



**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS
GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA EM UM REBANHO DE SUÍNOS
LARGE WHITE**

GASTÓN ANDRÉS FERNANDEZ GINÉ

2002

GASTÓN ANDRÉS FERNANDEZ GINÉ

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS DE CARÇA EM UM REBANHO DE SUÍNOS
LARGE WHITE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
JULHO - 2002**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Fernandez Giné, Gastón Andrés

Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça em um rebanho de suínos Large White / Gastón Andrés Fernandez Giné. -- Lavras : UFLA, 2002.

65 p. : il.

Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Suíno. 2. Carcaça. 3. Rendimento. 4. Característica. 5. Parâmetro genético. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.4

GASTÓN ANDRÉS FERNANDEZ GINÉ

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM UM REBANHO DE SUÍNOS
LARGE WHITE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 25 de julho de 2002

Prof. Antônio Ilson Gomes de Oliveira - UFLA

Prof. Idalmo Garcia Pereira - UFLA

Prof. José Augusto de Freitas Lima - UFLA

Prof. Eduardo Pinto Filgueiras - UFLA



Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Ao meus pais, Gastón Juan e Maria
Fernanda, e à minha
companheira , Tatiana Senra
Motta.

OFEREÇO

Dedico a todos os animais que
morrem em prol da ciência
e humanidade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto.

Ao Professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela oportunidade, simplicidade, amizade e orientação.

Ao Professor Idalmo Garcia Pereira, pela atenção prestada e colaboração para a realização das análises estatísticas.

Ao Professor Antonio Ilson Gomes de Oliveira, pelo auxílio na criação, organização e concretização deste trabalho.

Aos Professores José Augusto de Freitas Lima e Eduardo Pinto Filgueiras, pelas sugestões.

Ao Professor Tarcísio de Moraes Gonçalves, pelo apoio e colaboração.

Aos Professores e Pós-Graduandos do Departamento de Ciências Básicas da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga-SP.

Aos secretários do DZO Pedro Adão Pereira, Keila Cristina de Oliveira, Carlos Henrique de Souza e Mariana Cornélio.

Aos funcionários Hélio Rodriguez, José Antônio de Carvalho, José Leandro Neto, José Geraldo Vilas Boas, Ednaldo Alves de Carvalho, Hemani Fernandes da Silva e Gilberto Fernandes Alves, pela amizade e ajuda no manejo dos animais e na coleta de dados.

Aos alunos e estagiários, Luiz Roberto Bueno Rosa (Betão), Marcelo de Andrade Pereira, José Nélio de Sousa Sales, Daniela Guimarães Dias, Paloma Sá Queiroz, Carlos André Oliveira Denoli Vergueiro, Paula dos Reis Inácio de Souza, Bianca Gomyde Ventura, Tatiana Senra Motta e Fabiana Ribau, pela dedicação e esforço despendido na condução deste trabalho ao longo destes anos.

Aos meus pais, Gastón Juan Fernandez Ramirez e Maria Fernanda Georgina Giné Rosias, por transmitir amor, incentivo e confiança.

À minha companheira Tatiana Senra Motta e família, pelo carinho, conforto e compreensão.

Aos músicos do grupo “Trem Doido” e “Zabumbelê”, em especial a Reginaldo Alves, pela paciência, companheirismo e alegria, que me ajudaram a ultrapassar os momentos difíceis.

A todos que, direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

GASTÓN ANDRÉS FERNANDEZ GINÉ, filho de Gastón Juan Fernandez Ramirez e Maria Fernanda Georgina Giné Rosias, nasceu em Santiago do Chile, em 01 de agosto de 1975, transferindo-se para o Brasil, em 07 de março de 1976.

No ano de 1999, concluiu o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, MG.

Durante o período de outubro de 1999 a março de 2000 atuou como bolsista de aperfeiçoamento na área de Produção Animal na Universidade Federal de Lavras.

Em março de 2000 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras com área de concentração em Produção Animal.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Parâmetros genéticos	3
2.1.1 Herdabilidade das características de carcaça de suínos	3
2.1.2 Correlações entre características de carcaça.....	9
2.2 Estimação de parâmetros genéticos	14
2.2.1 Métodos de estimação.....	15
2.3 O modelo animal	19
2.4 Efeito comum de leitegada.....	20
2.5 Efeitos não genéticos nas características de carcaça	21
2.5.1 Efeito de ano e estação.....	22
2.5.2 Efeito do sexo.....	24
2.5.3 Influência do peso de abate.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Obtenção dos dados.....	28
3.2 Classificação e dissecação das carcaças.....	29
3.3 Características analisadas.....	30
3.3.1 Características de classificação	30
3.3.2 Características de dissecação.....	31
3.3.3 Taxa de crescimento em músculo (TCM).....	32
3.4 Preparação e descrição dos dados.....	33
3.5 Parâmetros estimados	35
3.6 Análises estatísticas	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Estimativas de herdabilidade (\hat{h}^2)	40
4.2 Correlações	43
4.2.1 Correlações entre características de classificação e dissecação	45
4.2.2 Correlações entre características de classificação e a taxa de crescimento em músculo	47

5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1. Estimativas de herdabilidade para rendimento de carcaça e comprimentos de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e pelo Método Americano (MA)	4
TABELA 2. Estimativas de herdabilidade para rendimento de pernil e espessura de toucinho média	5
TABELA 3. Estimativas de herdabilidade para espessura de toucinho (P_2) e área de olho de lombo	6
TABELA 4. Estimativas de herdabilidade para relação carne:gordura, porcentagem de cortes magros e porcentagem de carne	7
TABELA 5. Estimativas de herdabilidade para porcentagem de gordura, relação gordura:carne e taxa de crescimento em músculo	8
TABELA 6. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_p) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação	11
TABELA 7. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_p) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação	12
TABELA 8. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_p) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação	13
TABELA 9. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_p) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação	14
TABELA 10. Número de registros de animais avaliados por grupo contemporâneo em cada arquivo	34
TABELA 11. Número de reprodutores, matrizes e progênes avaliadas por ano, no primeiro arquivo	34
TABELA 12. Número de reprodutores, matrizes e progênes avaliadas por ano, no segundo arquivo	34
TABELA 13. Número de observações (n), médias e desvios padrão das características de carcaças de suínos Large White	38

TABELA 14. Estimativas de herdabilidade para características de carcaça de suínos em análises univariadas e bivariadas	41
TABELA 15. Correlações genéticas (r_G) entre características de classificação e de dissecação de carcaça de suínos da raça Large White	44
TABELA 16. Correlações fenotípicas (r_P) entre características de classificação e de dissecação de carcaça de suínos da raça Large White	44

RESUMO

FERNANDEZ GINÉ, Gastón Andrés. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça em um rebanho de suínos Large White. Lavras: UFLA, 2002. 65p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)¹.

Com o objetivo de estimar parâmetros genéticos em características de carcaça de suínos, foram utilizados dados de rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça pelo MBCC (CCMB), comprimento de carcaça pelo método americano (CCMA), espessura de toucinho média (ETM), espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorsal (P_2), área de olho de lombo (AOL), relação carne:gordura (RCG), rendimento de pernil (RP), porcentagens de carne (PC), gordura (PG) e cortes magros (PCM), relação peso da gordura/peso da carne (RGC) e taxa de crescimento em músculo (TCM), obtidos de 704 suínos Large White. Coeficientes de herdabilidade (h^2) e correlações genéticas (r_G) e fenotípicas (r_P) foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), usando modelo que inclui efeitos fixos (sexo e grupo contemporâneo) e aleatórios (efeitos genéticos e residuais). O efeito comum de leitegada não foi utilizado no modelo, devido ao pequeno tamanho do arquivo de dados e à detecção de um confundimento entre os efeitos fixos e aleatórios. Utilizou-se covariável “peso de abate” para RC e “peso da carcaça fria” para as demais características, quando necessário. As estimativas de h^2 para RC, CCMB, CCMA, ETM, P_2 , AOL, RCG, RP, PC, PG, PCM, RGC, e TCM foram respectivamente 0,39; 0,34; 0,19; 0,17; 0,16; 0,27; 0,15; 0,12; 0,45; 0,36; 0,32; 0,39 e 0,37. A ETM, P_2 e RCG foram as características mais correlacionadas com os teores de carne e gordura da carcaça, tendo correlações positivas com PG e RGC, variando de 0,66 a 0,92, e negativas com PC e PCM, variando de -0,56 a -0,86. A AOL, o CCMA e o RP tiveram correlações intermediárias e o CCMB e RC tiveram pouca correlação genética com esses teores. De maneira geral, a mesma tendência foi observada para as correlações fenotípicas. As características AOL e RCG tiveram as maiores correlações genéticas e fenotípicas com a TCM, demonstrando que, além de melhorar a qualidade da carcaça do animal, essas características de classificação permitem melhorar a taxa de produção de carne, através de seleção. Por outro lado, as medidas de comprimento de carcaça (CCMB e CCMA) e espessura de toucinho (ETM e P_2) tiveram correlações genéticas com TCM que desfavorecem a qualidade da carcaça, indicando a necessidade de se trabalhar com índice de seleção para

¹ Comitê orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA (Orientador); Antônio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA; Idalmo Garcia Pereira – UFLA

estas características. Com exceção da AOL e RCG, as características de classificação demonstraram não serem correlacionadas fenotipicamente com a TCM.

ABSTRACT

FERNANDEZ GINÉ, Gastón Andrés. Estimate of genetic parameters for carcass traits in Large White swine herd. Lavras:UFLA, 2002. 65p. (Dissertation - Master of Science in Animal Science)¹.

In order to estimate the genetic parameters of swine carcasses, data of dressing percentage (RC), carcass length by MBCC (CCMB), carcass length by the American method (CCMA), average backfat thickness (ETM), backfat thickness at 6.5 cm from the dorsal line (P_2), loin eye area (AOL), lean:fat ratio (RCG), ham yield (RP), lean and fat percentages (PC and PG), lean cuts percentage (PCM), fat weight:lean weight ratio (RGC), and lean tissue growth rate (TCM) obtained from 704 swine of the Large White breed. Heritability coefficients (h^2), and genetic (r_G) and phenotypic (r_P) correlations were estimated by the Restricted Maximum Likelihood Method (REML) using model which include fixed effects (sex and contemporary group), and randoms (genetic and residual effects). The common litter effect was not utilized in the model, due to the small size of data file, and the detection of a confounding of the fixed and random effects. The covariables "slaughter weight" for RC and "cold carcass weight" for the other traits, were used when necessary. The estimates of h^2 for RC, CCMB, CCMA, ETM, P_2 , AOL, RCG, RP, PC, PG, PCM, RGC, TCM were 0.39, 0.34, 0.19, 0.17, 0.16, 0.27, 0.15, 0.12, 0.45, 0.36, 0.32, 0.39 and 0.37 respectively. ETM, P_2 and RCG were the most genetically correlated traits with the carcass fat and meat contents. They showed positive correlations with PG and RGG, ranging from 0.66 to 0.92 and negative with PC and PCM ranging from 0.56 to -0.86. The AOL, CCMA and RP presented intermediary and the CCMB and RC showed little genetic correlation with those contents. In general, the same trend was observed for the phenotypic correlations. The AOL and RCG presented the greatest genetic and phenotypic correlation with the TCM showing that in addition to improving the animal's carcass quality, those classification traits enable to improve the lean production rate through selection. On the other hand, the carcass length (CCMB and CMMA) and backfat thickness (ETM and P_2) had genetic correlations with TCM which disfavor the carcass quality. With

¹ Guidance Committee: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA (Adviser); Antônio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA; Idalmo Garcia Pereira – UFLA.

the exception of the AOL and RCG the classification traits showed not be correlated phenotypically with the TCM.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso de um programa de melhoramento genético depende, em sua elaboração, do conhecimento de estimativas precisas e confiáveis dos parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais da população a ser melhorada.

Diversos trabalhos têm sido conduzidos para estimar parâmetros genéticos e fenotípicos em populações de suínos, utilizando diferentes métodos de estimação. Estes métodos vêm se tornando mais precisos à medida que novas técnicas computacionais e novas teorias são propostas.

A confiabilidade e a precisão das estimativas de componentes de (co)variância dependem dos dados de que se dispõem para analisar, além do método estatístico e dos modelos utilizados. O método da máxima verossimilhança restrita (REML) tem se constituído no método preferido, segundo vários melhoristas, para estimação de componentes de (co)variância em animais.

Dentre as diversas características de importância econômica na exploração de suínos, as de carcaça e desempenho em deposição de carne têm, nos últimos anos, merecido grande atenção. Isto se deve ao pagamento baseado na tipificação e bonificação das carcaças, realizado pela indústria de processamento de carne suína, que passou a exigir carcaças com maior quantidade de carne (em porcentagem e peso), menor quantidade de gordura e qualidade adequada para gerar maiores rendimentos nos processos industriais. Também se deve à necessidade de reduzir os custos de produção e tornar a carne suína mais acessível ao consumidor e mais rentável ao produtor.

Estimativas de parâmetros genéticos para a maioria das características de carcaça, empregando-se métodos modernos de estimação de componentes de (co)variância, ainda são escassas na literatura. Além disso, poucos foram os

trabalhos que envolveram medidas de classificação, dissecação e de taxa de crescimento em músculo.

