de parto	17	4886,90 [*]
Idade da vaca ao parto		
Linear	1	74,30 ^{ns}
Quadrático	1	743,87 ^{ns}
Resíduo	503	2552,11
Total corrigido	572	

**($P < 0,01$); *($P < 0,05$); e ns = não-significativo ($P > 0,05$).

O efeito de rebanho, geralmente esperado, pode ser explicado pelas diferenças de manejo e ambiente geral, qualidade nutricional, constituição genética e intensidade de seleção.

O efeito de ano de parto, bem como os efeitos das interações rebanho-ano de parto, ano de parto-estação de parto e rebanho-ano de parto-estação de parto, foi estatisticamente significativo sobre a duração do período da lactação e reflete, de maneira geral, um complexo de influências a que os animais estão sujeitos durante a vida. Essas influências podem ser de ordem climática, de manejo e de alimentação e refletir mudanças genéticas de um ano para o outro no desempenho da população.

As médias estimadas das características de conformação corporal encontram-se no Quadro 15.

Observa-se que as médias de circunferência torácica e altura de garupa de fêmeas Gir, neste estudo, são próximas das encontradas na raça Guzerá por WINKLER, (1993), ressaltando-se que a altura de garupa foi superior à das vacas Hereford e mestiças estudadas por NELSEN et al. (1985). A raça Gir apresentou média de circunferência torácica inferior à observada na raça Holandesa por BRODY (1964), citado por NAMJOSHI e KATPATAL (1983), que encontrou médias de altura de cernelha (125,9 e 134,7 cm) e de circunferência torácica (170 e 185 cm), nas raças Jersey e Holandesa, respectivamente.

Quadro 15 - Médias de quadrados mínimos e respectivos erros-padrão, em centímetros, (MQM \pm EP), coeficientes de variação (CV) e valores mínimos e máximos observados nas características de conformação

Características	MQM \pm EP	CV (%)	Mínimo	Máximo
Circunferência torácica	171,04 \pm 0,44	3,87	140,00	205,00
Altura de garupa	134,95 \pm 0,24	2,64	122,00	150,00
Comprimento corporal	97,20 \pm 0,33	4,99	78,00	115,00
Comprimento de garupa	39,67 \pm 0,12	4,77	32,00	52,00
Largura nos ísqueos	17,00 \pm 0,12	10,28	11,00	28,00
Largura nos íleos	45,46 \pm 0,17	5,61	33,00	59,00
Comprimento de teta	6,90 \pm 0,09	19,27	3,20	13,00
Diâmetro de teta	3,31 \pm 0,03	12,49	2,00	5,00
Altura de úbere	63,07 \pm 0,23	5,60	44,50	76,50

Em relação às características do sistema mamário, as médias observadas neste trabalho são maiores que as relatadas por BATRA e McALLISTER (1984), que encontraram valores médios de 4,7; 2,5; e 54,9 cm, de comprimento e diâmetro de teta e altura de úbere, respectivamente, em vacas Holandesas.

Os resultados das análises de variância relativas às medidas de tamanho corporal e às medidas de sistema mamário são apresentados nas Quadros 16 e 17, respectivamente.

As fontes de variação consideradas influenciaram significativamente quase todas as características de conformação.

Conforme discutido com relação às características produtivas e reprodutivas, os efeitos de rebanho, ano e estação de avaliação sobre as características de conformação são importantes na medida em que refletem, principalmente, as diferenças de manejo entre as fazendas e as influências de ordem climática e mudanças genéticas que podem estar ocorrendo na população.

O efeito do estágio da lactação influenciou a maioria das características, evidenciando que há alterações morfológicas durante o período de lactação.

As mensurações corporais variaram em razão da idade das vacas, possivelmente por se tratarem de vacas primíparas que ainda não atingiram a maturidade fisiológica.

Verificou-se que os efeitos da maioria das interações das fontes ambientais não foram estatisticamente significativos sobre as características corporais.

A finalidade da identificação e avaliação da magnitude dos efeitos dos fatores ambientais que influem sobre as medidas de conformação é a de ajustar os dados a uma base mais comparável e, assim, proceder os cálculos dos parâmetros genéticos.

Quadro 16 - Resumo das análises de variâncias das características de tamanho corporal

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Circunferência torácica	Altura da garupa	Comprimento		Largura	
				corporal	garupa	isqueos	íleos
Rebanho	7	675,21 ^{**}	63,75 ^{**}	186,56 ^{**}	27,69 ^{**}	54,65 ^{**}	231,92 ^{**}
Ano de avaliação (AA)	4	290,44 ^{**}	6,51 ^{ns}	545,16 ^{**}	194,37 ^{**}	31,95 ^{**}	194,37 ^{**}
Estação de avaliação (EA)	1	0,77 ^{ns}	0,03 ^{ns}	8,95 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,69 ^{ns}	3,74 ^{ns}
Estádio da lactação (EL)	2	287,85 ^{**}	73,94 ^{**}	15,57 ^{ns}	12,47 [*]	5,50 ^{ns}	44,21 ^{**}
Rebanho × ano de avaliação	24	77,83 ^{**}	24,99 ^{**}	33,45 ^{ns}	9,19 ^{**}	10,97 ^{**}	24,43 ^{**}
Rebanho × estação de avaliação	6	98,88 [*]	33,83 ^{**}	28,27 ^{ns}	5,27 ^{ns}	7,34 ^{**}	29,13 ^{**}
Rebanho × estágio de lactação	14	40,13 ^{ns}	18,62 ^{ns}	25,72 ^{ns}	2,90 ^{ns}	3,30 ^{ns}	13,35 ^{**}
ano de avaliação × estação de avaliação	2	21,53 ^{ns}	1,47 ^{ns}	26,50 ^{ns}	6,22 ^{ns}	0,19 ^{ns}	31,89 ^{**}
Ano de avaliação × estágio de lactação	8	41,39 ^{ns}	16,12 ^{ns}	40,64 ^{ns}	6,17 [*]	2,91 ^{ns}	9,97 [*]
Estação de avaliação × estágio de lactação	2	141,42 [*]	29,12 ^{ns}	18,13 ^{ns}	6,93 ^{ns}	3,91 ^{ns}	2,19 ^{ns}
Rebanho × AA × EA × EL	49	51,84 ^{ns}	13,51 ^{ns}	22,59 ^{ns}	3,81 ^{ns}	2,60 ^{ns}	7,89 ^{**}
Idade da vaca na avaliação							
Linear	1	210,50 [*]	14,96 ^{ns}	83,64 [*]	0,34 ^{ns}	27,51 ^{**}	5,94 ^{ns}
Quadrático	1	90,82 ^{ns}	3,88 ^{ns}	54,37 ^{ns}	2,13 ^{ns}	22,13 ^{**}	0,04 ^{ns}
Resíduo	451	40,79	11,24	22,92	3,20	2,64	4,90
Total corrigido	572						

** (P < 0,01); * (P < 0,05); e ns = não-significativo (P > 0,05).

Quadro 17 - Resumo das análises de variâncias das características de sistema mamário

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Comprimento de teta	Diâmetro de teta	Altura de úbere
Rebanho	7	12,66 ^{**}	0,55 ^{**}	258,01 ^{**}
Ano de avaliação (AA)	4	6,35 ^{**}	0,21 ^{ns}	14,04 ^{ns}
Estação de avaliação (EA)	1	0,39 ^{ns}	0,63 [*]	91,71 ^{**}
Estádio da lactação (EL)	2	3,24 ^{ns}	0,55 [*]	18,60 ^{ns}
Rebanho × ano de avaliação	24	2,57 ^{ns}	0,14 ^{ns}	19,81 [*]
Rebanho × estação de avaliação	6	1,64 ^{ns}	0,23 ^{ns}	10,24 ^{ns}
Rebanho × estágio da lactação	14	2,32 ^{ns}	0,26 ^{ns}	12,16 ^{ns}
Ano de avaliação × estação de avaliação	2	6,62 [*]	0,40 ^{ns}	39,50 [*]
Ano de avaliação × estágio da lactação	8	1,25 ^{ns}	0,21 ^{ns}	10,50 ^{ns}
Estação de avaliação × estágio da lactação	2	3,93 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,58 ^{ns}
Rebanho × AA × EA × EL	49	1,42 ^{ns}	0,15 ^{ns}	8,70 ^{ns}
Idade da vaca na avaliação				
Linear	1	0,25 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,56 ^{ns}
Quadrático	1	0,14 ^{ns}	0,15 ^{ns}	10,32 ^{ns}
Resíduo	451	1,77	0,17	11,34
Total corrigido	572			

** (P < 0,01); * (P < 0,05); e ns = não-significativo (P > 0,05).

4.2. Estimativas de componentes de variância e covariância e de parâmetros genéticos

As estimativas dos componentes de variância genética aditiva e residual e das herdabilidades das características produtivas, de conformação e de idade ao primeiro parto são apresentadas no Quadro 18.