Assim, objetivou-se, com o presente trabalho, estimar parâmetros genéticos de características de classificação e dissecação de carcaças, e da taxa de crescimento em músculo, em um rebanho de suínos da raça Large White, utilizando-se o método da máxima verossimilhança restrita (REML).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Parâmetros genéticos

O conhecimento das propriedades genéticas das populações baseia-se nos parâmetros genéticos, que são obtidos por meio de componentes de variância. Dentre os parâmetros genéticos, a herdabilidade (\hat{h}^2) e a correlação genética são os de maior interesse, considerados fundamentais para o planejamento de um programa de melhoramento.

2.1.1 Herdabilidade das características de carcaça de suínos

A herdabilidade de determinada característica é definida como a porção da variância fenotípica total, causada pela variação dos valores genéticos aditivos (variância aditiva) dos indivíduos de uma população (Silva, 1980). Ou seja, é o quanto da expressão fenotípica de uma característica deve-se a fatores genéticos aditivos. Quando a estimativa de herdabilidade é alta, significa que a observação do fenótipo constitui indicação segura do valor genético do indivíduo.

O conhecimento da herdabilidade é necessário para se determinar quanto da superioridade dos indivíduos selecionados pode ser transmitida para os seus descendentes. Isto possibilitará o cálculo do ganho genético anual esperado no processo seletivo, indicando as perspectivas de progresso genético para a característica sob seleção.

Nas Tabelas de 1 a 5 são apresentadas estimativas de herdabilidade de características de carcaça obtidas na literatura, as quais estão ordenadas por

característica avaliada, autor ou autores, número de dados analisados, peso de abate, raça dos animais e método de estimação.

TABELA 1. Estimativas de herdabilidade para rendimento de carcaça e comprimentos de carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e pelo Método Americano (MA)

Características	n ^a	Peso ^b	Raça ^c	Método ^d	\hat{h}^2	Referências
Rendimento de carcaça	869	–	LD, LW, D	LS	0,55	Costa et al. (1986)
	312	90	LW	LS	0,19	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,19	Collao Saenz (1994)
	1256	90	LW	REML	0,43	Hicks et al. (1998)
Comprimento de carcaça (MBCC)	869	–	LD, LW, D	LS	0,57	Costa et al. (1986)
	4.978	100	LW	LS	0,63	Catalan (1986)
	312	90	LW	LS	0,13	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,30	Collao Saenz (1994)
	540	100	D	REML	0,44	Roso et al. (1995)
	1.256	90	LW	REML	0,56	Hicks, Tsutomu e Schinckel (1998)
Comprimento de carcaça (MA)	1.833	84-93	LC	LS	0,68	Rahnefeld et al. (1983)
	1.775	84-93	Y	LS	0,53	Rahnefeld et al. (1983)
	253	95 a 145	LW	LS	0,89	Geri et al. (1990)
	960	104	LD, D	REML	0,62	Lo et al. (1992)

^a número de dados utilizados na estimação;

^b peso de abate em kg;

^c LW = Large White; LD = Landrace; Y = Yorkshire; D = Duroc; LC = Lacombe;

^d LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita.

TABELA 2. Estimativas de herdabilidade para rendimento de pernil, e espessura de toucinho média

Características	n ^a	Peso ^b	Raça ^c	Método ^d	\hat{h}^2	Referências
Rendimento de pernil (MBCC)	1.833	84-93	LC	LS	0,30	Rahnefeld et al. (1983)
	1.775	84-93	Y	LS	0,70	Rahnefeld et al. (1983)
	2.191	90	LD,Y	ML	0,23	Scott et al. (1984)
	4.978	100	LW	LS	0,82	Catalan (1986)
	312	90	LW	LS	0,59	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,15	Collao Saenz (1994)
Espessura de toucinho (Média)	1.833	84-93	LC	LS	0,63	Rahnefeld et al. (1983)
	2.999	91	D,Y	LS	0,48	Bereskin (1987) ^e
	312	90	LW	LS	0,48	Almeida Neto (1992)
	960	104	LD,D	REML	0,61	Lo et al. (1992) ^e
	412	90	LW	REML	0,13	Collao Saenz (1994)
	540	100	D	REML	0,17	Roso, Fries e Martins (1995)
	383	100	LW	REML	0,67	Larzul et al. (1997)
1.256	90	LW	REML	0,71	Hicks, Tsutomu e Schinckel (1998)	

^a número de dados utilizados na estimação;

^b peso de abate em kg;

^c LW = Large White; LD = Landrace; Y = Yorkshire; D = Duroc; LC = Lacombe;

^d LS = quadrados mínimos; ML = máxima verossimilhança; REML = máxima verossimilhança restrita;

^e medida feita por ultra-sonografia.

TABELA 3. Estimativas de herdabilidade para espessura de toucinho (P_2) e área de olho de lombo

Características	n ^a	Peso ^b	Raça ^c	Método ^d	\hat{h}^2	Referências
Espessura de toucinho (P_2)	4.978	100	LW	LS	0,62	Catalan (1986) ^e
	45.476	90	Y	LS	0,52	Van Diepen & Kennedy (1989)
	312	90	LW	LS	0,30	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,17	Collao Saenz (1994)
	26.706	-	LW	REML	0,36	Johnson et al. (1999) ^e
	4.965	85	LW	REML	0,43	Costa et al. (2001)
	3.184	85	LD	REML	0,50	Costa et al. (2001)
	1.823	85	D	REML	0,34	Costa et al. (2001)
Área de olho de lombo	1.833	84-93	LC	LS	0,40	Rahnefeld et al. (1983)
	1.775	84-93	Y	LS	0,28	Rahnefeld et al. (1983)
	2.999	91	D,Y	LS	0,22	Bereskin (1987) ^e
	253	95 e 145	LW	LS	0,67	Geri et al. (1990)
	312	90	LW	LS	0,23	Almeida Neto (1992)
	960	104	LD,D	REML	0,80	Lo et al. (1992) ^e
	412	90	LW	REML	0,21	Collao Saenz (1994)
	540	100	D	REML	0,69	Roso, Fries e Martins (1995)
	383	100	LW	REML	0,36	Larzul et al. (1997)
	1.256	90	LW	REML	0,65	Hicks, Tsutomu e Schinckel (1998)
	26.706	-	LW	REML	0,24	Johnson et al. (1999) ^e

^a número de dados utilizados na estimação;

^b peso de abate em kg;

^c LW = Large White; LD = Landrace; Y = Yorkshire; D = Duroc; LC = Lacombe;

^d LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^e medida feita por ultra-sonografia.

TABELA 4. Estimativas de herdabilidade para relação carne:gordura, porcentagem de cortes magros e porcentagem de carne

Características	n ^a	Peso ^b	Raça ^c	Método ^d	\hat{h}^2	Referências
	-	100	LD	LS	0,23	Alves (1977)
Relação	869	-	LD, LW, D	LS	0,75	Costa et al. (1986)
carne:gordura	312	90	LW	LS	0,27	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,25	Collao Saenz (1994)
	2.999	91	D,Y	LS	0,46	Bereskin (1987) ^e
Porcentagem de	253	95 e 145	LW	LS	0,82	Geri et al. (1990)
cortes magros	312	90	LW	LS	0,22	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,21	Collao Saenz (1994)
	312	90	LW	LS	0,36	Almeida Neto (1992)
Porcentagem de	412	90	LW	REML	0,16	Collao Saenz (1994)
carne	383	100	LW	REML	0,60	Larzul et al. (1997)
	278	94-104	LW	REML	0,41	Sonesson et al. (1998)

^a número de dados utilizados na estimação;

^b peso de abate em kg;

^c LW = Large White; LD = Landrace; Y = Yorkshire; D = Duroc;

^d LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^e medida feita por ultra-sonografia.

TABELA 5. Estimativas de herdabilidade para porcentagem de gordura, relação gordura:carne, e taxa de crescimento em músculo

Características	n ^a	Peso ^b	Raça ^c	Método ^d	\hat{h}^2	Referências
Porcentagem de gordura	312	90	LW	LS	0,66	Almeida Neto (1992)
	412	90	LW	REML	0,23	Collao Saenz (1994)
Relação gordura:carne	312	90	LW	LS	0,61	Almeida Neto (1992)
	2.999	91	D,Y	LS	0,23	Bereskin (1987)
	7.492	-	Le	-	0,48	Scholz & Triebler (1992)
Taxa de crescimento em músculo	14.954	-	SM	-	0,39	Scholz & Triebler (1992)
	2.885	90	Y	REML	0,37	Stern et al (1993) ^e
	1.057	105	YM	REML	0,37	Chen et al. (1994) ^e
	3537	85	LW	REML	0,38	Cameron (1994)
	2642	85	LD	REML	0,25	Cameron & Curran (1994)
	383	100	LW	REML	0,75	Larzul et al. (1997)

^a número de dados utilizados na estimação;

^b peso de abate em kg;

^c LW = Large White; LD = Landrace Y = Yorkshire; D = Duroc; YM = híbrido Yorkshire - Meishan; Le = Leicoma; SM = Schwerfurt Meat;

^d LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^e medida feita por ultra-sonografia.

Pelos dados contidos nas tabelas, pode-se observar que os primeiros trabalhos de estimação de parâmetros genéticos de carcaças suínas empregando-se o método REML foram publicados no início da última década e, desde então, esse método tem sido o mais aplicado.

Independente do método de estimação utilizado verifica-se, na literatura consultada, uma grande variação nas estimativas de herdabilidade, para a maioria das características de carcaças de suínos. Vários fatores podem contribuir para que os valores de herdabilidade de uma mesma característica variem consideravelmente de uma pesquisa para outra, tais como: diferenças de meio ambiente, constituição genética da população, métodos de coleta e análises dos dados, entre outros. Isso mostra que a herdabilidade não é apenas uma propriedade da característica, mas também da população e do ambiente em que ela é estimada (Roso et al. 1995) e pode variar de acordo com a metodologia experimental e a análise utilizada para sua estimação. Portanto, recomenda-se que a herdabilidade seja estimada diretamente na população a ser melhorada, uma vez que a eficiência da seleção dependerá da sua magnitude (Alves, 1977).

Tendo em vista que as características de carcaça são controladas, em geral, por genes de efeitos aditivos e possuem, portanto, maiores valores para a variância genética aditiva, as estimativas de herdabilidade para estas características apresentam valores médios ou altos, como demonstrado na literatura. Segundo Almeida Neto (1992), a seleção individual, neste caso, pode ser usada como um método eficiente de melhoramento.

2.1.2 Correlações entre características de carcaça

O valor econômico de um animal depende de um conjunto de características muitas vezes correlacionadas, por isso, para aumentar o valor econômico dos animais, a seleção é geralmente aplicada para melhorar os vários

caracteres conjuntamente. Torna-se, dessa forma, importante conhecer o relacionamento entre elas, uma vez que a seleção para uma poderá provocar mudanças em outras características (Roso et al., 1995).

As características de classificação, principalmente aquelas de fácil mensuração, são ferramentas importantes para serem usadas como critério de seleção. Dessa forma, é essencial conhecer as correlações existentes entre estas e os teores de carne e gordura da carcaça, características que avaliam diretamente a qualidade da carcaça, e a taxa de crescimento em músculo, que mede a taxa de produção de carne do animal.

Nos estudos genéticos, podem ser obtidos três tipos de correlações: a fenotípica, a genética e a de ambiente. A correlação genética entre duas características é definida como a que existe entre os efeitos genéticos aditivos dos genes que afetam ambas as características. A magnitude e a direção das respostas correlacionadas no melhoramento animal dependem desta correlação (Silva, 1980).

Diversos estudos foram realizados para estimar as correlações fenotípicas e genéticas entre as características de carcaça em suínos. Porém, poucos trabalhos envolveram simultaneamente características de classificação da carcaça e características de dissecação e também as características de classificação e a taxa de crescimento em músculo. Os valores obtidos nestes trabalhos estão apresentados nas Tabelas de 6 a 9.

TABELA 6. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_p) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação

Características	Método ^a	Características ^b	correlações		Referências
			r_G	r_p	
Rendimento de carcaça	LS	PC	-0,93	-0,18	Almeida Neto (1992)
	LS	PG	0,18	0,03	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	-0,37	-0,40	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	-0,71	-0,10	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	0,40	0,25	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	0,46	0,09	Almeida Neto (1992)
Comprimento de carcaça (MBCC)	LS	PC	-0,10	0,25	Almeida Neto (1992)
	REML	PC	0,25	0,33	Collao Saenz (1994)
	LS	PG	0,21	-0,01	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	-0,26	-0,20	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	0,15	0,33	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	0,25	0,33	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	0,40	-0,11	Almeida Neto (1992)

^a LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^b PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação peso de gordura/peso de carne.

TABELA 7. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_P) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação

Características	Método ^a	Características ^b	correlações		Referências
			r_G	r_P	
Espessura de toucinho (média)	LS	PC	-0,47	-0,32	Almeida Neto (1992)
	REML	PC	-0,86	-0,49	Collao Saenz (1994)
	LS	PG	0,83	0,67	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	0,26	0,40	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	-0,94	-0,80	Bereskin (1987)
	LS	PCM	-0,35	-0,34	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	-	-0,47	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	0,86	0,66	Almeida Neto (1992)
	LS	TCM	-0,06	-0,06	Bereskin (1987) ^c
Espessura de toucinho (P ₂)	LS	PC	-0,64	-0,47	Almeida Neto (1992)
	REML	PC	-0,87	-0,51	Collao Saenz (1994)
	LS	PG	0,58	0,63	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	0,37	0,40	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	-0,39	-0,53	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	-0,98	-0,50	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	0,71	0,68	Almeida Neto (1992)

^a LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^b PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação peso de gordura/peso de carne; TCM = taxa de crescimento em músculo;

^c medida feita por ultra-sonografia.

TABELA 8. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_P) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação

Características	Método ^a	Características ^b	correlações		Referências
			r_G	r_P	
Rendimento de pernil	LS	PC	0,68	0,48	Almeida Neto (1992)
	REML	PC	0,88	0,55	Collao Saenz (1994)
	LS	PG	0,14	0,10	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	-0,41	-0,32	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	0,56	0,44	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	0,92	0,42	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	-0,12	-0,12	Almeida Neto (1992)
Área de olho de lombo	LS	PC	0,52	0,48	Almeida Neto (1992)
	REML	PC	1,00	0,61	Collao Saenz (1994)
	LS	PG	0,33	0,07	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	-0,25	-0,33	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	0,90	0,75	Bereskin (1987) ^c
	LS	PCM	0,14	0,44	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	0,63	0,78	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	0,15	-0,24	Almeida Neto (1992)
LS	TCM	0,13	0,16	Bereskin (1987) ^c	

^a LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^b PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação peso de gordura/peso de carne; TCM = taxa de crescimento em músculo;

^c medida feita por ultra-sonografia.

TABELA 9. Estimativa de correlações genética (r_G) e fenotípica (r_p) entre características do Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (MBCC) e de dissecação

Característica	Método ^a	Características ^b	correlações		Referências
			r_G	r_p	
Relação carne:gordura	LS	PC	-0,73	-0,49	Almeida Neto (1992)
	REML	PC	-1,00	-0,07	Collao Saenz (1994)
	LS	PG	0,56	0,51	Almeida Neto (1992)
	REML	PG	0,20	0,26	Collao Saenz (1994)
	LS	PCM	-0,37	-0,48	Almeida Neto (1992)
	REML	PCM	-0,98	-0,26	Collao Saenz (1994)
	LS	RGC	0,67	0,58	Almeida Neto (1992)

^a LS = quadrados mínimos; REML = máxima verossimilhança restrita;

^b PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação peso de gordura/peso de carne.

2.2 Estimação de parâmetros genéticos

A genética de um caráter métrico (contínuo) centraliza-se em torno do estudo de sua variação, porque é em termos de variância que são formuladas as questões básicas de genética quantitativa. A idéia no estudo da variação é o seu parcelamento em componentes atribuídos às distintas causas. A magnitude relativa destes componentes determina as propriedades genéticas da população e, especialmente, o grau de semelhança entre parentes (Falconer, 1987). Segundo Meyer (1989), em genética quantitativa, a estimativa dos componentes de variância é sinônimo de estimativa de parâmetros genéticos.

Para a predição de ganhos genéticos e para permitir que se escolha melhor os animais nas diversas alternativas de seleção, torna-se essencial a obtenção de estimativas acuradas de parâmetros genéticos (Cobucci et al., 1997). A obtenção de tais parâmetros com maior acurácia depende da acurácia das

estimativas dos componentes de variância, a qual, por sua vez, depende do conjunto de dados de que se dispõe para analisar, além do método estatístico e do modelo utilizado (Eler, 1994).

2.2.1 Métodos de estimação

A estimação dos componentes de variância pode ser feita por diferentes métodos que vêm evoluindo à medida que novas teorias e técnicas computacionais são desenvolvidas, concomitantemente com a maior capacidade e velocidade dos computadores.

Neste século, diversas técnicas de estimação de parâmetros genéticos têm sido propostas. A primeira delas, denominada o método dos quadrados mínimos de Yates, foi descrita na década de 1930. Este método apresenta algumas restrições quanto à sua aplicação, pois se o conjunto de dados possui indivíduos sem observações ou dependendo do grau de desbalanceamento dos dados, alguns indivíduos poderão ter seus valores sub ou superestimados, não levando também em consideração todas as informações ou efeitos que possam atuar sobre o indivíduo (Cobucci et al., 1997).

Em seguida, Smith (1936) e Hazel (1943) propuseram a metodologia dos índices de seleção. Em 1953, Henderson descreveu a metodologia de modelos mistos para a melhor predição linear não viesada. Esse trabalho é considerado um marco com relação à estimação dos componentes de variância, no qual são apresentados três métodos para diferentes modelos. Todos esses três métodos são semelhantes ao método de análise de variância (ANOVA) em casos balanceados, no qual são igualados os quadrados médios às suas respectivas esperanças. Uma propriedade importante dos estimadores propostos por Henderson é que são não-viesados. Apesar de terem sido bastante utilizados, esses métodos pressupõem que nenhuma alteração na média dos valores

genéticos está ocorrendo. Isso não é verdade para a maioria dos conjuntos de dados empregados, já que eles são oriundos de programas de melhoramento (Torres Jr. et al., 1998). Além disso, segundo Sorensen & Kennedy (1986), o Método III de Henderson, mesmo após modificação proposta por estes mesmos autores em 1982, não aproveita toda informação contida nos dados, logo, não é um estimador suficiente.

Uma outra parte de estimadores de variâncias que se tornou popular inclui os estimadores quadráticos não-viesados de norma (variância) mínima, MINQUE (MIVQUE). Os estimadores MINQUE requerem normalidade dos dados, enquanto os MIVQUE não, segundo Rao (1971), sendo que estes correspondem aos anteriores sob a suposição gaussiana (distribuição normal dos resíduos, independência dos erros e aditividade do modelo). Esses dois métodos, segundo Anderson (1984), são de pouca utilidade prática porque apresentam o paradoxo de dependerem do conhecimento prévio dos valores dos componentes de variância a serem estimados.

Frente às limitações destas metodologias, buscaram-se novos métodos, entre eles o método da máxima verossimilhança (ML), derivado por Hartley & Rao (1967). Este método utiliza formas quadráticas calculadas, levando-se em consideração os próprios valores dos parâmetros. Portanto, as esperanças dessas formas quadráticas não são lineares nos parâmetros e devem ser solucionadas iterativamente, o que dificulta a obtenção das estimativas (Torres Jr. et al., 1998). Por outro lado, o uso dessas formas quadráticas mais complexas é efetivo, já que segundo Rothshield et al. (1979), citados por Torres Jr. et al. (1998), elas fornecem estimativas não-viesadas dos componentes de variância na presença de seleção.

Segundo Anderson (1984), na estimação de componentes de variância, o método da ML não reconhece a perda de graus de liberdade, resultante da

estimação de efeitos fixos em um modelo misto. Tal desvantagem apresentada pelas técnicas de ML pode resultar em subestimação da variância do erro, ou seja, um vício na estimativa deste componente. Silva (1995) salienta que este vício pode ser considerável se o número de equações independentes para os efeitos fixos for relativamente grande em relação ao número de observações. Comenta também que as variâncias estimadas para quaisquer fatores aleatórios, com pequeno número de níveis, podem ser viciadas se o vício na variância do erro for grande.

Objetivando corrigir este problema, Patterson & Thompson (1971) introduziram a máxima verossimilhança restrita (REML), que tem sido, segundo Foulley (1993), o método preferido para estimação de componentes de variância de modelos lineares mistos em animais. Segundo Patterson & Thompson (1971), o método da máxima verossimilhança restrita (REML) baseia-se na maximização do logaritmo da função densidade de probabilidade das observações, tomando essa função como a soma de duas funções densidade de probabilidade independentes, uma referente aos efeitos fixos e outra aos aleatórios.

A diferença deste para o método ML é que, segundo Anderson (1984), o método REML considera a perda de graus de liberdade resultante da estimação dos efeitos fixos do modelo. Ou seja, em vez de se utilizar toda a função de verossimilhança, utilizam apenas os termos da verossimilhança relativos a contrastes ortogonais da parte aleatória das observações. Isso porque os contrastes entre os efeitos fixos não fornecem nenhuma informação adicional sobre o resíduo ou sobre os efeitos aleatórios (Torres Jr. et al., 1998).

Keele et al (1991) compararam a estimação de parâmetros genéticos nas características ganho de peso diário e espessura de toucinho em suínos, através dos métodos: REML, quadrados mínimos e regressão entre parentes. Os autores

verificaram que o ganho em precisão nas estimativas dos componentes de variância, pelo uso do REML, em comparação aos outros métodos empregados, é equivalente ao que seria obtido dobrando-se o número de animais. Além disso, eles destacam que este método possui a vantagem de possibilitar a inclusão do efeito comum de leitegada.

Diversos algoritmos REML têm sido usados em dados de melhoramento, sendo a maioria iterativa e requerendo repetição da formação e manipulação das equações do modelo misto (Boldman & Van Vleck, 1991). Eler (1994) define como iterativo o uso de cálculos repetidos, em que cada efeito é estimado a partir dos registros de produção ajustados para todos os outros efeitos. Este processo revisa repetidamente as estimativas de cada efeito até que as mudanças nos valores estimados sejam desprezíveis, atingindo assim a convergência.

Segundo Boldman & Van Vleck (1991), o método REML é geralmente considerado como o melhor método para estimar componentes de covariância em dados de melhoramento animal desbalanceados. Porém, os autores ressaltam que, para modelos animais em que, muitas vezes, a ordem das equações do modelo misto excede o número de registros, a obtenção de estimativas pela primeira derivada pelo algoritmo *Expectation-Maximization* (EM) requer a inversão da matriz de coeficientes do modelo misto, aumentando sobremaneira a demanda computacional.

Alternativas ao algoritmo *Expectation-Maximization* (EM) menos onerosas em termos computacionais são os algoritmos livres de derivadas, componentes da técnica *Derivative Free Restricted Maximum Likelihood - DFREML*, proposto por Smith & Graser (1986) e Graser et al. (1987). Esse método, por meio de um procedimento de procura, maximiza a verossimilhança em que o logaritmo da função é calculado num processo iterativo, por combinações das estimativas dos parâmetros até a combinação que maximize a

verossimilhança. Portanto não necessita de inversão da matriz de coeficientes (Van Vleck & Boldman, 1993).

Com base nesses algoritmos, Meyer (1988) estendeu o procedimento a modelos mais complexos, com efeitos genéticos diretos e maternos, covariâncias e efeitos aleatórios independentes, juntamente aos efeitos aleatórios residuais. Desta forma, desenvolve um sistema de programas para estimação de componentes de variância.

Utilizando diferentes técnicas de solução para matrizes esparsas, o software SPARSPAK (George et al., 1980) e a fatoração de Cholesky, Boldman & Van Vleck (1991) adaptaram a versão original de DFREML de tal forma que o novo software passou a necessitar de muito menos recursos computacionais. O novo sistema, segundo Ferraz (1992), necessita de um tempo de processamento para atingir a convergência de 100 a 500 vezes menor e utilizando um quinto dos recursos necessários, quando comparado à versão original do DFREML.

2.3 O modelo animal

O termo “modelo animal”, proposto por Quaas & Pollak (1980), atualmente designa uma série de diferentes modelos que têm em comum o fato de considerarem, na solução do sistema de equações utilizado para predição de efeitos aleatórios, a matriz de parentesco com todas as informações conhecidas, inclusive de animais que não tenham registro de produção. Segundo Kennedy, Schaeffer & Sorensen (1988) e Van Raden & Wiggans (1991), o objetivo principal do modelo animal é descrever da maneira mais próxima possível, a real situação biológica para a predição de valores genéticos aditivos e a estimação de componentes de variância.

A metodologia dos modelos mistos sob modelo animal tem se tornado o método preferido para estimação do valor genético. Isso ocorre não somente porque ele fornece o melhor preditor linear não viesado (BLUP) do valor genético, mas porque ele também estima simultaneamente efeitos genéticos e ambientais, procurando explicar a afinidade entre os animais. O modelo animal também considera o efeito de seleção e cruzamento dirigido quando a matriz de covariância completa é usada, e Ele possibilita também comparar valores genéticos de animais de diferentes rebanhos (Ferraz & Johnson, 1993).

Os modelos animais possuem propriedades estatísticas bem definidas que avaliam as propriedades genéticas, tomando-se úteis para estimação de parâmetros genéticos, predição dos valores genéticos dos animais e avaliação da resposta à seleção. Estas propriedades são listadas por Collao Saenz (1994).

2.4 Efeito comum de leitegada

As estimativas do efeito permanente de ambiente são úteis, pois, muitas vezes, representam importantes causas de variabilidade que afetam uma característica particular. A discriminação da relativa influência de cada um desses efeitos sobre determinada característica pode contribuir na escolha de modelos de avaliação genética mais adequados, aumentando a eficiência da seleção (Roso et al., 1995).

O efeito comum de leitegada reflete influências do efeito materno e de leitegadas contemporâneas, freqüentemente criadas juntas durante toda a vida. Também, alguns efeitos genéticos não aditivos, se importantes, devem refletir no efeito comum de leitegada (Keennedy et al., 1985). Portanto, o efeito comum de leitegada leva em conta, simultaneamente, o impacto da habilidade materna, do ambiente comum a que são expostos membros de uma mesma leitegada e dos efeitos genéticos não-aditivos semelhantes que irmãos completos possuem.