As estimativas de herdabilidades são parâmetros referentes a determinada população obtidos em determinada época. Portanto, as diferenças entre estimativas podem ser atribuídas ao tamanho da amostra, à composição genética do rebanho, ao manejo a que é submetida a população e ao método de estimação.

Quadro 18 - Estimativas de componentes de variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$) e residual ($\hat{\sigma}_e^2$) e de herdabilidades (\hat{h}^2) das características estudadas, em análises univariadas

Características	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	\hat{h}^2
Produção de leite	158838,5353977	400260,87476	0,28
Duração da lactação	494,9557200	2078,71462	0,19
Idade ao primeiro parto	23496,5335500	18344,12378	0,56
Circunferência torácica	9,5561700	31,75034	0,23
Altura de garupa	4,2753200	7,29521	0,37
Comprimento corporal	2,6761000	21,14872	0,11
Comprimento de garupa	1,0152800	2,20199	0,32
Largura nos ísqueos	1,2638100	1,38146	0,48
Largura nos íleos	1,2673700	4,05134	0,24
Comprimento de teta	0,7882400	0,93137	0,46
Diâmetro de teta	0,0121300	0,15696	0,07
Altura de úbere	3,8693800	7,32517	0,35

Embora o método empregado para estimação dos componentes de variância e covariância seja bastante preciso, estimativas da precisão dos componentes estimados são muito difíceis de serem obtidas e, portanto, via de regra, não são calculadas. Dessa forma, fica difícil avaliar a qualidade das estimativas obtidas por cada um dos autores, já que não são disponíveis os erros-padrão das estimativas fornecidas, o que não chega, entretanto, a inviabilizar o uso do REML diante das suas numerosas vantagens sobre os outros métodos (TORRES JÚNIOR, 1996).

A estimativa de herdabilidade de idade ao primeiro parto de 0,56, observada neste estudo, indica que há variação genético-aditiva suficiente para obtenção de resposta à seleção para menor idade ao primeiro parto. O alto valor desta estimativa pode ter sido causado pela pouca seleção para precocidade reprodutiva a que as raças zebuínas foram submetidas.

Sabe-se que os criadores, de modo geral, estabelecem peso mínimo para que as novilhas sejam inseminadas ou cobertas e que as novilhas que atingem esse peso mais precocemente também apresentam o primeiro parto mais cedo. Portanto, estimativas de herdabilidade elevadas de idade ao primeiro parto devem, então, estar relacionadas a altos valores das estimativas de peso corporal.

ODEDRA et al. (1978b), MELLO (1994) e SOUZA et al. (1995b), todos trabalhando com rebanhos Gir, também encontraram valores elevados de herdabilidade para esta característica em seus estudos. Na raça Guzerá, MIRANDA et al. (1986) e WINKLER (1993) encontraram estimativas de 0,47 e 0,34, respectivamente.

Melhorias na alimentação e no manejo das novilhas nas fases de cria e recria reduzem a idade ao primeiro parto.

A estimativa de herdabilidade de produção de leite foi de 0,28, sendo intermediária às relatadas na literatura, e concorda com os valores encontrados por autores brasileiros que utilizaram dados de rebanhos nacionais da raça Gir, conforme apresentado no Quadro 8. ALBUQUERQUE (1996), utilizando o método da máxima verossimilhança restrita (REML) encontrou o valor estimado de 0,20 em seu estudo com vacas da raça Gir.

A estimativa de herdabilidade de produção de leite encontrada neste estudo indica variabilidade genética dessa população, sendo viável o teste de progênie que vem sendo realizado nessa raça.

O valor encontrado da estimativa de herdabilidade de duração do período de lactação de primeira ordem foi de 0,19, superior ao valor de 0,09, observado

por ALBUQUERQUE (1996). Entretanto, a literatura consultada (Quadro 9) revela grande variação nas estimativas.

A estimativa de herdabilidade do período de lactação relativamente baixo demonstra que houve, essencialmente, variação atribuída a efeitos não-genéticos, sendo esta variável bastante influenciada por fatores de meio ambiente.

A estimativa de herdabilidade de circunferência torácica igual a 0,23 encontrada neste estudo é baixa quando comparada aos resultados relatados por FREEMAN e ROACHE (1961) e WINKLER (1993), que encontraram estimativas de 0,74 em vacas Holandesas e 0,52 em vacas Guzerá, respectivamente; entretanto, concorda com os valores moderados encontrados por HAGGER e HOFER (1991) em vacas das raças Simental e Swiss Braunvieh.

A estimativa da herdabilidade de altura de garupa (0,37) é similar às encontradas por MISZTAL et al. (1992), SMOTHERS et al. (1993) e KAWAHARA et al. (1996) em vacas Holandesas, porém é inferior aos valores de 0,69 encontrado por WINKLER (1993) em vacas Guzerá, e de 0,53, encontrado por HARRIS et al. (1992) em vacas da raça Guernsey. FREEMAN e ROACHE (1961) e NAMJOSHI e KATPATAL (1983) também encontraram valores de herdabilidade mais elevados para essa característica.

A estimativa de herdabilidade para comprimento corporal encontrada foi baixa (0,11), sendo similar à relatada por NAMJOSHI e KATPATAL (1983) em vacas mestiças, mas é inferior aos valores 0,58 e 0,41, encontrados por TOUCHBERRY (1951) em vacas Holandesas e por WINKLER (1993) em vacas Guzerá, respectivamente.

As estimativas de herdabilidades das características de garupa (comprimento de garupa, largura nos ísqueos e nos íleos) variaram entre 0,24 e 0,48 e são semelhantes às encontradas por SMOTHERS et al. (1993) e VISSCHER e GODDARD (1995), que verificaram valores moderados para essas características.

As estimativas de herdabilidades das características de sistema mamário, principalmente comprimento de teta e altura do úbere, encontradas neste estudo são semelhantes às relatadas por HIGGINS et al. (1980), BATRA e McALLISTER (1984) e HARRIS et al. (1992). Porém, a estimativa de herdabilidade de diâmetro de teta, próxima de zero, é diferente da estimativa de 0,33, encontrada por BATRA e McALLISTER (1984).

De modo geral, as moderadas estimativas de herdabilidades das características de conformação encontradas neste trabalho, associadas à razoável variabilidade genética na população estudada, indicam que a seleção para essas características pode resultar em progresso genético.

No Quadro 19 estão as estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e residuais entre produção de leite, duração da lactação e idade ao primeiro parto, obtidas em análise das três características conjuntamente.

Quadro 19 - Estimativas de correlações genéticas (\hat{r}_g), fenotípicas (\hat{r}_p) e residuais (\hat{r}_e) entre produção de leite (PLEI), duração da lactação (DURLAC) e idade ao primeiro parto (IPP)

	PLEI	DURLAC	IPP
Produção de leite	-	0,84	0,49
Duração da lactação	0,68; (0,62)	-	0,66
Idade ao primeiro parto	0,18; (-0,08)	0,31; (0,12)	-

\hat{r}_g acima da diagonal; e \hat{r}_p , (\hat{r}_e) abaixo da diagonal.