Diversos autores estimaram o efeito permanente de ambiente calculando a diferença entre a variância da matriz e do reprodutor em relação à variância total. Entre eles, tais como Keennedy et al. (1985), Bereskin (1987), Van Diepen & Kennedy (1989), Keele et al., (1991), Kaplon et al. (1991) e Roso et al. (1995), os quais encontraram grande influência deste efeito sobre as características de carcaça, com valores que variam de 5% a 26% para espessura de toucinho, 1% a 4,3% para área de olho de lombo, 19% para comprimento de carcaça e 11% para rendimento de pernil.

Objetivando estimar parâmetros genéticos e fenotípicos da espessura de toucinho pelo método REML, utilizando modelo animal, Ferraz & Johnson (1993), Li & Kennedy (1994) Torres Jr. et al. (1998), Johnson et al. (1999), e Costa et al. (2001) encontraram valores do efeito comum de leitegada variando de 5% a 13%. Ou seja, nestes trabalhos o efeito comum de leitegada explicou de 5% a 13% da variância total para a espessura de toucinho.

A influência do efeito comum de leitegada em outras características de carcaça é pouco conhecida, pois a maioria dos pesquisadores limitou-se a estudar apenas a espessura de toucinho e área de olho de lombo.

2.5 Efeitos não genéticos nas características de carcaça

Uma vez que as variações observadas numa característica são reflexos de variações genéticas e de ambiente ou de fatores não genéticos e se, por outro lado, o objetivo é estimar os parâmetros genéticos, o ajustamento dos dados para os fatores de meio e não genéticos torna-se necessário. Assim, é de grande importância conhecer estes efeitos sobre cada uma das características avaliadas, para decidir se devem ser incluídos ou não nas análises, de forma a aumentar a precisão da estimação dos parâmetros genéticos.

2.5.1 Efeito de ano e estação

Muitas causas podem contribuir para o efeito de ano e estação influenciarem as características de carcaça em uma população de suínos. Podem ser citadas entre elas, as alterações no manejo, na alimentação e qualidade de seus ingredientes, nas exigências nutricionais e no ambiente climático.

O principal fator climático que altera o metabolismo e a fisiologia dos suínos é a temperatura. O estresse calórico resulta em redução no consumo de alimentos, com conseqüente redução na ingestão de energia, na atividade da tireóide e redução na eficiência alimentar, resultando em menor taxa de crescimento e alterações na composição da carcaça (Tavares et al., 2000).

A obtenção, por parte de alguns autores, de efeitos de estação significativos, pode estar relacionada com o local onde esses trabalhos foram realizados. Ou seja, regiões ou países com diferenças climáticas mais acentuadas apresentam efeitos significativos de estação nas características de carcaça (Collao Saenz, 1994).

Efeito do ano ($P < 0,01$) sobre o comprimento de carcaça, espessura de toucinho média, área de olho de lombo, peso do pernil e na relação carne:gordura foi verificado por Alves (1977). Além dessas características, Bruner & Swiger (1968) e Quijandria et al. (1970) também verificaram efeito de ano e estação ($P < 0,01$) na percentagem de cortes magros, percentagem de pernil e de lombo.

O ano e o mês de início do teste (aos 30 kg) influenciaram significativamente as características de carcaça: espessura de toucinho da paleta, do lombo, da garupa e média, rendimento de carcaça, comprimento de carcaça, área de olho de lombo e rendimento de pernil, nas raças Landrace e Large White (Catalan, 1986).

Estudando os efeitos de estação em carcaças de animais puros e cruzados, Schneider et al. (1982), citados por Almeida Neto (1992), concluíram que animais testados na primavera apresentaram melhor rendimento de carcaça do que os testados em outras épocas do ano. O mesmo resultado encontrou Catalan (1986) para a raça Duroc, porém, para as raças Landrace e Large White, os maiores rendimentos de carcaça foram obtidos em animais que iniciaram o teste (aos 30 kg) nos meses de julho a setembro, isto é nos meses mais frios, concordando com os resultados de Christian, Strock e Carlson (1980), em animais mestiços.

Christian et al. (1980) e Catalan (1986) encontraram menor comprimento de carcaça para os animais mestiços e da raça Large White, respectivamente, que iniciaram o teste no inverno, concordando com Stahly et al. (1979) e Stahly & Cromwel (1979), citados por Almeida Neto (1992). Esses autores afirmaram haver depressão no comprimento da carcaça para animais testados em temperaturas mais baixas. O contrário foi observado por Catalan (1986) para as raças Landrace e Duroc.

Pesquisando dados de duas estações de avaliação de suínos diferentes, nos Estados Unidos, com as raças Duroc, Hampshire, Yorkshire, Landrace, Poland e Spotted Swine Bruner & Swiger (1968) e Quijandria et al. (1970) chegaram a resultados semelhantes. Animais testados no outono, criado em meses frios, tiveram menor espessura de toucinho, maior área de olho de lombo, maior percentagem de cortes magros, maior percentagem de pernil e de lombo, ou seja, carcaças melhores do que os testados na primavera.

Igualmente, Christian et al. (1980) encontraram percentagem de pernil maior para animais testados no inverno, mas não encontraram diferenças claras entre as estações do ano para área de olho de lombo. Catalan (1986) observou

maior área de olho de lombo para animais das raças Landrace e Large White que iniciaram os testes nos meses mais frios.

Tavares et al. (2000) estudaram a influência da temperatura de ambientes térmicos constantes (22 e 32°C) sobre o desempenho e as variáveis fisiológicas de machos castrados dos 30 aos 60 kg de peso vivo. Esses autores concluíram que o aumento da temperatura elevou a taxa de deposição de proteína e reduziu a taxa de deposição de gordura na carcaça, apesar da conversão alimentar ter piorado e o consumo de proteína diária e o ganho de peso diário terem sido menores. Isto pode ser explicado pela redução da exigência de proteína para manutenção no calor, como observado por Close et al. (1978), citados por Tavares et al. (2000).

Embora não se tenha encontrado, na literatura consultada, estudos sobre a influência de grupos contemporâneos sobre características de carcaça, tem sido comum o uso deste efeito agrupando os efeitos de sexo, ano e estação de nascimento (Costa et al., 2001) ou sexo, ano e mês de nascimento (Rosso et al. 1995; e Torres Jr. et al., 1998), para a estimação de parâmetros genéticos em características de carcaça de suínos.

2.5.2 Efeito do sexo

Diversos autores identificaram diferenças para as características de carcaça entre fêmeas e machos castrados, tendo sido todos concordantes quanto à superioridade das carcaças de fêmeas. Devido a essas divergências, o efeito de sexo é um importante fator que deve ser considerado no modelo estatístico ou animal para a estimação de parâmetros genéticos em características de carcaça de suínos.

Christian et al. (1980) avaliaram carcaças de mestiços com dois pesos de abate distintos. Para ambos, encontraram carcaças significativamente mais compridas em fêmeas do que em machos castrados, o que está em concordância com os resultados obtidos por Bruner e Swiger (1968), Albério et al. (1983), Oliveira (1988).

Para a espessura de toucinho e área de olho de lombo, os estudos evidenciam que fêmeas possuem carcaças mais magras e com maior área de olho de lombo do que machos castrados. (Oliveira, 1988; Geri et al., 1990; Eggert et al., 1996; Larzul et al., 1997; Frank et al., 1998).

Quanto ao rendimento de pernil, a maior parte dos pesquisadores registrou significativa superioridade de fêmeas sobre castrados (Bruner & Swiger, 1968; Quijandria et al., 1970; Albério et al., 1983; Christian et al., 1980; Oliveira, 1988).

Por meio de dissecação da carcaça, Kempster & Evans (1979), Oliveira (1988) e Geri et al. (1990) obtiveram maior percentagem de carne, menor percentagem de gordura e maior percentagem de cortes magros em fêmeas em relação aos machos castrados, evidenciando que as carcaças de fêmeas são mais magras e com maior quantidade de carne. Resultados similares, para percentagem de carne, foram obtidos por Eggert et al. (1996) e Frank et al. (1997) por meio de equações de predição.

Davies et al. (1980), por meio de um estudo anatômico, concluíram que machos inteiros possuem menor quantidade de gordura e maior quantidade de carne, seguido das fêmeas em posição intermediária e carcaças mais gordas e com menos carne para os castrados

Estes efeitos, segundo Collao Saenz (1994), estão relacionados com a produção de testosterona que é o principal hormônio masculino e tem um efeito anabólico superior ao de qualquer esteróide natural. Segundo o mesmo autor,

citando Murray et al. (1992), a testosterona, promove aumento na quantidade de RNA celular total, o que estimula a síntese de proteína e deposição de tecido.

As diferenças entre fêmeas e machos castrados são importantes para todas as características de carcaça. A castração não permite que os animais desenvolvam as características sexuais secundárias masculinas. Por sua vez, as fêmeas mostram-se superiores aos animais castrados, porque os estrógenos produzidos por elas possuem efeitos anabólicos sobre os ossos e cartilagens, sendo, portanto, promotores de crescimento.

2.5.3 Influência do peso de abate

Tem-se verificado que a deposição de gordura e proteína nas carcaças é linearmente relacionada com o aumento do peso de abate, havendo mudanças na proporção relativa desses dois componentes (Dutra Jr. et al., 2001). Além disso, ocorrem alterações nas características métricas da carcaça com o aumento do peso de abate. Dessa forma, ao trabalhar com carcaças de animais que foram abatidos com diferentes pesos, é conveniente ajustar as medidas estudadas para um determinado peso médio de abate.

Collao Saenz (1994) comparou, em suas análises, os valores estimados de herdabilidade utilizando e não utilizando no modelo a covariável peso de abate. Ele notou uma redução significativa dos valores de herdabilidade quando usou a covariável, principalmente nas características de comprimento de carcaça e porcentagem de cortes magros, as quais foram altamente correlacionadas com a mesma.

Mc Meekan (1949), citado por Catalan (1986), postula diferentes taxas de crescimento para ossos, músculo e gordura, durante o desenvolvimento animal. Os ossos e os músculos desenvolvem-se primeiro, depois há diminuição

da taxa de crescimento desses tecidos e um aumento de deposição de gordura, que é visivelmente acelerada no período próximo ao abate. De acordo com Quijandria et al. (1970), neste estágio de desenvolvimento pode ocorrer uma gradual troca nas proporções relativas dos teores de carne e gordura. Geri et al. (1990) confirmaram este modelo de crescimento da carne magra (músculo), da gordura e dos ossos. Suínos abatidos mais pesados, em suas pesquisas, tiveram uma maior porcentagem de gordura e menor porcentagem de carne magra e ossos nos cortes, bem como, relativamente menores porções separáveis de carne e ossos. Segundo Sonesson et al. (1998) há alta correlação negativa entre peso de abate e porcentagem de carne em suínos.

Martin et al. (1980) mostram, por meio de resultados, que obtiveram, que o crescimento da carcaça e dos cortes foi linear com o aumento de peso. Ou seja, o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo, e o acúmulo de carne, gordura e ossos aumentaram linearmente, e o peso dos cortes também. Porém, expressos em porcentagem do peso da meia-carcaça, a paleta e o pernil decresceram e o lombo e a barriga aumentaram com o acréscimo do peso. Há indícios assim, de mudanças na proporção ou conformação corporal relativa com o aumento do peso. Resultados semelhantes foram obtidos por Davies et al. (1980) e Eggert et al. (1996).

Berry et al. (1970), estudando suínos da raça Yorkshire com diferentes idades de abate, observaram aumento no comprimento de carcaça, espessura de toucinho média, área de olho de lombo, rendimento de pernil e lombo, e decréscimo da porcentagem de pernil, lombo e cortes magros, com o avançar da idade. Christian et al. (1980) encontraram resultados parecidos para comprimento de carcaça.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção dos dados

Os dados utilizados neste trabalho originaram-se de abates de suínos realizados no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, durante o período de maio de 1997 a março de 2000.

O município de Lavras, localizado na região sul do estado de Minas Gerais, está geograficamente definido pelas coordenadas de 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 910 m (Brasil, 1992). A precipitação anual média é de 1.493,2 mm, com temperatura média máxima de 25,0°C e média mínima de 14,6°C (Vilela & Ramalho, 1980).

Para a obtenção dos dados, foram avaliadas 711 carcaças de progênes (371 machos castrados e 340 fêmeas) de suínos da raça Large White, oriundas do acasalamento ao acaso de 12 cachasos e 46 porcas. Os animais foram criados desde o nascimento em regime intensivo.

Ao nascimento, os leitões foram submetidos a sexagem, castração dos machos, corte dos dentes, mensagem pelo método australiano, pesagem e aplicação de ferro dextrano. Todas as informações importantes para sua identificação foram anotadas em livro de registro.

Aos 28 dias de idade, os animais foram desmamados, classificados por peso e colocados em baias suspensas de piso ripado. As instalações da creche eram dotadas de lâmpadas de aquecimento e ventiladores. Ao atingirem em média, 30 kg, os animais foram pesados e levados para baias com piso de concreto, onde foram mantidos quatro animais por baia. Após atingirem 60 kg, apenas dois animais foram mantidos por baia.

A ração, fornecida à vontade, foi sendo substituída de acordo com o estágio de crescimento dos animais. Ela foi formulada à base de milho e farelo de soja e suplementada com fosfato bicálcico, calcário calcítico e premix vitamínico e mineral, de maneira a atender às exigências nutricionais dos animais em cada fase, segundo as recomendações de Rostagno et al. (1994).

3.2 Classificação e dissecação das carcaças

Ao atingirem em média, 95 kg de peso vivo, os animais eram submetidos a jejum sólido de 24 horas e líquido de 12 horas. Posteriormente, eram pesados e abatidos. O processo de abate envolveu as operações de atordoamento, sangria, depilação, higienização, evisceração, divisão, identificação e pesagem da carcaça.

As meia carcaças esquerdas, após resfriamento em câmara fria à temperatura de 2 a 4°C por 24 horas, foram pesadas e classificadas segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (MBCC) descrito pela ABCS (1973). Foram tomadas as medidas adicionais de comprimento de carcaça pelo método americano (CCMA), conforme Boggs & Merkel (1979) e espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorsal na altura da última costela (P₂) de acordo com Cuthbertson & Pease (1968). Em seguida, foram dissecadas de acordo com a técnica de Cuthbertson (1968), modificada por Almeida Neto (1992).

O procedimento inicial da dissecação consistia na retirada e pesagem dos pés, da cabeça e da gordura abdominal da meia carcaça esquerda. Em seguida, a mesma era separada em cortes (Figura 1) denominados: paleta, costado, barriga e pernil. Estes foram pesados e dissecados, separando e pesando-se a carne, a gordura subcutânea juntamente com a pele, os ossos e o resíduo.

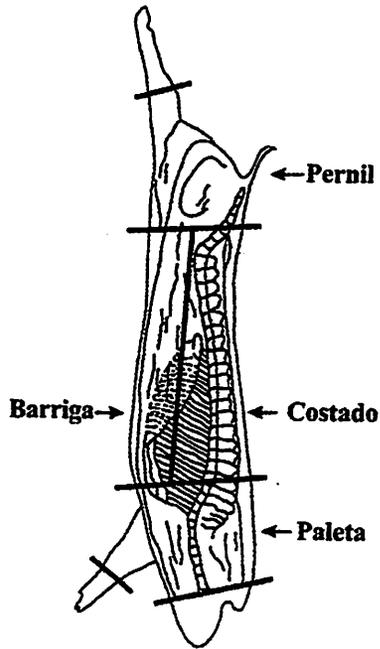


FIGURA 1 Esquema dos diferentes cortes feitos para a dissecação da carcaça.

3.3 Características analisadas

As características de carcaça analisadas foram as de classificação, de dissecação e a taxa de crescimento em músculo.

3.3.1 Características de classificação

- a) **Rendimento de carcaça (RC):** peso da carcaça quente como percentual do peso de abate.
- b) **Comprimento de carcaça pelo método brasileiro (CCMB):** medido do bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo crânio-ventral do atlas.

- c) Comprimento de carcaça pelo método americano (CCMA): medido do bordo cranial da primeira costela até o bordo cranial da sínfise pubiana.
- d) Espessura de toucinho média (ETM): média das espessuras de toucinho medidas na primeira e última costela, e na última vértebra lombar.
- e) Espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorsal, à altura da última costela (P₂).
- f) Área de olho de lombo (AOL): área do corte transversal do lombo à altura da última costela.
- g) Relação carne:gordura (RCG): medida obtida dividindo a área de gordura pela área de olho de lombo à altura da última costela.
- h) Rendimento de pernil (RP): peso do pernil segundo o MBCC como percentual do peso da meia carcaça esquerda fria.

3.3.2 Características de dissecação

- a) Porcentagem de carne (PC): peso da carne como percentual do peso da meia carcaça esquerda fria.
- b) Porcentagem de gordura (PG): peso da gordura como percentual do peso da meia carcaça esquerda fria.
- c) Porcentagem de cortes magros (PCM): somatório das partes de carne e ossos da paleta, costado e pernil em relação ao peso da meia carcaça esquerda fria.
- d) Relação gordura:carne (RGC): relação entre o peso da gordura e o peso da carne.

3.3.3 Taxa de crescimento em músculo (TCM)

A TCM mede a quantidade de músculo depositado por dia pelo animal durante o período da recria até o abate. Foi proposta por Fowler et al. (1976), pela seguinte equação:

$$TCM = \frac{MF - MI}{Pe}$$

em que:

MF = peso do músculo ao abate;

MI = peso do músculo no início da fase de crescimento;

Pe = período transcorrido, em dias, desde o início da fase de crescimento até o abate.

As estimativas de MF e MI são dadas por:

$$MF = \text{Peso de abate} \times RC \times RF \times PC \times 10^{-6}$$

Sendo, RF o rendimento de frigorificação (peso da meia carcaça esquerda fria como porcentagem do peso da meia carcaça quente);

MI = $-1,59 + (0,44 \times \text{peso ao início da fase de crescimento})$, segundo Brannaman et al. (1984).

O peso ao início da fase de crescimento foi tomado quando os animais atingiram aproximadamente 30 kg.

3.4 Preparação e descrição dos dados

Para gerar as estimativas dos componentes de variância e conseqüentemente, dos parâmetros genéticos, utilizou-se o programa computacional MTDFREML (Boldman et al., 1995). Foram criados dois arquivos, os quais continham os registros dos animais que tiveram suas carcaças avaliadas, identificados de acordo com o pai, mãe, sexo, e grupo contemporâneo. Pela combinação de estação (1 = janeiro a março; 2 = abril a junho; 3 = julho a setembro; 4 = outubro a dezembro) e ano de nascimento (1997 a 2000), foram formados 12 grupos contemporâneos (GC), sendo o número de registros em cada GC apresentado na Tabela 10.

O primeiro arquivo continha todas as medidas de classificação e dissecação, sendo eliminados os registros incompletos, ou seja, aqueles que não possuíam informações de uma ou mais características. Dessa forma, o número total de registros foi reduzido para 684 animais (356 machos e 328 fêmeas), provenientes do acasalamento ao acaso de 46 matrizes e 12 reprodutores.

O segundo arquivo foi gerado somente com os animais que continham informações que possibilitassem a estimação da taxa de crescimento em músculo e, ainda, que tivessem todas as informações das características de classificação e dissecação da carcaça. No total somaram-se os registros de 515 animais (256 machos e 259 fêmeas), progênes de 41 matrizes e 11 reprodutores.

Para a montagem da matriz de parentesco foi utilizada a identificação do animal, do pai e da mãe presentes no arquivo em análise. Preliminarmente, efetuou-se a recodificação dos números de identificação, para que o número da progênie fosse sempre superior ao número dos pais. O número de reprodutores, matrizes e progênes avaliadas por ano no primeiro e no segundo arquivo estão apresentados nas Tabelas 11 e 12.

TABELA 10. Número de registros de animais avaliados por grupo contemporâneo em cada arquivo

ARQUIVOS	GRUPOS CONTEMPORÂNEOS ^a												TOTAL
	297	397	497	198	298	398	498	199	299	399	499	100	
1	39	89	25	103	37	95	28	80	83	53	42	10	684
2	38	00	14	76	32	83	27	71	82	51	38	3	515

^a grupo contemporâneo (estação ano).

TABELA 11. Número de reprodutores, matrizes e progênes avaliadas por ano, no primeiro arquivo

1 ^o arquivo	Anos				Total
	1997	1998	1999	2000	
Reprodutores ^a	6	8 (4)	8 (6)	3 (3)	12
Matrizes ^a	22	26 (13)	27 (17)	5 (4)	46
Progênes avaliadas	153	263	258	10	684

^a O número entre parênteses indica reprodutores e matrizes avaliadas também em anos anteriores.

TABELA 12. Número de reprodutores, matrizes e progênes avaliadas por ano, no segundo arquivo

2 ^o arquivo	Anos				Total
	1997	1998	1999	2000	
Reprodutores ^a	4	8 (3)	8 (6)	1 (1)	11
Matrizes ^a	8	25 (4)	27 (16)	1	41
Progênes avaliadas	52	218	242	3	515

^a O número entre parênteses indica reprodutores e matrizes avaliadas também em anos anteriores.

3.5 Parâmetros estimados

Para cada uma das características analisadas, foram estimadas as (co)variâncias fenotípicas, genéticas e residuais e os valores de herdabilidade (\hat{h}^2). As correlações genéticas (r_G) e fenotípicas (r_P) foram estimadas entre as características de classificação e as de dissecação e taxa de crescimento em músculo.

3.6 Análises estatísticas

Os componentes de (co)variância e, conseqüentemente, os parâmetros genéticos e não genéticos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), utilizando-se o programa computacional MTDFREML (Boldman et al., 1995). Adotou-se como critério de convergência a variância dos valores assumidos pela verossimilhança nos pontos do Simplex inferior a 10^{-9} .

Foram efetuadas análises univariadas para todas as características de carcaça avaliadas e bivariadas apenas para os pares formados pela combinação das características de classificação de carcaça com as de dissecação e taxa de crescimento em músculo.

O modelo animal utilizado nas análises considerou como efeitos fixos, o sexo e o grupo contemporâneo, e como efeitos aleatórios, o efeito genético direto do animal e o efeito residual. Como covariável, utilizou-se o peso de abate (Pabat) para rendimento de carcaça (RC) e o peso da carcaça fria (PCF) para as demais características que, em análises preliminares, foram significativamente influenciadas por esta variável (CCMB, CCMA, ETM, P₂, AOL, RCG).

O modelo utilizado na análise, na sua forma matricial, foi o seguinte:

$$\underset{\sim}{y} = \underset{\sim}{X} \underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{Z} \underset{\sim}{a} + \underset{\sim}{e}$$

em que:

$\underset{\sim}{y}$ = vetor das variáveis dependentes;

$\underset{\sim}{X}$ = matriz de incidência dos efeitos fixos e covariáveis;

$\underset{\sim}{\beta}$ = vetor dos efeitos fixos (sexo, grupo contemporâneo) e das covariáveis (peso de abate e peso da carcaça fria);

$\underset{\sim}{Z}$ = matriz de incidência dos efeitos aleatórios;

$\underset{\sim}{a}$ = vetor dos efeitos aleatórios dos valores genéticos aditivos do animal;

$\underset{\sim}{e}$ = vetor dos erros, pressupostos NID $(0, \sigma^2)$.

Para a análise bivariada, este modelo pode ser representado como segue:

$$\begin{bmatrix} \underset{\sim}{y}_1 \\ \underset{\sim}{y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{X}_1 & 0 \\ 0 & \underset{\sim}{X}_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underset{\sim}{\beta}_1 \\ \underset{\sim}{\beta}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \underset{\sim}{Z}_1 & 0 \\ 0 & \underset{\sim}{Z}_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underset{\sim}{a}_1 \\ \underset{\sim}{a}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \underset{\sim}{e}_1 \\ \underset{\sim}{e}_2 \end{bmatrix}$$

Apesar do efeito comum de leitegada contribuir para a variação fenotípica na maioria das características de carcaça, este não foi considerado no modelo. Isso se deve ao pequeno tamanho do arquivo de dados, tendo sido detectado um confundimento entre os efeitos fixos e os efeitos aleatórios,

fazendo com que as estimativas obtidas quando se usou o efeito comum de leitegada apresentassem valores dos parâmetros genéticos extremamente fora daqueles encontrados sem este efeito e também não condizentes com a literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, com os respectivos erros-padrão, das características de carcaça dos suínos avaliados no experimento (Tabela 13) foram coerentes com os dados observados na literatura.

TABELA 13. Número de observações (n), médias e desvios padrão das características de carcaças de suínos Large White

CARACTERÍSTICAS	n	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
PV (kg)	684	94,84	3,97
RC (%)	684	81,30	2,76
CCMB (cm)	684	93,23	3,15
CCMA (cm)	684	78,23	2,87
ETM (mm)	684	35,35	5,02
P₂ (mm)	684	24,87	6,96
AOL (cm²)	684	31,96	4,59
RCG	684	0,77	0,18
RP (%)	684	30,61	1,79
PC (%)	684	50,30	3,20
PG (%)	684	27,63	3,46
PCM (%)	684	50,26	3,14
RGC	684	0,55	0,10
TCM (kg/dia)	515	0,32	0,07

PV = Peso vivo; **RC** = rendimento de carcaça; **CCMB** = comprimento de carcaça pelo MBCC; **CCMA** = comprimento de carcaça pelo método americano; **ETM** = espessura de toucinho média; **P₂** = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; **AOL** = área de olho de lombo; **RCG** = relação carne:gordura; **RP** = rendimento de pernil; **PC** = porcentagem de carne; **PG** = porcentagem de gordura; **PCM** = porcentagem de cortes magros; **RGC** = relação gordura:carne; **TCM** = taxa de crescimento em músculo.

Em comparação às médias obtidas por Almeida Neto (1992), no mesmo rebanho, durante o período de 1989 a 1991, notou-se que os valores foram semelhantes para todas as características de carcaça.