A estimativa de correlação genética entre produção de leite e duração da lactação é bastante alta e positiva, fato este também observado por SANTOS et al. (1990) em vacas da raça Gir.

As estimativas das correlações fenotípica e residual entre produção de leite e duração da lactação tiveram valores de moderados a altos e positivos, concordando com os resultados encontrados por SHUKLA e PRASAD (1970).

Se a seleção for conduzida para aumentar a produção de leite, conseqüentemente espera-se, como resposta correlacionada, aumento do período de lactação.

As estimativas de correlações genéticas entre as características produtivas e idade ao primeiro parto foram moderadamente altas e positivas, diferentes dos resultados de DUTT e TOMAR (1972) e GUPTA e BHATNAGAR (1979), que verificaram correlações genéticas negativas. Entretanto, os resultados encontrados neste estudo são semelhantes aos observados por BHATNAGAR et al. (1983) e CAMPOS et al. (1994), indicando que há certa ação gênica comum para idade à primeira parição e produção de leite, sendo esta associação genética antagônica do ponto de vista zootécnico, já que a seleção para as características

de produção teriam como resposta correlacionada aumento da idade ao primeiro parto.

No Quadro 20 são apresentadas as estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e residuais entre as características de sistema mamário analisadas conjuntamente.

Quadro 20 - Estimativas de correlações genéticas (\hat{r}_g), fenotípicas (\hat{r}_p) e residuais (\hat{r}_e) entre características do sistema mamário (comprimento de teta = CT; diâmetro de teta DT; altura de úbere = AU)

	CT	DT	AU
CT	-	0,66	0,08
DT	0,55; (0,61)	-	0,24
AU	0,06; (0,04)	-0,05; (-0,11)	-

\hat{r}_g acima da diagonal; e \hat{r}_p , (\hat{r}_e) abaixo da diagonal.

Verifica-se que a estimativa de correlação genética entre comprimento e diâmetro de teta é moderada a alta e positiva, confirmando os resultados de BATRA e McALLISTER (1984). As estimativas das correlações fenotípica e residual também foram moderadas e positivas.

As correlações entre as medidas de teta com a altura de úbere foram baixas e próximas de zero, evidenciando que estas características são, possivelmente, influenciadas por diferentes genes.

Observando-se que a estimativa da herdabilidade do comprimento de teta é de média magnitude, é possível orientar programas de seleção para diminuir o tamanho de teta, tendo como resposta correlacionada a redução do seu diâmetro.

As estimativas de correlações genéticas, fenotípicas e residuais entre as características de tamanho corporal, analisadas duas a duas, são apresentadas no Quadro 21.

As estimativas das correlações genéticas entre as características de tamanho corporal foram, quase todas, de moderadas a altas e positivas. Verifica-se que os valores obtidos foram próximos aos encontrados na literatura (FREEMAN e ROACHE, 1961; NAMJOSHI e KATPATAL, 1983; NELSEN et al., 1985; WINKLER, 1993).

Algumas das correlações estimadas nesse trabalho não foram encontradas na revisão realizada, dificultando, conseqüentemente, o relacionamento e a discussão entre elas. Porém, poucas estimativas destoaram das encontradas na

Quadro 21 - Estimativas de correlações genéticas (\hat{r}_g), fenotípicas (\hat{r}_p) e residuais (\hat{r}_e) entre características de tamanho corporal (circunferência torácica = CTOR; altura de garupa = AG; comprimento corporal = CC; comprimento de garupa = CG; largura nos ísqueos = LIS; e largura nos íleos = LIL)

	CTOR	AG	CC	CG	LIS	LIL
CTOR	-	0,68	0,49	0,68	0,13	0,63
AG	0,43; (0,34)	-	0,60	0,53	0,34	0,46
CC	0,15; (0,10)	0,29; (0,25)	-	0,09	0,27	0,42
CG	0,43; (0,34)	0,46; (0,42)	0,16; (0,19)	-	-0,13	0,26
LIS	0,17; (0,20)	0,22; (0,13)	0,16; (0,14)	0,11; (0,28)	-	0,36
LIL	0,51; (0,47)	0,33; (0,28)	0,20; (0,16)	0,31; (0,34)	0,14; (0,03)	-

\hat{r}_g acima da diagonal; e \hat{r}_p , (\hat{r}_e) abaixo da diagonal.

literatura. A diferença mais acentuada foi observada nas estimativas de correlação genética entre comprimento corporal e comprimento de garupa, apresentando-se próxima de zero, e entre comprimento de garupa e largura nos ísqueos, baixa e negativa.

As principais medidas foram positivamente correlacionadas geneticamente, evidenciando que os seus valores gênicos são bastante dependentes. Segundo TOUCHBERRY (1951), isso é forte evidência dos efeitos múltiplos dos genes que influem no tamanho em geral.

Verificando-se as correlações genéticas entre as medidas de tamanho corporal, pode-se afirmar que, de modo geral, a seleção de uma delas levará a respostas correlacionadas nas outras.

As maiores correlações foram observadas entre altura de garupa e as outras medidas, e, como a altura de garupa apresentou estimativa de herdabilidade moderada dentre as características de tamanho corporal, além de ser de fácil mensuração, sugere-se sua utilização na seleção de tamanho.

Em geral, as correlações fenotípicas e residuais tiveram o mesmo sentido das correlações genéticas, mas com magnitudes inferiores, indicando sinergismo fenotípico entre as características. As correlações residuais indicam que o ambiente influenciou todas as características no mesmo sentido.

As estimativas de correlações genéticas, fenotípicas e residuais entre produção de leite e características de conformação, analisadas duas a duas, são apresentadas no Quadro 22.

As estimativas das correlações genéticas entre produção de leite e características de tamanho corporal foram negativas, considerando-se que a magnitude variou de baixa (produção de leite \times largura nos íleos) a moderadamente alta (produção de leite \times altura de garupa).

Os resultados encontrados neste estudo são diferentes dos obtidos por TOUCHBERRY (1951), JOHANSSON (1964) e HAGGER e HOFER (1991), que verificaram correlações genéticas baixas e não-significativas entre produção de leite e mensurações de corpo. Entretanto, valores de correlações genéticas negativas, porém menores, também foram encontrados por outros autores, como SYRSTAD (1966), MORRIS e WILTON (1976), NORMAN et al. (1988) e KAWAHARA et al. (1996).

As correlações fenotípicas entre produção de leite e características de tamanho corporal foram próximas de zero. Resultados similares foram encontrados por VIJ et al. (1990). Em relação às estimativas das correlações residuais, estas foram pequenas e positivas.

Quadro 22 - Estimativas de correlações genéticas (\hat{r}_g), fenotípicas (\hat{r}_p) e residuais (\hat{r}_e) entre produção de leite e características de conformação (circunferência torácica = CTOR; altura de garupa= AG; comprimento corporal = CC; comprimento de garupa = CG; largura nos ísqueos = LIS; largura nos íleos = LIL; comprimento de teta = CT; diâmetro de teta = DT; e altura de úbere = AU)

Características	CTOR	AG	CC	CG	LIS	LIL	CT	DT	AU
Produção de leite									
\hat{r}_g	-0,37	-0,62	-0,52	-0,33	-0,26	-0,15	-0,08	-0,12	-0,69
\hat{r}_p	0,00	0,02	-0,02	0,07	-0,01	0,09	0,06	0,16	-0,25
\hat{r}_e	0,12	0,28	0,09	0,23	0,15	0,18	0,13	0,22	-0,02

As estimativas de correlações genéticas entre produção de leite e comprimento e diâmetro de teta foram levemente negativas. Resultados semelhantes foram relatados por BATRA e McALLISTER (1984). Observou-se correlação moderadamente alta e negativa entre produção de leite e distância do úbere ao chão, indicando que a seleção para a produção de leite teria como resposta correlacionada úberes mais baixos. Fato também observado por BAKKEN (1981) e MISZTAL et al. (1992), que verificaram em vacas Holandesas que a seleção somente para a produção de leite pode causar efeitos negativos em características de úbere.