Os animais avaliados apresentaram espessura de toucinho elevada, não podendo ser comparados com animais geneticamente superiores, atualmente produzidos, uma vez que este rebanho não foi submetido a qualquer programa de seleção. Ao comparar com animais da raça Large White, a média encontrada para ETM e P₂ é maior do que as médias encontradas por Catalan (1986), Oliveira (1988), Almeida Neto (1992) e Larzul et al. (1997). Pesquisas com outras raças indicam que a ETM tem valores médios variando de 21 a 40 mm (Quijandria et al., 1970; Alves, 1977; Albério et al., 1983; Christian et al., 1980; Rahnefeld et al., 1983; Costa et al., 1986; Catalan, 1986; Oliveira, 1988). Portanto, o valor encontrado no presente trabalho está próximo aos maiores valores descritos na literatura, evidenciando que estes animais possuem carcaças de baixa qualidade quanto à espessura de toucinho.

As demais características de classificação de carcaça apresentaram valores médios que estão dentro dos limites descritos na literatura, onde o RC variou de 77,1% a 81,95%, o CCMB de 91,53 a 100,00 cm, o CCMA de 76,86 a 81,45 cm, a AOL de 25,61 a 43,10 cm², a RCG de 0,57 a 0,97, e o RP de 26,07% a 32,01% (Quijandria, Woodard e Robison, 1970; Alves, 1977; Albério et al., 1983; Christian et al., 1980; Rahnefeld et al., 1983; Costa et al., 1986; Catalan, 1986; Oliveira, 1988; Almeida Neto, 1992; Larzul et al., 1997).

Com relação às características de dissecação avaliadas neste estudo, verificou-se que as médias obtidas foram coerentes com as pesquisas realizadas por Quijandria et al. (1970), Oliveira (1988), Almeida Neto (1992), e Larzul et al. (1997). Esses autores encontraram valores variando de 45,7% a 52,4% para

PC, de 25,09% a 26,61% para PG, de 48,5% a 53,64% para PCM e 0,55 a 0,60 para RGC.

A taxa de crescimento em músculo também apresentou valores semelhantes aos observados na literatura, os quais variaram de 0,26 a 0,37 kg/dia (Bereskin, 1987; Oliveira, 1988; Stern et al., 1990; Larzul et al., 1997).

4.1 Estimativas de herdabilidade (\hat{h}^2)

Os resultados de herdabilidade para as características de carcaça, obtidos nas análises univariadas e bivariadas, são apresentados na Tabela 14. Observa-se que as estimativas não foram, de maneira geral, influenciadas pelo tipo de análise realizada. Isso provavelmente ocorreu porque todas as características avaliadas continham o mesmo número de observações. Dessa forma, estimaram-se, nas análises bivariadas, valores de variâncias semelhantes às obtidas nas análises univariadas.

TABELA 14. Estimativas de herdabilidade para características de carcaça de suínos em análises univariadas e bivariadas

Características	Análise univariada	Análise bivariada	
		Média	Intervalo
RC	0,39	0,38	0,37 - 039
CCMB	0,34	0,34	0,33 - 0,34
CCMA	0,19	0,18	0,18 - 0,19
ETM	0,17	0,16	0,15 - 0,16
P₂	0,16	0,16	0,15 - 0,16
AOL	0,27	0,27	0,27 - 0,27
RCG	0,15	0,14	0,14 - 0,15
RP	0,12	0,11	0,10 - 0,11
PC	0,45	0,45	0,42 - 0,46
PG	0,36	0,36	0,34 - 0,37
PCM	0,32	0,32	0,31 - 0,32
RGC	0,39	0,39	0,37 - 0,40
TCM	0,37	0,38	0,36 - 0,39

RC = rendimento de carcaça; **CCMB** = comprimento de carcaça pelo MBCC; **CCMA** = comprimento de carcaça pelo método americano; **ETM** = espessura de toucinho média; **P₂** = espessura de toucinho a 6,5 cm da linha do dorso; **AOL** = área de olho de lombo; **RCG** = relação carne:gordura; **RP** = rendimento de pernil; **PC** = porcentagem de carne; **PG** = porcentagem de gordura; **PCM** = porcentagem de cortes magros; **RGC** = relação gordura:carne; **TCM** = taxa de crescimento em músculo.

Uma vez que os valores de herdabilidade obtidos, para cada característica, nas análises uni e bivariadas foram bastante semelhantes, os resultados serão discutidos independentemente do tipo de análise realizada.

As estimativas de herdabilidade apresentadas no presente trabalho foram, em geral, coerentes com as encontradas na literatura, utilizando o método REML (Hofer et al., 1992; Lo et al., 1992; Collao Saenz, 1994; Roso et al., 1995; Larzul et al., 1997; Hicks et al., 1998; Torres Jr. et al., 1998; Sonesson et al., 1998 e Johnson et al., 1999).

Dentre as características de classificação de carcaça, o RC, o CCMB e a AOL, apresentaram as maiores estimativas de herdabilidade, sugerindo maior progresso genético nestas características em processos seletivos. Os valores encontrados para RC assemelham-se aos obtidos por Hicks et al. (1998), enquanto que para o CCMB, as estimativas de herdabilidade foram próximas as encontradas por Collao Saenz (1994), e menores do que as obtidas por Roso et al. (1995) e Hicks et al. (1998). O valor de herdabilidade estimado para a AOL foi semelhante aos valores apresentados por Johnson et al. (1999), e inferior aos estimados por Larzul et al. (1997) e Hicks et al. (1998).

Para as demais características de classificação, as estimativas de herdabilidade variaram de 0,12 a 0,19. Os menores valores foram observados para RCG e RP, demonstrando que estas características apresentaram baixa variabilidade genética no rebanho estudado, possivelmente devido à alta consangüinidade e/ou ao pequeno número de reprodutores utilizados neste estudo.

Em média, as características de dissecação apresentaram estimativas de herdabilidade superiores àquelas estimadas para as características de classificação e, dentre todas as características de carcaça estudadas, a PC foi a de maior herdabilidade. Os valores de herdabilidade estimados para PC, PCM, PG e RGC variaram de 0,32 a 0,45, sendo coerente com as estimativas apresentadas por Collao Saenz (1994), Larzul et al. (1997), e Sonesson et al. (1998).

A estimativa de herdabilidade obtida para TCM foi elevada e semelhante às estimativas encontradas por Stern et al. (1993); Chen et al. (1994), e Cameron (1994). Esse fato evidencia a possibilidade de haver um grande progresso genético neste rebanho, em programas de melhoramento que objetivem aumentar a taxa de deposição de carne diária na carcaça.

Apesar das características de dissecação e TCM possuírem, em média, maior herdabilidade do que as de classificação, vale ressaltar que, a obtenção dos dados de dissecação, necessários também para o cálculo da TCM, exige muita mão-de-obra e tempo e ocasiona cortes indevidos na carcaça que pode comprometer a sua comercialização. Portanto, é um processo oneroso e muito difícil de ser implantado em grande escala. Contudo, as características de classificação, que são mais facilmente mensuradas, destacando-se aquelas que podem ser medidas por ultra-som, têm maior importância como critério de seleção para um programa de melhoramento animal.

4.2 Correlações

As estimativas de correlações genéticas e fenotípicas das características de classificação, com as de dissecação e taxa de crescimento em músculo, são apresentadas nas Tabelas 15 e 16, respectivamente.

TABELA 15. Correlações genéticas (r_G) entre características de classificação e de dissecação de carcaça de suínos da raça Large White

Características	PC	PG	PCM	RGC	TCM
RC	0,12	-0,02	0,03	-0,06	0,26
CCMB	0,02	-0,10	0,22	-0,07	-0,30
CCMA	0,13	-0,31	0,48	-0,26	-0,29
ETM	-0,86	0,92	-0,78	0,92	0,24
P ₂	-0,69	0,66	-0,77	0,68	0,17
AOL	0,41	-0,29	0,42	-0,31	0,40
RCG	-0,67	0,70	-0,56	0,72	-0,53
RP	-0,23	0,30	-0,28	0,30	0,06

RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = Espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne; TCM = taxa de crescimento em músculo.

TABELA 16. Correlações fenotípicas (r_P) entre características de classificação e de dissecação de carcaça de suínos da raça Large White

Características	PC	PG	PCM	RGC	TCM
RC	-0,05	0,10	-0,10	0,08	0,05
CCMB	0,15	-0,21	0,25	-0,20	-0,04
CCMA	0,18	-0,23	0,30	-0,22	-0,03
ETM	-0,52	0,60	-0,54	0,58	0,01
P ₂	-0,57	0,66	-0,64	0,64	-0,02
AOL	0,48	-0,46	0,47	-0,47	0,21
RCG	-0,59	0,63	-0,60	0,64	-0,16
RP	0,25	-0,17	0,29	-0,21	0,12

RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne; TCM = taxa de crescimento em músculo.

4.2.1 Correlações entre características de classificação e dissecação

As características de classificação que tiveram maior correlação genética com as de dissecação foram as espessuras de toucinho (ETM e P_2) e a relação carne:gordura (RCG). Dentre essas, a espessura de toucinho média (ETM) foi a de maior magnitude e altamente correlacionada com o conteúdo de gordura da carcaça. Verifica-se que as características ETM, P_2 e RCG foram negativamente correlacionadas com as medidas que avaliam a quantidade de carne na carcaça (PC e PCM) e positivamente correlacionada com as medidas que avaliam a quantidade de gordura (PG e RGC). Isso está de acordo com os resultados encontrados por Bereskin (1987), Almeida Neto (1992), Collao Saenz (1994) e Sonesson et al. (1998) e demonstra que podem ser boas indicadoras de suínos com melhor qualidade de carcaça.

Com correlações genéticas intermediárias, as características AOL e RP demonstraram ser geneticamente correlacionadas com as características de dissecação. A AOL apresentou correlações positivas com PC e PCM, e negativas com PG e RGC, corroborando com os resultados obtidos por Bereskin (1987) e Collao Saenz (1994). Entretanto, para RP foram observadas correlações genéticas negativas com as medidas relacionadas ao conteúdo de carne na carcaça (PC e PCM) e positivas com aquelas relacionadas com o conteúdo de gordura (PG e RGC), contrariando todos os resultados encontrados na literatura (Almeida Neto, 1992; e Collao Saenz, 1994).

As correlações genéticas entre RP e as características de dissecação indicam que, neste rebanho, a seleção para RP tenderia a piorar a qualidade da carcaça dos suínos. Provavelmente, estes animais possuem uma grande parte da distribuição da gordura corporal concentrada no pernil e, ao selecionar para rendimento deste corte, geneticamente, estariam sendo selecionadas carcaças mais gordas. Em análises paralelas, em que se estudou a composição corporal

destes animais, o pernil mostrou ter menos importância, com relação à porcentagem de carne da carcaça, do que a paleta.

O CCMB, em geral, apresentou correlações genéticas muito baixas com as medidas de dissecação, demonstrando que esta característica está pouco associada à qualidade da carcaça. Estes resultados diferem parcialmente das estimativas apresentadas por Collao Saenz (1994), o qual encontrou correlações mais elevadas, porém de mesmo sentido, ou seja, positivo para PC e PCM e negativo para PG e RGC.

O CCMA revelou-se mais correlacionado geneticamente com as características de dissecação do que o CCMB. As maiores correlações foram verificadas entre o CCMA e as características PG, no sentido negativo e, PCM, no sentido positivo. Assim, animais com maiores CCMA poderão produzir carcaças com menores PG e maiores PCM e, portanto, carcaças de melhor qualidade.

Dentre todas as características, observou-se que o RC foi, geneticamente, a característica de menor correlação com os teores de carne e gordura da carcaça, demonstrando ser uma medida de pouca valia para programas de melhoramento genético que objetivam melhorar a qualidade da carcaça deste rebanho.

Quanto às correlações fenotípicas entre as características de classificação e dissecação, com exceção do rendimento de carcaça e do rendimento de pernil, elas tiveram o mesmo sentido que as correlações genéticas, divergindo apenas em magnitude.

As características de espessura de toucinho (ETM e P_2), relação carne:gordura (RCG) e AOL foram as que tiveram maior correlação fenotípica com as características de composição corporal. Estas correlações mostram que quando há um aumento na porcentagem de gordura da carcaça, a espessura de

toucinho e a RCG aumentam e a AOL diminui, concordando com os resultados obtidos na literatura (Almeida Neto, 1992; Collao Saenz, 1994; e Sonesson et al., 1998).

As medidas de comprimentos de carcaça (CCMB e CCMA) e o RP tiveram correlações fenotípicas com as características de dissecação variando de 0,15 a 0,30. Comparando-se com as correlações genéticas, verifica-se que o CCMB apresentou uma correlação fenotípica mais elevada com as medidas de dissecação, e o RP apresentou correlações fenotípicas positivas com os teores de carne e negativa com os teores de gordura da carcaça, o que está de acordo com os resultados obtidos por Collao Saenz (1994).

Entre todas as características de classificação, o RC demonstrou ser a característica menos correlacionada fenotipicamente e geneticamente com as características de dissecação.

4.2.2 Correlações entre características de classificação e a taxa de crescimento em músculo

As características que tiveram maiores correlações genéticas com TCM foram a AOL e a RCG. Por esses resultados pode-se esperar que a seleção para aumentar a AOL ou diminuir a RCG, além de proporcionar uma carcaça de melhor qualidade, levaria a um aumento na taxa de deposição diária de carne na carcaça e, portanto, melhoraria o desempenho deste rebanho para a produção de carne.