De modo geral, as correlações genéticas indicam que a seleção para produção de leite teria como resposta correlacionada a diminuição do tamanho geral da vaca. Porém, em razão do pequeno número de informações deste estudo, as correlações genéticas estimadas podem estar associadas a elevados erros-padrão; portanto, novos estudos devem ser realizados para investigar tais associações e relações, já que não existem informações a esse respeito na raça Gir.

As estimativas de correlações genéticas, fenotípicas e residuais entre idade ao primeiro parto e características de tamanho corporal, analisadas duas a duas, são apresentadas no Quadro 23.

Os autores, de maneira geral, concluem que as correlações genéticas entre características de tamanho corporal e fertilidade em bovinos são próximas de zero.

Considerando os resultados obtidos, verifica-se que as estimativas de correlações genéticas foram de moderadas a baixas e negativas (idade ao primeiro parto \times altura de garupa e idade ao primeiro parto \times largura nos ísqueos), exceto para a estimativa da correlação entre idade ao primeiro parto e comprimento corporal, que foi levemente positiva. HANSET et al. (1989) encontraram correlações negativas significativas entre medidas de tamanho corporal e idade ao primeiro parto e concluíram que a seleção para tamanho pode ter como resposta correlacionada idades mais precoces de parto. WINKLER (1993) não pôde fazer inferências a respeito dessas correlações em seu estudo, em razão do alto erro-padrão das estimativas de correlações genéticas, e sugeriu estudos com maior número de informações.

As estimativas das correlações fenotípicas encontradas neste trabalho foram baixas, próximas de zero, e as correlações de meio ambiente, baixas e positivas.

Dos resultados encontrados neste estudo, verifica-se que as associações entre características tamanho corporal e idade ao primeiro parto também não

Quadro 23 - Estimativas de correlações genéticas (\hat{r}_g), fenotípicas (\hat{r}_p) e residuais (\hat{r}_e) entre idade ao primeiro parto e características de tamanho corporal (circunferência torácica = CTOR; altura de garupa = AG; comprimento corporal = CC; comprimento de garupa = CG; largura nos ísqueos = LIS; e largura nos íleos = LIL)

Características	CTOR	AG	CC	CG	LIS	LIL
Idade ao primeiro parto						
\hat{r}_g	-0,05	-0,37	0,25	-0,06	-0,45	-0,06
\hat{r}_p	0,04	-0,07	0,10	0,09	-0,10	-0,07
\hat{r}_e	0,10	0,21	0,05	0,13	0,25	-0,08

foram consistentes o suficiente para se concluir que a seleção para tamanho pudesse reduzir a idade à primeira parição. De acordo com MACKINNON et al. (1990), de maneira geral, as características tamanho corporal e fertilidade têm suas expressões independentes. Parece que na raça Gir essas associações seguem a mesma tendência, necessitando de mais estudos sobre o assunto.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados 573 registros zootécnicos de vacas primíparas da raça Gir Leiteiro, distribuídas em oito rebanhos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e da Paraíba, com o objetivo de estimar os componentes de covariância das características conformação, produção de leite (PLEI), duração da lactação (DURLAC) e idade ao primeiro parto (IPP), pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML). Esses componentes foram usados no cálculo de herdabilidade e correlações genéticas, fenotípicas e residual.

As medidas de conformação realizadas em vacas à primeira lactação com idade média de 4,05 anos foram: circunferência torácica (CTOR), altura na garupa (AG), comprimento corporal (CC), comprimento de garupa (CG), largura nos ísqueos (LIS) e nos íleos (LIL), comprimento de tetas (CT), diâmetro de tetas (DT) e altura de úbere (AU).

Foram feitas análises de variância, de todas as variáveis estudadas, pelo Método Henderson III, utilizando-se o procedimento GLM disponível NO SAS (Statistical Analyses Systems), o que revelou significância dos efeitos fixos, considerados nos modelos, na maioria das características, sendo importante o ajustamento destas para os efeitos de meio, principalmente na estimação de parâmetros genéticos. As médias de mínimos quadrados e as respectivas herdabilidades foram $2.865,43 \pm 62,49$ kg e 0,28 para PLEI, $289,45 \pm 3,99$ dias e 0,19 para DURLAC, $1.382,22 \pm 15,95$ dias e 0,56 para IPP. Quanto às características de conformação, as estimativas foram as seguintes: $171,04 \pm 0,44$ cm e 0,23 para CTOR, $134,95 \pm 0,24$ cm e 0,37 para AG, $97,20 \pm 0,33$ cm e 0,11 para CC, $39,67 \pm 0,12$ cm e 0,32 para CG, $17,00 \pm 0,12$ cm e

0,48 para LIS, $45,46 \pm 0,17$ cm e 0,24 para LIL, $6,90 \pm 0,09$ cm e 0,46 para CT, $3,31 \pm 0,03$ cm e 0,07 para DT e $63,07 \pm 0,23$ cm e 0,35 para AU.

As estimativas das correlações genéticas (\hat{r}_g) e fenotípicas (\hat{r}_p) entre PLEI e DURLAC foram elevadas ($\hat{r}_g = 0,84$, $\hat{r}_p = 0,68$), entre PLEI e IPP ($\hat{r}_g = 0,49$, $\hat{r}_p = 0,18$) e entre DURLAC e IPP ($\hat{r}_g = 0,66$, $\hat{r}_p = 0,31$).

As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre as características de conformação corporal foram: CTOR-AG (0,68; 0,43), CTOR-CC (0,49; 0,15), CTOR-CG (0,68; 0,43), CTOR-LIS (0,13; 0,17), CTOR-LIL (0,63; 0,51), AG-CC (0,60; 0,29), AG-CG (0,53; 0,46), AG-LIS (0,34; 0,22), AG-LIL (0,63; 0,33), CC-CG (0,09; 0,16), CC-LIS (0,27; 0,16), CC-LIL (0,42; 0,20), CG-LIS (-0,13; 0,11), CG-LIL (0,26; 0,31) e LIS-LIL (0,36; 0,14). Já as \hat{r}_g e \hat{r}_p entre as características de sistema mamário foram: CT-DT (0,66; 0,55), CT-AU (0,08; 0,06), DT-AU (0,24; -0,05), respectivamente.

As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre PLEI e as características de conformação foram: PLEI-CTOR (-0,37; 0), PLEI-AG (-0,62; 0,02), PLEI-CC (-0,52; -0,02), PLEI-CG (-0,33; 0,07), PLEI-LIS (-0,26; -0,01), PLEI-LIL (-0,15; 0,09), PLEI-CT (-0,08; 0,06), PLEI-DT (-0,12; 0,16) e PLEI-AU (-0,69; -0,25).

As \hat{r}_g e \hat{r}_p entre IPP e as características de tamanho corporal foram: IPP-CTOR (-0,05; 0,04), IPP-AG (-0,37; -0,07), IPP-CC (0,25; 0,10), IPP-CG (-0,06; 0,09), IPP-LIS (-0,45; -0,10) e IPP-LIL (-0,06; -0,07).

Com base nesses dados, conclui-se que:

- As estimativas de herdabilidades de produção de leite, duração da lactação e idade ao primeiro parto indicam que é possível obter resposta à seleção destas características, bem como da maioria das características de conformação.
- As elevadas correlações genéticas entre as características de conformação corporal evidenciam que a seleção de uma ou mais medidas levaria a respostas correlacionadas em outras.
- As estimativas de correlações genéticas entre produção de leite e medidas de tamanho corporal, de modo geral, indicam que a seleção para produção de leite teria, como resposta correlacionada, diminuição do tamanho geral da vaca.
- As estimativas de correlações genéticas entre produção de leite e altura de úbere e entre duração da lactação e idade ao primeiro parto indicam que a seleção para produção de leite resultará em vacas com úberes mais baixos, lactações mais longas e maior idade ao primeiro parto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M.S.M. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos das características de produção nas três primeiras lactações em rebanhos da raça Gir.** Jaboticabal, UNESP, 1996. 68p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade do Estado de São Paulo, 1996.
- ALBUQUERQUE, L.G., LÔBO, R.B., GANDINI, C.H. et al. Produções parciais acumuladas de leite em um rebanho Gir. I. Influência de efeitos não-genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 21, 1984, Belo Horizonte, 1984. **Anais...** Belo Horizonte: SBZ, 1984. p.47.
- ANDRADE, V.J., TORRES, J.R., CARNEIRO, G.G. et al. Idade à primeira parição e intervalo entre partos num rebanho Guzerá na área de cerrados em Minas Gerais. **Arq. Esc. Vet. UFMG**, Belo Horizonte, v.29, n.1, p.85-88, 1977.
- BAKKEN, G. Relationship between udder and teat morphology, mastitis and milk production in Norwegian Red cattle. **Acta Agric. Scand.**, v.31, p.438-444, 1981.
- BALAINÉ, D.S. Phenotypic and genetic parameters of some economic traits in Hariana cattle. **Indian J. Dairy Sci.**, Bangalore, v. 24, n. 1, p. 25-31, 1971.
- BALIEIRO, J.C.C. **Aspectos genéticos e fenotípicos em características produtivas e reprodutivas do rebanho leiteiro da Universidade Federal de Viçosa.** Viçosa: UFV, 1996. 109p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- BALIEIRO, E.S., CARNEIRO, G.G., FREITAS, A.F. et al. Causas de variação da idade ao primeiro parto em vacas da raça Guzerá. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 13, 1976, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 1976. p.64-65.

- BATRA, T.R., McALLISTER, A.J. Relationships among udder measurements, milking speed, milk yield, and CMT scores in young dairy cows. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.64, p.807-815, 1984.
- BENINTENDI, R.P., CARDOSO, V.L., FREITAS, M.A.R. et al. Índices zootécnicos de um rebanho da raça Gir em seleção para a produção de leite. **Bol. Ind. Animal**, Nova Odessa, v. 45, n.1, p.119-131, 1988.
- BHATNAGAR, D.S., TANEJA, V.K., BASU, S.B. et al. Genetic parameters for some economic traits in Sahiwal cattle. **Indian J. Dairy Sci.**, Bangalore, v.36, n.4, p.402-406, 1983.
- BLAKE, R.W., McDANIEL, B.T. Relationships among rates of milk flow, machine time, udder conformation, and managemental aspects of milking efficiency: a review. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.16, n.4, p.363-378, 1978.
- BOLDMAN, K.G., FREEMAN, A.E., HARRIS, B.L. et al. Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.75, n.2, p.552-563, 1992.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. et al. **A Manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimative of variances and covariances [DRAFT]**. Lincoln: USDA/ARS, 1995. 120p.
- BRODY, S. **Bioenergetic and growth**. New York: Hafner, 1964. não paginado.
- BRUM, E.W., LUDWICK, T.M. Heritabilities of certain immature and mature body measurements and their correlations with first lactation production of Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.52, n.3, p.352-359, 1969.
- CAMPOS, B.E.S., PIRES, F.L., NASCIMENTO, J. Fatores de meio e de herança que influem sobre a idade à primeira parição nas raças Gir e Guzerá. **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v.38, n.1, p.19-29, 1981.
- CAMPOS, M.S., WILCOX, C.J., BECERRIL, C.M. et al. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in Florida. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.77, n.3, p.867-873, 1994.
- CARDOSO, V.L., PIRES, F.L., FREITAS, M.A.R. et al. Aspectos da produção de um rebanho da raça Gir em seleção leiteira. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 19, 1982, Piracicaba. 1982. **Ánais...** Piracicaba: SBZ, 1982.
- CARTWRIGTH, T.C. Size as a component of breed production efficiency: cow-calf production. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.48, n.4, p.974-980, 1979.

- CASSELL, B.G., VINSON, W.E., WHITE, J.M. et al. Age correction factors for type traits in Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.56, n.9, p.1178-1184, 1973.
- COELHO, M.J.A. **Idade à primeira parição, intervalo entre partos e peso à desmama do rebanho Gir da Fazenda Experimental de Criação de João Pessoa, Umbuzeiro-PB.** Areia: UFP, 1981. 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, 1981.
- COELHO, M.J.A., LEITE, P.R.M., PRIMO, G.B. Idade à primeira parição da raça Gir. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 19, 1982, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 1982. p.224.
- COELHO, M.J.A., PRIMO, G.B., LEITE, P.R.M. et al. Fatores ambientais e genéticos como causa de variação no período de lactação da raça Gir. I. Produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 20, Pelotas, 1983. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983a. p.223.
- COELHO, M.J.A., PRIMO, G.B., LEITE, P.R.M. et al. Fatores ambientais e genéticos como causa de variação no período de lactação da raça Gir. II. Período de lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, Pelotas, 1983. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983b. p.224.
- CONTRERAS RABELO, C.M. Idade ao primeiro parto, período de serviço e intervalo entre partos no rebanho Indubrasil da Estação Experimental de Uberaba. **Arq. Esc. Vet. UFMG**, Belo Horizonte, v.26, p.399, 1974.
- CORRÊA, A.S. Informação sobre o melhoramento do zebu para leite na Fazenda Experimental de Criação em Uberaba. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.10, n.55, p.58-78, 1956.
- DAS, D., BALAINE, D.S. Nongenetic factors affecting economic traits in Hariana cattle. **Indian J. Dairy Sci.**, Bangalore, v.33, n.3, p.406-408, 1980.
- DUARTE-ORTUÑO, A., THORPE, W., TEWOLPE, A. Reproductive performance of purebred and crossbred beef cattle in the tropics of Mexico. **Anim. Prod.**, Neston, v.47, n.1, p.11-20, 1988.
- DUTT, M., TOMAR, S.P.S., Effect of nongenetic factors on the inheritance of age at first calving in Hariana cattle. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.42, n.5, p.333-336, 1972.
- ERF, D.F., HANSEN, L.B., LAWSTUEN, D.A. Inheritance and relationships of workability traits and yield for Holstein. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.75, n.7, p.1999-2007, 1992.

- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman, 1981. 340p.
- FERREIRA, P.R.C., VIANA, H.A. Efeito do ano de nascimento, sexo da cria e grau de sangue na idade à primeira cria de fêmeas Zebu, criadas no Sudoeste de Goiás. **Arq. Esc. Vet. UFMG**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.135-140, 1981.
- FREEMAN, A.E., ROACHE, K.L. Body measurements and their use in predicting milk production. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.44, p.1197, 1961.
- FUNK, D.C., HANSEN, L.B., FUNK, D.A. Adjustment of linear type scores from Holstein classification for age and stage of lactation. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.74, n.2, p.645-650, 1991.
- GANDHI, R.S., GURNANI, M. Lactation-wise heritabilities of some economic traits in Sahiwal cattle. **Ind. J. Anim. Sci.**, Bangalore, v.48, n.1, p.75-77, 1995.
- GHOSE, S.C., HAQUE, M., RAHMAN, M. et al. A comparative study of lactation period and milk yield of different breeds of cattle. **Indian Vet. J.**, Madras, v.57, n.12, p.1009-1014, 1980.
- GOGOI, D.N., GOSWAMP, R.N., DAS, D. First lactation performance of Jersey, Red Sindhi and their F₁ cross under the farm condition of Assam. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.63, n.5, p.569-572, 1993.
- GONÇALVES, T.M. **Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir**. Viçosa, UFV, MG. 1994. 66p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- GUPTA, S.C., BHATANAGAR, D.S. A note on genetic association among different productive and reproductive traits in Tharparkar cows. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.49, n.5, p.383-385, 1979.
- HAGGER, C., HOFER, A. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in the Swiss Braunvieh and Simmental breeds. **Livest. Prod. Sci.**, Amsterdam, v.28, n.3, p.265-271, 1991.
- HANSET, R., MICHAUX, C., DETAL, G. Genetic analysis of some maternal reproductive traits in the Belgian Blue cattle breed. **Livest. Prod. Sci.**, Amsterdam, v.27, n.1/2, p.79-96, 1989.
- HARRIS, B.L., FREEMAN, A.E., METZGER, E. Genetic and phenotypic parameters for type and production in Guernsey dairy cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.75, n.4, p.1147-1153, 1992.