As características RC, CCMB, CCMA, ETM, e P_2 tiveram correlações genéticas intermediárias com a TCM e, para as espessuras de toucinho e comprimentos de carcaça, estas correlações foram desfavoráveis aos objetivos de seleção. Ou seja, ao tentar melhorar a qualidade da carcaça destes animais,

reduzindo a espessura de toucinho ou aumentando o comprimento da carcaça, o desempenho da produção de carne na carcaça tenderia a piorar, e vice versa. Estas correlações indicam a necessidade de se trabalhar com índices de seleção que ponderem adequadamente estas características, de forma a obter suínos com maior deposição de carne diária na carcaça sem comprometer a qualidade da carcaça.

O RP apresentou baixa correlação genética com a característica TCM, demonstrando que esta característica está pouco associada à produção de carne na carcaça.

A maioria das características de classificação demonstrou ser pouco correlacionada fenotipicamente com a TCM, sendo que apenas a AOL e a RCG tiveram correlações, apesar de baixas, acima de 0,15.

5 CONCLUSÕES

Para este rebanho pode-se concluir que:

- Espera-se maior progresso genético na seleção para rendimento de carcaça, comprimento de carcaça pelo MBCC e área de olho de lombo, bem como nas características de dissecação e taxa de crescimento em músculo devido aos elevados valores de herdabilidade observados para estas características;
- Processos seletivos para espessura de toucinho média e/ou P_2 , embora produzam carcaças de melhor qualidade, devido às altas correlações genéticas destas com os teores de carne e gordura da carcaça, podem reduzir a taxa de crescimento em músculo;
- As estimativas dos parâmetros genéticos para a área de olho de lombo evidenciam a importância desta característica na obtenção de bons resultados para o melhoramento das carcaças e produção de carne deste rebanho.
- As correlações genéticas obtidas entre TCM e as espessuras de toucinho sugerem o estudo da correlação das espessuras com ganho de peso, com vistas a se definir índice de seleção para programas de melhoramento;
- comprimento de carcaça pelo MBCC e rendimento de carcaça, por não estarem correlacionadas com a qualidade da carcaça, são características de pouca utilidade para programas de melhoramento que almejam melhorar a proporção de carne e gordura da carcaça;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBÉRIO, A. C.; OLIVEIRA, A. I. G.; BARBOSA, A. S.; OLIVEIRA, B. L.; SOARES, M. C. Níveis de energia, raça e sexo sobre o desempenho e carcaça de suínos. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 7, n. 1, p. 86-95, jan./jun. 1983.

ALMEIDA NETO, P. P. Parâmetros genéticos e fenotípicos de características de carcaça de suínos. 1992. 71 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

ALVES, R. G. Análise econômica e genética das características de desempenho e de carcaça de suínos Landrace e Duroc. 1977. 62 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANDERSON, R. D. Variance components. In: QUAAS, R. L.; ANDERSON, R. D.; GILMOUR, A. R. Use of mixed models for prediction and for estimation of (co) variance components. [S. 1.]: University of New England-AGBU, 1984. p. 77-145. (BLUP School Handbook.)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. Método brasileiro de classificação de carcaça. Estrela, RS: ABCS, 1973. 17p.

BERESKIN, B. Genetic and phenotypic parameters for pig growth and body composition estimated by intraclass correlation and parent-offspring regression. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1619-1629, June 1987.

BERRY, B. W.; SMITH, G. C.; HILLERS, J. K.; KROENING, J. H. Effects of chronological age on live and carcass characteristics of Yorkshire swine. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 31, n. 5, p. 856-860, Nov. 1970.

BOGGS, D. L.; MERKEL, R. A. Live Animal Carcass Evaluation and Selection Manual. Toronto: Kendall/Hunt, 1979. 199 p.

BOLDMAN, K. G.; KRIESE, S.; VAN VLECK, L. D. et al. MTDFREML Users guide USDA/ARS Claycenter, Nebraska, 1995. 114 p.

BOLDMAN, K. G.; VAN VLECK, L. D. Derivative-free Restricted Maximum Likelihood Estimation in animal models with a sparse matrix solver. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 4337-4344, Dec. 1991.

BRANNAMAN, J. L.; CHRISTIAN, L. L.; ROTHSCHILD, M. F.; KLINE, E. A. Prediction equations for estimating lean quantity in 15.0 to 50.0 kg pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, n. 4, p. 991-996, Oct. 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas: 1961-1990.** Brasília, 1992. 84 p.

BRUNER, W. H., SWIGER, L. A. Effects of sex, season and breed on live and carcass traits at the Ohio swine evaluation station. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 2, p. 383-388, Mar. 1968.

BRYNER, S. M.; MABRY, J. W.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; KRIESE, L. A. Estimation of direct and maternal heritability and genetic correlation for backfat and growth rate in swine using data from Centrally Tested Yorkshire Boars. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 6, p. 1755-1759, June 1992.

CAMERON, N. D. Selection for components of efficient lean growth rate in pigs. 1. Selection pressure applied and responses in a Large White herd. **Animal Production**, Edinburg, v. 59, n. 2, p. 251-262, Oct. 1994.

CAMERON, N. D.; CURRAN, M. K. Selection for components of efficient lean growth rate in pigs. 1. Selection pressure applied and direct responses in a Landrace herd. **Animal Production**, Edinburg, v. 59, n. 2, p. 263-269, Oct. 1994.

CATALAN, G. Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos em suínos Landrace, Large White e Duroc, nas fases de crescimento e terminação. 1986. 129 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHEN, P.; BASS, T. J.; DEKKERS, J. C. M. Selection for lean growth rate in a synthetic line of Yorkshire-Meishan pigs. 1. selection pressure applied and direct response. **Breeding / Physiology.** Iowa State University, 1994. 6 p.

CHRISTIAN, L. L.; STROCK, K. L.; CARLSON, J. P. Effects of protein, breed cross, sex and slaughter weight on swine performance and carcass traits. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 51, n. 1, p. 51-58, July 1980.

COBUCCI, J. A.; OLIVEIRA, A. I. G.; GONÇALVES, T. M. Parâmetros genéticos de peso ao nascer em suínos híbridos pelo método dos quadrados mínimos e da máxima verossimilhança restrita. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 21, n. 4, p. 511-515, out./dez. 1997.

COLLAO SAENZ, E. A. Aplicação de modelos animais na estimação de parâmetros genéticos em características de carcaça de suínos. 1994. 57 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COSTA, A. R. C.; LOPES, P. S.; TORRES, R. A.; REGAZZI, A. J.; SILVA, M. A.; EUCLYDES, R. F.; PIRES, A. V. Estimação de parâmetros genéticos em características de desempenho de suínos das raças Large White, Landrace e Duroc. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 49-55, jan./fev. 2001.

COSTA, C. N.; SARALEGUI, W. H.; FÁVERO, J. A.; LEITÃO, G. R. Parâmetros genéticos e índices de seleção para suínos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 124-131, mar./abr. 1986.

CUTHBERTSON, A.; PEASE, A. R. H. The interrelationships of various measurements, visual assessments and dissection results of pigs of 200 lb live weight. *Animal Production*, Edinburg, v. 10, n. 3, p. 249-255, Aug. 1968.

CUTHBERTSON, A. PIDA Dissection Techniques. In: _____ Symposium on methods of carcass evaluation. Dublin: European Association for Animal Production, 1968. 8 p.

DAVIES, A. S.; PEARSON, G.; CARR, J. R. The carcass composition of male, castrated male and female pigs resulting from two levels of feeding. *Journal Agricultural Science*, Cambridge, v. 95, n. 2, p. 251-250, Oct. 1980.

DUTRA Jr, W. M.; FERREIRA, A. S.; TAROUCO, J. U.; EUCLYDES, R. F.; DONZELE, J. L.; LOPES, P. S.; CARDOSO, L. L. Estimativas de rendimento de cortes comerciais e de tecido de suínos em diferentes pesos de abate pela técnica de ultra-sonografia em tempo real. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1243-1250, jul./ago. 2001.

EGGERT, J. M.; SHEISS, E. B.; SCHINCKEL, A. P.; FORREST, J. C.; GRANT, A. L.; MILLS, S. E.; WATKINS, B. A. Effects of genotype, sex, slaughter weight, and dietary fat on pig growth, carcass composition, and pork quality. *Swine Day Report*, Purdue University, 1996. 5 p.

ELER, J. P. **Utilização de modelos animais univariados e multivariado na avaliação genética de bovinos da raça Nelore.** 1994. 112 p. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1987. 279 p.

FERRAZ, J. B. S. Guia prático para análise de dados segundo modelo animal em DFEML com matrizes esparsas. I. Análises univariadas. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 15, n. 1, p. 209-233, mar. 1992.

FERRAZ, J. B. S.; JOHNSON, R. K. Animal model estimation of genetic parameter and response to selection for litter size and weight, growth, and backfat in closed seedstock population of Large White and Landrace swine. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 71, n. 4, p. 850-858, Apr. 1993.

FOULLEY, J. L. A simple argument showing how to derive Restricted Maximum Likelihood. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2320-2324, Aug. 1993.

FOWLER, V. R.; BICHARD, M.; PEASE, A. Objectives in pig breeding. *Animal Production*, Edinburg, v. 23, n. 3, p. 365-387, Dec. 1976.

FRANK, J. W.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P.; BELSTRA, B.A.; AMASS, S. F.; DeCAMP, S. A. Effects of environment, genotype, and health management system on pig growth performance and carcass characteristics. *Swine Day Report*, Purdue University, 1998. 10 p.

FRANK, J. W.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P.; BELSTRA, B. A.; ELLIS, M.; GRANT, A. L. Effects of environment, genotype, sex and antibiotic treatment on pig growth, carcass characteristics, and pork quality. *Swine Day Report*, Purdue University, 1997. 10 p.

GEORGE, A.; LIU, J.; NG, E. User guide for SPARSPAK: Waterloo sparse linear equation package. CS - 78-30. Ontario Department Computer Science, University of Waterloo, 1980.

GERI, G.; FRANCI, O.; POLI, B. M.; CAMPODONI, G.; ZAPPA, A. Relationships between adipose tissue characteristics of newborn pigs and subsequent performance: II Carcass traits at 95 and 145 kilograms live weight. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1929-1935, July 1990.

GRASSER, H. U.; SMITH, S. P.; TIER, B. A derivative free approach for estimating variance components in animal models by Restricted Maximum Likelihood. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1362-1370, May 1987.

HARTLEY, H. O.; RAO, J. N. K. Maximum-likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. *Biometrika*, London, v. 54, n. 1/2, p. 93-108, June 1967.

HAZEL, L. N. The genetic bases for constructing selection indexes. *Genetics*, Austin, v. 28, p. 476, 1943.

HENDERSON, C. R. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, Washington, v. 9, n. 2, p. 226-252, 1953.

HICKS, C.; TSUTOMU, F.; SCHINCKEL, A. P. Estimates of genetic parameters for daily gain and carcass traits for Japanese Large White Swine. Purdue: Purdue University, 1998. 3 p. (Swine Day Report).

HOFER, A.; HAGGER, C.; KUNZI, N. Genetic evaluation of on-farm tested pigs using an animal model. II. Prediction of breeding values with a multiple trait model. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 30, n. 1/2, p. 83, Jan. 1992.

JOHNSON Z. B.; CHEWNING, J. J.; NUGENT, R. A. Genetic Parameter for production traits and measures of residual feed intake in Large White. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n. 7, p. 1679-1685, July 1999.

KAPLON, M. J.; ROTHSCHILD, M. F.; BERGER, P. J.; HEALEY, M. Population parameter estimates for performance and reproductive traits in Polish Large White nucleus herds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 91-98, Jan. 1991.

KEELE, J. W.; LONG, T. E.; JOHNSON, R. K. Comparison of methods of estimating variance components in pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 4, p. 1428, Apr. 1991.

KEMPSTER, A. J.; EVANS, D. G. The effects of genotype, sex and feeding regimen on pig carcass development. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 93, n. 2, p. 349-358, Oct. 1979.

KENNEDY, B. W.; JOHANSSON, K.; HUDSON, G. F. S. Heritabilities and genetic correlations for backfat and age at 90 Kg in performance-tested pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 1, p. 78-82, July 1985.

KENNEDY, B. W.; SCHAEFFER, L. R.; SORENSEN, D. A. Genetic properties of animal models **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 17, 1988. Supplement, 2.

LARZUL, C.; LEFAUCHEUR, L.; ECOLAN, P.; GOGUE, J.; TALMANT, A.; SÉLLER, P.; Le ROY, P.; MONIN, G. Phenotypic and genetic parameter for *longissimus* muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pig s. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, mn. 12, p. 3126-3137, Dec. 1997.

LI, X.; KENNEDY, B. W. Genetic parameters for growth rate and backfat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc, and Hampshire pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1450-1454, June 1994.

LO, L. L.; MACLAREN, D. G.; MCFEITH, F. K.; FERNANDO, R. L.; NOVAKOSTKI, J. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: II Heritabilities and correlations. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 70, n. 8, p. 2387-2396, Aug. 1992.

MARTIN, A. H.; SATHER, A. P.; FREDEEN, H. T.; JOLLY, R. W. Alternative market weights for swine. II. Carcass composition and meat quality. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 50, n. 4, p. 699-703, Apr. 1980.