- HARVEY, W.R., LUSH, J.L. Genetic correlation between type and production in Jersey cattle. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.53, p.199-213, 1952.
- HICKMAN, C.G. Teat shape and size in relation to production characteristics and mastitis in dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.47, p.777-782, 1964.
- HIGGINS, S., MOORE, R.K., KENNEDY, B.W. Heritabilities of teat conformation traits and their relationships with somatic cell count in Holsteins. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.60, p.231-239, 1980.
- JAMROZIK, J., SCHAEFFER, L.R., BURNISIDE, E.B. et al. Estimates of heritabilities of Canadian Holstein conformation traits by threshold model. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.71, p.629-632, 1991.
- JOHANSSON, I. The relation between body size, conformation and milk yield in dairy cattle. **Anim. Breed. Abstr.**, Edinburg, v.32, p.421-435, 1964.
- JOSHI, N.R., PHILLIPS, R.W. Zebu cattle of Indian and Pakistan. Roma, **FAO**. 1953. 255p. (Agricultural Studies, 19).
- KAWAHARA, T., SUZUKI, M., IKEUCHI, Y. Genetic parameters of production and type traits and longevity in Holstein population. **Anim. Sci. and Technology**, v.67, n.5, p.463-475, 1996.
- KLASSEN, D.J., MONARDES, H.G., JAIRATH, L. et al. Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.75, n.8, p.2272-2282, 1992.
- KRUG, E.E.B., REDIN, O., KODAMA, H.K., et al. **Manual da produção leiteira**. Porto Alegre: Cooperativa Central Gaúcha, CCGL, 1992. 730p.
- LEDIC, I.L., FARIA, R.S., MACIEL, M.P. et al. Sistema da produção de leite do rebanho Gir da Fazenda Experimental Getúlio Vargas : Resultados técnicos e econômicos do período de novembro de 1985 a outubro de 1986. Belo Horizonte: EPAMIG, 1989. 28p. (EPAMIG Boletim técnico, 29)
- LEDIC, I.L. Investigação sobre produção de leite e peso ao parto em gado Gir. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.21, n.5, p.815-826, 1992.
- LEDIC, I.L. Idade ao primeiro parto de vacas Gir exploradas para leite. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.22, n.3, p.373-450, 1993.
- LEDIC, I.L. Gir Leiteiro. **Rev. dos Criadores**, São Paulo, v.64, n.771, p.23-28, 1994.

- LEITE, P.R.M., BELLIDO, M.M., PACA, F.R. et al. Fatores que influenciam o período de gestação e intervalo entre partos de vacas Gir no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.87-92, 1986.
- LISBOA, S.R., FERNANDES, L.C.O. Efeito do tamanho corporal na fertilidade da primeira e segunda estação de monta, e na produtividade de fêmeas cruza Charolês. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.16, n.3, p.204-214, 1987.
- LÔBO, R.B. **Métodos de avaliação de parâmetros fenotípicos e genéticos em bovinos da raça Pitangueiras**. Ribeirão Preto: USP, 1980. Dissertação (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, 1980.
- LÔBO, R.B., DUARTE, F.A.M. Contribuição para o estudo genético da idade ao primeiro parto de vacas Pitangueiras (5/8 Red Poll x 3/8 Zebu). I. Efeitos de fatores não genéticos. **Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. USP**, São Paulo, v.14, n.1, p.93-100, 1977.
- LÔBO, R.B., OLIVEIRA FILHO, E.B., DUARTE, F.A.M. et al. Estudo da idade à primeira fecundação, período de gestação e período seco e sua influência na produção de leite de um rebanho Gir. In: REUNIAO ANUAL DA SBZ, 19, 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 1992.
- LUCAS, J.L., PEARSON, R.E., VINSON, W.E. et al. Experimental linear descriptive type classification. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.67, n.8, p.1767-1775, 1984.
- LUSH, J.L. **Animal breeding plans**. Ames: Iowa College State, 1945. 443p.
- MACKINNON, M.J., HETZEL, D.J.S., COBERT, N.J. et al. Correlated responses to selection for cow fertility in a tropical beef herd. **Anim. Prod.**, Neston, v.50, n.3, p.417-424, 1990.
- MADALENA, F.E. A note of the effect of variation length on the efficiency of tropical cattle selection for milk production. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.76, n.6, p.830-834, 1988.
- MAGNABOSCO, C.U., LÔBO, R.B., BEZERRA, L.A.F. et al. Estimative of genetic change in milk yield in a Gir herd in Brazil. **Rev. Brasil. Genet.**, Ribeirão Preto, v.16, n.4, p.957-965, 1993.
- MARIANTE, A.S., HARGROVE, D.D. Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos em um rebanho Nelore. In: REUNIAO ANUAL DA SBZ, 16, 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBZ, 1979. p.17.

- MARTINS FILHO, R. **Fatores genéticos e de ambiente como causa de variação na duração da lactação em bovinos da raça Caracu.** Belo Horizonte, UFMG, 1983. 48p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal).
- MELLO, A.A. **Resposta à seleção em características de importância econômica em um rebanho da raça Gir.** Belo Horizonte, UFMG, 1994. 97p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal).
- MIRANDA, J.J.F., PEREIRA, C.S., PEREIRA, J.C.C. et al. Fatores ambientes e genéticos relacionados com a idade à primeira cria e intervalo entre partos no rebanho Guzerá da fazenda Canoas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 23, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p.261.
- MISZTAL, I., LAWLOR, T.J., SHORT, T.H. et al. Multiple-trait estimation of variance components of yield traits using an animal model. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.75, n.2, p.544-551, 1992.
- MORRIS, C.A., WILTON, J.W. Influence of body size on the biological efficiency of cows: a review. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.56, n.4, p.613-647, 1976.
- NAMJOSHI, M., KATPATAL, B.G. Studies on variance and relationship among body surface area, body weight and linear measurements of zebu-*taurus* crosses. **Indian J. Anim. Sci.**, Bangalore, v.53, n.11, p.1167-1171, 1983.
- NELSEN, T.C., SHORT, R.E., REYNOLDS, W.L. et al. Palpated and visually assigned condition scores compared with weight, height and heart girth in Hereford and crossbreed cows. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.60, n.2, p.363-368, 1985.
- NGERE, L.O., McDOWELL, R.E., BHATTACHARYA, S. et al. Factors influencing milk yield of Haryana cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.36, n.3, p.457-465, 1973.
- NORMAN, H.D., POWELL, R.L., WRIGHT, J.R. et al. Phenotypic and genetic relationship between linear functional type traits and milk yield for five breeds. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.71, p.1880, 1988.
- NORMAN, H.D., VANVLECK, L.D. Type appraisal: II. Variation in type traits due to sires, herds, and years. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.55, n.12, p.1717-1725, 1972.

- NORTHCUTT, S.L., WILSON, D.E., WILLHAM, R.L. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.70, n.5, p.1342-1345, 1992.
- ODEDRA, B.A., KAUSHIK, S.N., KATPATAL, B.G. Sources of variation in milk production in Gir cattle. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.48, n.1, p.1-6, 1978a.
- ODEDRA, B.A., KAUSHIK, S.N., KATPATAL, B.G. Studies on reproductive characteristics of Gir cattle. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.48, n.5, p.371-373, 1978b.
- OLIVEIRA FILHO, E.B. Idade a primeira cria, período de serviço e intervalo entre partos em um rebanho Nelore. **Arq. Esc. Vet. UFMG**, Belo Horizonte, v.26, n.3, p.397-398, 1974.
- OLIVEIRA FILHO, E.B., LÔBO, R.B., DUARTE, F.A.M. Eficiência reprodutiva de vacas Gir exploradas para leite. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.9, n.1, p.21-33, 1985.
- PARANHOS, R. **Fatores que influem na idade à primeira cria, no intervalo entre partos e no peso ao nascer de animais Nelore.** Viçosa, UFV, MG. 1982, 71p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- PIRCHNER, F. **Population genetics in animal breeding.** London: Plenum, 1983. 340p.
- PIRES, F.L., BENINTENDI, P.P., SANTIAGO, A.A. Idade na época da primeira cria e intervalo interparto em bovinos da raça Guzerá, de seleção leiteira. **Bol. Ind. Animal**, Nova Odessa, v.24, p.123-127, 1967.
- PIRES, R.M.L., PIRES, F.L., NAUFEL, F. Aspectos da eficiência reprodutiva de um plantel da raça Guzerá. **Bol. Ind. Animal**, Nova Odessa, v.34, n.2, p.237-242, 1977.
- PRAJAPATI, K.B., RADADIA, N.S., TAJANE, K.R. et al. Relationship between different measures of body size Mehsana buffaloes. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.61, p.88-90, 1991.
- PRASAD, R.J., PRASAD, R.B. A study on genetic and phenotypic parameters of some economic characters at Tharparkar cattle. **Indian Vet. J.**, Madras, v. 49, n.12, p.1199-1206, 1972.
- QUEIROZ, S.A., LÔBO, R.B., MARTINEZ, M.L. Efeito do endogamia sobre algumas características reprodutivas e produtivas de vacas da raça Gir

exploradas para leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.92.

RAMOS, A.A. **Estudo das características reprodutivas e produtivas de zebuínos leiteiros da raça Gir nos trópicos.** Botucatu: UNESP, 1984. 224p. Dissertação (Livre Docência) - Universidade do Estado de São Paulo - 1984.

RAMOS, A.A., LOBO, R.B., POLASTRE, R. Estudo dos efeitos de fatores ambientes sobre as produções de leite e gordura de bovinos da raça Gir, em Mococa, SP. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 19, 1982, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 1982. p.215.

RAZOOK, A.G., LIMA, F.P., BONILHA NETO, L.M. et al. Respostas correlacionadas à seleção para peso pós-desmame sobre características morfológicas de bovinos Nelore. **Bol. Ind. Animal**, Nova Odessa, v.47, n.1, p.11-18, 1990.

REHFELD, O.A.M. **Efeitos de alguns fatores de meio sobre a produção de leite no rebanho zebu leiteiro da Estação Experimental de Uberaba.** Belo Horizonte, UFMG: 1975. 75p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1975.

RENNIE, J.C., BATRA, T.R., FREEMAN, M.G. et al. Environmental and genetic parameters for type traits in Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.54, p.775, 1971.

SANTIAGO, A.A. **Gir Leiteiro da Fazenda Brasília.** São Pedro dos Ferros: s.ed., 1989. 25p.

SANTOS, E.S., LEITE, P.R.M., LÔBO, R.B. Progresso genético do rebanho Gir leiteiro de Umbuzeiro, PB. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.25, n.9, p.1339-1348, 1990.

SAS Institute. **SAS user's guide: statistics.** 5 ed. Cary, 1988. não paginado.

SHORT, T.H., LAWLOR, T.J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd lifes Holsteins. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.75, n.7, p.1987-1998, 1992.

SHUKLA, R.K., PRASAD, R.B. Genetic and phenotypic studies of lactation lenght in Gir cattle. **Indian Vet. J.**, Madras, v.47, n.2, p.140-145, 1970.

SHUKLA, R.K., PRASAD, R.B. Study on age at first calving in Gir cattle. **Indian Vet. J.**, Madras, v.48, n.7, p.717-21, 1971.

- SILVA, S.B. Idade à primeira cria e intervalo entre partos na raça Guzerá. **Arq. Esc. Vet. UFMG.**, Belo Horizonte, v.23, s.n., p.336, 1971.
- SILVA, M.A., GONÇALVES, G.G., TORRES, R. et al. Fatores que afetam a variação da produção de leite em vacas da raça Gir. **Rev. Soc. bras. Zootec.**, Viçosa, v.5, n.2, p.158-172, 1976.
- SINGH, S.B., DESAI, R.N. Inheritance of some economic characters in Haryana cattle. I. Age at first calving; II. Peak yield; III. Milk yield, IV. Lactation period. **Indian J. Dairy Sci.**, Bangalore, v.45, n.5, p.407-413, 1968.
- SINGH, V.P., SINGH, R.V., SINGH, C.V. et al. Genetic studies on reproductive efficiency traits in Sahiwal and its crosses with Jersey and Red Dane. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.60, n.1, p.90-2, 1990.
- SMOTHERS, C.D., PEARSON, R.E., HOESCHELE, I. et al. Herd final score and its relationship to genetic and environmental parameters of conformation traits of United States Holsteins. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.76, n.6, p.1671-1677, 1993.
- SOLANKI, J.V., PATEL, M.M., SHUKLA, P.K. Study on genetic and phenotypic correlation between some economically important traits of Gir cattle. **Anim. Breed. Abs.**, Edinburg, v.44, p.580, 1976.
- SOUZA, E.M. **Estudo de fatores genéticos e de meio que influenciam o desempenho de rebanhos Gir leiteiro.** Viçosa, UFV, MG. 1991. 103p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- SOUZA, E.M., MILAGRES, J.C., MARTINEZ, M.L. et al. Efeitos de fatores genéticos e de meio ambiente sobre duração do período de lactação em rebanhos de Gir Leiteiro. **Rev. Soc. bras. Zootec.**, Viçosa, v.24, n.1, p.150-163, 1995a.
- SOUZA, E.M., MILAGRES, J.C., SILVA, M.A. et al. Influências genéticas e de meio ambiente sobre a idade ao primeiro parto em rebanhos de Gir leiteiro. **Rev. Soc. bras. Zootec.**, Viçosa, v.24, n.6, p.926-935, 1995b.
- SYRSTAD, O. Studies on dairy herd records. IV. Estimates of phenotypic and genetic parameters. **Acta Agric. Scand.**, v.16, p.79-96, 1966.
- TABARELLI NETO, J.F., RIBEIRO NETO, A., BARROS, H.M. Nota sobre a idade por ocasião do primeiro parto de novilhas Zebu da raça Indubrasil, em regime de criação extensiva. **Rev. Fac. Med. Vet. USP**, São Paulo, v.7, n.2, p.337-340, 1965.

- TEIXEIRA, N.M. **Causas de variação da produção de leite do rebanho Gir da fazenda Brasília, Minas Gerais.** Viçosa, UFV, MG. 1974. 62p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1974.
- TEMPELMAN, R.J., BURNSIDE, E.B. Additive and non-additive genetic variation for conformation traits in canadian Holsteins. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.73. n.8, p.2214-2220, 1990.
- TEODORO, R.L. **Estudo comparativo do desempenho de vacas mestiças Holandês:Gir e vacas do cruzamento tríplice Jersey ou Suíça x Holandês:Gir.** Viçosa: UFV, 1991. 156p. Dissertação (Doutorado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- TORRES JÚNIOR, R.A.A. **Eficiência das informações de diferentes grupos contemporâneos na avaliação genética de suínos utilizando modelos mistos em procedimentos uni e multivariados.** Viçosa: UFV, 1996. 117p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- TOUCHBERRY, R.M. Genetic correlations between five body measurements, weight, type and production in the same individual among Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.34, n.3, p.242-55, 1951.
- TOUCHBERRY, R.M., LUSH, J.L. The accuracy of linear body measurements of dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.33, n.1, p.72-80, 1950.
- VACCARO, L.P. Some aspects of the performance of european and crossbreed dairy cattle in tropics, Part. 4. Growth, size and age at first calving in Brown Swiss, Jersey and other breeds and their crosses. **Anim. Breed. Abstr.**, Edinburg, v.43, n.12, p.645-656, 1975.
- VANRADEN, P.M., JENSEN, E.L., LAWLOR, T.J. et al. Prediction of transmitting abilities for Holstein type traits. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.73, n.1, p.191-197, 1990.
- VERNEQUE, R.S. **Fatores genéticos e de meio em características produtivas e reprodutivas de um rebanho Gir Leiteiro.** Viçosa. UFV, 1982. 93p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- VERNEQUE, R.S. **Procedimentos numéricos e estimação de componentes de covariância em análise multivariada pelo método da máxima verossimilhança restrita - modelos mistos aplicados ao melhoramento animal.** Piracicaba: ESALQ, 1994. 157p. Dissertação (Doutorado em Estatística) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1994.