MEYER, K. DFREML - a serie of programs to estimate variance components under an individual model. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 33, p. 31, 1988. Supplement, 2.

MEYER, K. Estimation of genetic parameters. In: *REVIEWS ON MOLECULAR AND QUANTITATIVE GENETICS APPROACHES IN HONOR OF ALAN ROBERTSON. Proceedings...* Evolution and Animal Breeding. Wallingfor: CAB International, 1989. p. 159-167.

MISHRA, R. R., SHARMA, G. C. Carcass characteristics of Large White Yorkshire barrows. *Indian Journal of Animal Research*, Karnal, v. 25, n. 1, p. 10-14, 1991.

OLIVEIRA, A. I. G. Aspectos genéticos das características físicas das carcaças de suínos em cruzamentos dialélicos. 1988. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, London, v. 58, n. 3, p. 545-554, Sept. 1971.

QUAAS, R. L.; POLLAK, E. J. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 51, n. 6, p. 1277-1287, Dec. 1980.

QUIJANDRIA, B.; WOODARD, J. R.; ROBISON, O. W. Genetic and environmental effects on live and carcass traits at the north Carolina swine evaluation station. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 31, n. 4, p. 652-655, July 1970.

RAHNEFELD, G. W.; CLIPLEF, R. L.; GARNETT, I.; McKAY, R. M. Mass selection for postweaning growth in swine. VI. Means, heritabilities, genetic and phenotypic correlations, and correlated response of carcass traits. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 63, n. 1, p. 49-58, Mar. 1983.

RAO, C. R. Estimation of variance and covariance components-MINVQUE theory. **Journal of Multivariate Analysis**, New York, v. 1, p. 445-457, 1971.

ROSO, V. M.; FRIES, L. A.; MARTINS, E. S. Parâmetros genéticos em características de desempenho e qualidade de carcaça em suínos da raça Duroc. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 310-316, mar./abr. 1995.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e Suínos (Tabelas Brasileiras). Viçosa: UFV, 9494. 59 p.

SCHNEIDER, J. F.; CHRISTIAN, L. L.; KUHLLERS, D. L. Crossbreeding in swine: genetic effects on pig growth and carcass merit. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 747-756, 1982.

SCHOLZ, A.; TRIEBLER, G. Selection efficiency of "biological" indices of lean tissue growth rate and lean tissue feed conversion in two breeds of pigs. **Zuchtungskunde**, Stuttgart, v. 64, n. 5, p. 364-355, Sept./Oct. 1992.

SCOTT, C.; KENNEDY B. W.; MOXLEY, J. E. Heritabilities and breed composition effects on backfat depth and retail cut distribution in swine. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 64, n. 3, p. 587-596, Sept. 1984.

SILVA, M. A. Melhoramento animal: métodos de estimação de componentes genéticos. Viçosa: UFV, 1980. 49 p.

SILVA, M. V. G. B. Utilização de modelos animais uni e bivariados no estudo das relações entre eficiência reprodutiva e produção de leite na raça Holandesa. 1995. 188 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant breeding selection. *Annals of Eugenics*, London, v. 7, p. 240-250, 1936.

SMITH, J. W.; GRASER, H. V. Estimating variance components in a class of mixed models by restricted maximum likelihood. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 69, n. 4, p. 1156-1165, Apr. 1986.

SONESSON, A. K.; GREEF, K. H.; MEUWISSEN, T. H. E. Genetic parameter and trends of meat quality, carcass composition and performance traits in two selected lines of Large White pigs. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 57, n. 1, p. 23-32, Dec. 1998.

SORENSEN, D. A.; KENNEDY, B. W. Analysis of selection experiments using mixed model methodology. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 63, p. 245-258, Apr. 1986.

STERN, S.; JOHANSSON, K.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, K. Performance testing of pigs for lean tissue growth rate in a selection experiment with low and high protein diets. 1. Experimental design and efficiency of selection. *Acta Agriculturae Scandinavica, Seção A, Animal science*, Oslo, v. 43, n. 3, p. 136-143, Aug. 1993.

TAVARES, S. L. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; FERREIRA, A. S. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 Kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 199-205, jan./fev. 2000.

TORRES Jr, R. A. A.; SILVA, M. A.; LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; EUCLYDES, R. F. Estimativas de componentes de (co) variância para características produtivas de suínos Landrace e Large White pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 283-291, mar./abr. 1998.

VAN DIEPEN, T. A.; KENNEDY, B. W. Genetic correlations between test station and on-farm performance for growth rate and backfat in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 67, n. 6, p. 1425-1431, June 1989.

VAN RADEN, P. M.; WIGGANS, G. R. Derivation, calculation and use of national animal model information. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 8, p. 2737-2746, Aug. 1991.

Van VLECK, L. D.; BOLDMAN, K. G. Sequential transformation for multiple traits for estimation of (co) variance components with Derivated free algorithm for Restricted Maximum Likelihood. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 4, p. 832-849, Apr. 1993.

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 46-55, jan./jun. 1980.

ANEXOS

ANEXO A	Pág.
TABELA 1A Estimativa da variância genética aditiva (σ^2_a), variância residual (σ^2_e), e variância fenotípica (σ^2_p) para características de carcaça de suínos obtidas em análises univariadas	61
TABELA 2A Valores de herdabilidade (\hat{h}^2) para características de carcaça de suínos obtidos em análises bivariadas	62
TABELA 3A Variâncias e covariâncias genéticas das características de carcaça de suínos obtidas em análises bivariadas	63
TABELA 4A Variâncias e covariâncias residuais das características de carcaça de suínos obtidas em análises bivariadas	64
TABELA 5A Variâncias e covariâncias fenotípicas das características de carcaça de suínos obtidas em análises bivariadas	65

TABELA 1A. Estimativa da variância genética aditiva (σ^2_a), variância residual (σ^2_e), e variância fenotípica (σ^2_p) para características de carcaça de suínos obtidas em análises univariadas

Características	Estimativas		
	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p
RC	2,6853	4,2355	6,9208
CCMB	2,9209	5,7207	8,6416
CCMA	1,4400	6,0132	7,4532
ETM	3,2880	16,2104	19,4984
P ₂	4,3846	23,4703	27,8549
AOL	4,4249	11,7971	16,2220
RCG	0,0041	0,0233	0,0275
RP	0,1858	1,4103	1,5961
PC	4,4038	5,3648	9,7687
PG	4,0850	7,1772	11,2622
PCM	2,8666	5,9753	8,8419
RGC	0,0039	0,0061	0,0100
TCM	0,0020	0,0034	0,0054

RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne.

TABELA 2A. Valores de herdabilidade (\hat{h}^2) para características de carcaça de suínos obtidos em análises bivariadas

	Características*					\hat{h}^2 (média)	PCM
	PG	PG	PCM	RGC	PCM		
RC	0,37 ^a	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,37
	0,44 ^b	0,36	0,32	0,39	0,39		
CCMB	0,34	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,39
	0,45	0,36	0,32	0,40	0,40		
CCMA	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,38
	0,46	0,36	0,32	0,40	0,40		
ETM	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,38
	0,45	0,36	0,32	0,39	0,39		
P ₂	0,16	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,38
	0,45	0,37	0,32	0,40	0,40		
AOL	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,37
	0,45	0,36	0,32	0,39	0,39		
RCG	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,36
	0,44	0,35	0,31	0,38	0,38		
RP	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,37
	0,42	0,34	0,31	0,37	0,37		
\hat{h}^2 (média)	0,45	0,34	0,32	0,39	0,39		0,38

^a Herdabilidade da característica na linha;

^b Herdabilidade da característica na coluna;

^c RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne.

TABELA 3A. Variâncias e covariâncias genéticas das características de carcaça de suínos obtidas em análises bivariadas

	Características ^d									
	PC		PG		PCM		RGC		TCM	
RC	2,532 ^a		2,674		2,710		2,627		2,775	
	0,403 ^c	4,233 ^b	-0,056	4,027	0,077	2,853	-0,006	0,004	0,020	0,002
CCMB	2,896		2,893		2,857		2,899		4,388	
	0,080	4,414	-0,344	4,113	0,633	2,874	-0,008	0,004	-0,028	0,002
CCMA	1,406		1,356		1,312		1,366		2,856	
	0,333	4,480	-0,732	4,087	0,929	2,869	-0,019	0,004	-0,022	0,002
ETM	3,106		3,196		2,968		3,134		4,346	
	-3,178	4,404	3,335	4,090	-2,283	2,869	0,102	0,004	0,023	0,002
P ₂	4,443		4,329		4,299		4,354		6,221	
	-3,044	4,418	2,801	4,156	-2,690	2,838	0,090	0,004	0,019	0,002
AOL	4,350		4,326		4,341		4,332		4,917	
	1,789	4,427	-1,228	4,035	1,469	2,870	-0,041	0,004	0,040	0,002
RCG	0,004		0,004		0,004		0,004		0,003	
	-0,089	4,277	0,088	3,958	-0,058	2,727	0,003	0,004	-0,001	0,002
RP	0,165		0,169		0,178		0,167		0,205	
	-0,189	3,992	0,239	3,803	-0,194	2,703	0,007	0,004	0,001	0,002

^a Variância genética aditiva da característica na linha;

^b Variância genética aditiva da característica na coluna;

^c Covariância genética aditiva entre as características da linha e da coluna;

^d RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne.

TABELA 4A. Variâncias e covariâncias residuais das características de carcaça de suínos obtidas em análises bivariadas

	Características ^d									
	PC		PG		PCM		RGC		TCM	
RC	4,328 ^a		4,243		4,222		4,270		4,314	
	-0,812 ^c	5,470 ^b	0,906	7,210	-0,852	5,984	0,026	0,006	-0,009	0,003
CCMB	5,735		5,737		5,766		5,734		4,932	
	1,298	5,362	-1,746	7,158	1,567	5,972	-0,050	0,006	0,019	0,003
CCMA	6,038		6,073		6,106		6,063		5,286	
	1,197	5,323	-1,410	7,173	1,509	5,975	-0,041	0,006	0,015	0,003
ETM	16,394		16,356		16,491		16,400		16,902	
	-3,943	5,368	5,585	7,173	-4,797	5,977	0,155	0,006	-0,021	0,003
P ₂	23,497		23,631		23,673		23,600		25,003	
	-6,434	5,357	8,891	7,135	-7,415	5,995	0,249	0,006	-0,025	0,003
AOL	11,866		11,892		11,898		11,888		12,571	
	4,205	5,352	-4,984	7,207	4,198	5,975	-0,148	0,006	0,025	0,003
RCG	0,024		0,024		0,024		0,024		0,024	
	-0,218	5,445	0,265	7,255	-0,238	6,065	0,008	0,006	-0,001	0,003
RP	1,425		1,422		1,416		1,424		1,475	
	1,162	5,616	-0,955	7,353	1,293	6,086	-0,033	0,006	0,010	0,003

^a Variância residual da característica na linha;

^b Variância residual da característica na coluna;

^c Covariância residual entre as características na linha e na coluna;

^d RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne.

TABELA 5A. Variâncias e covariâncias fenotípicas das características de carcaça de suínos obtidas em análises bivariadas

	Características ^d									
	PC		PG		PCM		RGC		TCM	
RC	6.861 ^a		6.917		6.932		6.897		7.069	6.861
	-0.409 ^c	9.703 ^b	0.851	11.237	-0.775	8.837	0.020	0.010	0.010	-0.409
CCMB	8.631		8.630		8.622		8.633		9.320	8.631
	1.379	9.776	-2.089	11.271	2.199	8.846	-0.058	0.010	-0.010	1.379
CCMA	7.444		7.428		7.418		7.429		8.142	7.444
	1.530	9.802	-2.143	11.259	2.438	8.844	-0.061	0.010	-0.007	1.530
ETM	19.499		19.552		19.459		19.535		21.249	19.499
	-7.121	9.772	8.920	11.263	-7.080	8.846	0.258	0.010	-0.002	-7.121
P ₂	27.940		27.960		27.972		27.954		31.224	27.940
	-9.478	9.776	11.692	11.291	-10.105	8.833	0.339	0.010	-0.006	-9.478
AOL	16.216		16.218		16.239		16.220		17.489	16.216
	5.993	9.779	-6.212	11.241	5.666	8.845	-0.189	0.010	0.065	5.993
RCG	0.028		0.028		0.028		0.028		0.027	0.028
	-0.307	9.722	0.323	11.213	-0.296	8.792	0.011	0.010	-0.002	-0.307
RP	1.590		1.591		1.593		1.591		1.680	1.590
	0.973	9.607	-0.716	11.156	1.099	8.789	-0.026	0.010	0.011	0.973

^a Variância residual da característica na linha;

^b Variância residual da característica na coluna;

^c Covariância residual entre as características na linha e na coluna;

^d RC = rendimento de carcaça; CCMB = comprimento de carcaça pelo MBCC; CCMA = comprimento de carcaça pelo método americano; ETM = espessura de toucinho média; P₂ = espessura de toucinho à 6,5 cm da linha do dorso; AOL = área de olho de lombo; RCG = relação carne:gordura; RP = rendimento de pernil; PC = porcentagem de carne; PG = porcentagem de gordura; PCM = porcentagem de cortes magros; RGC = relação gordura:carne.