VIJ, P.K., BALAIN, D.S., GEORGE, M. et al. Linear type traits and their influence on milk production in Tharparkar cattle. **Indian J. Anim. Sci.**, New Delhi, v.60, n.7, p.845-852, 1990.

VISSCHER, P.M., GODDARD, M.E. Genetic parameters for milk yield, survival, workability, and type traits for Australian dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.78, n.1, p.205-220, 1995.

WILCOX. C.J., PFAU, K.O., MATHER, R.E. et al. Effects of season, age, and stage of lactation upon type ratings of Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.41, p.1065-1071, 1958.

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) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A - Matrizes de covariância¹ estimadas atribuídas aos efeitos genético aditivo (\hat{A}_o) e residual (\hat{E}_o)

$$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} & \hat{\sigma}_{a13} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 & \hat{\sigma}_{a23} \\ \hat{\sigma}_{a31} & \hat{\sigma}_{a32} & \hat{\sigma}_{a3}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 201379,08056 & 9367,08865 & 34634,87007 \\ 9367,08865 & 620,89387 & 2602,47268 \\ 34634,87007 & 2602,47268 & 25001,43501 \end{bmatrix}$$

$$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} & \hat{\sigma}_{e13} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 & \hat{\sigma}_{e23} \\ \hat{\sigma}_{e31} & \hat{\sigma}_{e32} & \hat{\sigma}_{e3}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 374463,41005 & 17665,02267 & -6067,72293 \\ 17665,02267 & 2153,59993 & 715,06820 \\ -6067,72293 & 715,06820 & 17125,00297 \end{bmatrix}$$

1. Os índices 1, 2 e 3 referem-se às características produção de leite, duração da lactação e idade ao primeiro parto, respectivamente.

Quadro 2A - Matrizes de covariância¹ estimadas atribuídas aos efeitos genético aditivo (\hat{A}_o) e residual (\hat{E}_o)

$$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} & \hat{\sigma}_{a13} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 & \hat{\sigma}_{a23} \\ \hat{\sigma}_{a31} & \hat{\sigma}_{a32} & \hat{\sigma}_{a3}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,7810 & 0,0590 & 0,1369 \\ 0,0590 & 0,0102 & 0,0480 \\ 0,1369 & 0,0480 & 3,8921 \end{bmatrix}$$

$$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} & \hat{\sigma}_{e13} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 & \hat{\sigma}_{e23} \\ \hat{\sigma}_{e31} & \hat{\sigma}_{e32} & \hat{\sigma}_{e3}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,9372 & 0,2371 & 0,1076 \\ 0,2371 & 0,1587 & -0,1190 \\ 0,1076 & -0,1190 & 7,3068 \end{bmatrix}$$

1. Os índices 1, 2 e 3 referem-se às características comprimento de teta, diâmetro de teta e altura de úbere, respectivamente.

Quadro 3A - Matrizes de covariância¹ estimadas atribuídas aos efeitos genético aditivo (\hat{A}_o) e residual (\hat{E}_o) para produção de leite e características de conformação

Características	Circunferência torácica	Altura de garupa	Comprimento corporal
Produção de leite			
$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 151221,42410 & -441,94729 \\ -441,94729 & 9,34782 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 125852,30938 & -444,40040 \\ -444,40040 & 4,13842 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 159189,19238 & -336,90253 \\ -336,90253 & 2,65019 \end{bmatrix}$
$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 406960,10624 & 430,15171 \\ 430,15171 & 31,95409 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 429226,90672 & 500,91541 \\ 500,91541 & 7,43058 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 400030,79095 & 276,31966 \\ 276,31966 & 21,18451 \end{bmatrix}$

1. Os índices 1 e 2 referem-se à produção de leite e às características de conformação, respectivamente.

Quadro 3A, Cont.

Características	Comprimento de garupa	Largura nos ísqueos	Largura nos íleos
Produção de leite			
$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 139874,10520 & -121,63912 \\ -121,63912 & 0,95150 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 164265,58952 & -119,29750 \\ -119,29750 & 1,28921 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 159768,07897 & -66,62963 \\ -66,62963 & 1,29396 \end{bmatrix}$
$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 417011,28683 & 219,64352 \\ 219,64352 & 2,25993 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 395471,95793 & 113,02061 \\ 113,02061 & 1,36093 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 399597,60475 & 224,98211 \\ 224,98211 & 4,03003 \end{bmatrix}$

1. Os índices 1 e 2 referem-se à produção de leite e às características de conformação, respectivamente.

Quadro 3A, Cont.

Características	Comprimento de teta	Diâmetro de teta	Altura de úbere
Produção de leite			
$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 156555,07678 & -28,16639 \\ -28,16639 & 0,76844 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 151561,52985 & -4,70378 \\ -4,70378 & 0,01070 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 181039,33114 & -587,88034 \\ -587,88034 & 4,06030 \end{bmatrix}$
$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 402280,38602 & 82,43970 \\ 82,43970 & 0,94843 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 407190,22211 & 54,73574 \\ 54,73574 & 0,15842 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 382328,67695 & -39,55186 \\ -39,55186 & 7,17757 \end{bmatrix}$

1. Os índices 1 e 2 referem-se à produção de leite e às características de conformação, respectivamente.

Quadro 4A - Matrizes de covariância¹ estimadas atribuídas aos efeitos genético aditivo (\hat{A}_o) e residual (\hat{E}_o) para idade ao primeiro parto e características de conformação

Características	Circunferência torácica	Altura de garupa	Comprimento corporal
Idade ao primeiro parto			
$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 23801,3653 & -21,9756 \\ -21,9756 & 9,5000 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 24114,1873 & -121,5193 \\ -121,5193 & 4,4923 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 23633,3876 & 64,6309 \\ 64,6309 & 2,9058 \end{bmatrix}$
$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 18091,9799 & 72,2484 \\ 72,2484 & 31,8332 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 17828,7080 & 75,6370 \\ 75,6370 & 7,1190 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 18232,6082 & 32,1194 \\ 32,1194 & 21,0361 \end{bmatrix}$

1. Os índices 1 e 2 referem-se à produção de leite e às características de conformação, respectivamente.

Quadro 4A, Cont.

Características	Comprimento de garupa	Largura nos ísqueos	Largura nos íleos
Idade ao primeiro parto			
$\hat{A}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{a1}^2 & \hat{\sigma}_{a12} \\ \hat{\sigma}_{a21} & \hat{\sigma}_{a2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 23954,0509 & 8,7769 \\ 8,7769 & 0,9903 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 22078,4974 & -74,4957 \\ -74,4957 & 1,2294 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 23366,8767 & -10,0628 \\ -10,0628 & 1,2839 \end{bmatrix}$
$\hat{E}_o = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{e1}^2 & \hat{\sigma}_{e12} \\ \hat{\sigma}_{e21} & \hat{\sigma}_{e2}^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 17961,3749 & 25,9481 \\ 25,9481 & 2,2375 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 19503,0025 & 40,7890 \\ 40,7890 & 1,4165 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 18455,3550 & -21,1275 \\ -21,1275 & 4,0478 \end{bmatrix}$

1. Os índices 1 e 2 referem-se à produção de leite e às características de conformação, respectivamente.