

AUGUSTO ALOÍSIO BENEVENUTO JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO DE CARCAÇA E DE QUALIDADE DA
CARNE DE SUÍNOS COMERCIAIS, NATIVOS E CRUZADOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

AUGUSTO ALOÍSIO BENEVENUTO JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO DE CARÇA E DE QUALIDADE DA
CARNE DE SUÍNOS COMERCIAIS, NATIVOS E CRUZADOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de dezembro de 2001.

Prof^a Simone Eliza F. Guimarães
(Conselheira)

Prof. Paulo Sávio Lopes
(Conselheiro)

Prof. Alonso Salustiano Pereira

Prof. Marco Túlio C. Silva

Prof. Lúcio Alberto de M. Gomide
(Orientador)

A Deus,
Aos meus pais, Augusto Aloísio e Ivone,
À minha esposa Wellingta, companheira de todas as horas.

AGRADECIMENTO

A DEUS, por estar sempre presente em todos os momentos de minha vida e pela força que me foi dada na realização de mais esta tarefa.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

À minha esposa Wellingta, que ao meu lado, me incentivou, apoiou e ajudou a vencer mais esta etapa. Por se mostrar uma companheira de todas as horas, com seu amor e carinho, me incentiva a enfrentar os desafios e a dar sentido a minha vida.

Ao meu orientador Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide, por ter-me assistido em todos os momentos do desenvolvimento do programa.

Aos Professores Paulo Sávio Lopes e Simone Eliza Facioni Guimarães, pela amizade, pelos aconselhamentos e por terem confiado no meu trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Professor Alonso Salustiano Pereira e Professor Marco Túlio C. Silva, pela atenção e sugestões.

Aos meus pais, por terem acreditado em meus ideais, pelo exemplo de amor, a quem devo tudo que sou.

Aos meus irmãos Janaína e Guilherme, cujo amor, carinho e alegrias foram fundamentais nesta caminhada.

À minha sogra Maria Rita por acreditar nos meus ideais e por me tratar como um filho.

Ao amigo Aldrin, pelo companheirismo na realização dos abates e pela paciência, atenção e ajuda indispensável na análise estatística dos dados.

Ao amigo Kleibe, cuja ajuda e amizade permitiram-me realizar com sucesso a fase experimental do trabalho.

Ao amigo Eduardo Mendes Ramos, pela ajuda na determinação dos teores de pigmentos e pelos auxílios em Informática.

Ao amigo Fausto (30 dias por mês), que, com sua amizade, alegria e fé em Deus, fez com que os dias se tornassem mais alegres.

À amiga Margarida Angélica, pela boa vontade, com a qual sempre pude contar em todos os momentos.

Aos amigos da Granja de Melhoramento Genético de Suínos, Fizim, Evandro, Ginaldo, Luiz Carlos, Geraldo, José Geraldo (Chefe) e Aloísio, pela eterna disposição e apoio na realização deste e de tantos outros trabalhos, a minha eterna gratidão.

Aos amigos da república (Sucozinho, Panchas, Panchina, Vaninho, Jósefer Manoel e Sérgio), pela convivência e companheirismo nos últimos meses do mestrado.

A D. Lígia e ao Valério, administradores do laboratório de pigmentos do DTA, pela atenção, bom humor e ajuda.

A todos os colegas de curso, que contribuíram para o melhoramento da tese.

A todos os meus familiares, pelo apoio e incentivo durante toda a minha vida, e também por me apoiarem e acreditarem no meu potencial.

BIOGRAFIA

AUGUSTO ALOÍSIO BENEVENUTO JÚNIOR, filho de Augusto Aloísio da Rocha Benevenuto e Ivone Lana da Silva Benevenuto, nasceu em Visconde do Rio Branco - MG, em 26 de fevereiro de 1973.

Em outubro de 1998, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.

Iniciou, em agosto de 1999, o Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em dezembro de 2001.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1.Características de qualidade da carne suína.....	4
2.1.1. pH.....	5
2.1.2. Cor.....	6
2.1.3. Capacidade de retenção de água (CRA).....	7
2.1.4. Maciez.....	7
2.1.5. Gordura Intramuscular.....	8
2.2. Características de rendimento da carcaça suína.....	9
2.3. A relação entre rendimento de carcaça e qualidade da carne de suínos.....	10
2.4. Categorias de qualidade da carne.....	16
2.4.1. Carne PSE.....	17
2.4.2. Carne RSE.....	19
2.4.3. Carne RFN/Normal	20
2.4.4. Carne DFD.....	20
2.5. Fatores relacionados ao rendimento da carcaça e à qualidade da carne suína.....	21
2.6. Fator genético influenciando a qualidade da carne.....	23

	Página
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Animais.....	25
3.2. Abate	26
3.3. Determinações de qualidade da carne suína	27
3.3.1. pH	27
3.3.2. Valor R.....	27
3.3.3. Capacidade de retenção de água.....	28
3.3.3.1. Perda por gotejamento	28
3.3.3.2. Perda por cozimento.....	28
3.3.3.3. Perda total.....	29
3.3.4. Maciez objetiva (força de cisalhamento).....	29
3.3.5. Cor.....	29
3.3.6. Pigmentos de cor	30
3.3.7. Quantificação de lipídeos	31
3.3.8. Classificação em categorias de qualidade.....	33
3.4. Determinações dos índices de rendimento de carcaça de suínos.....	34
3.5. Análises dos dados.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Avaliação das correlações, nos animais da geração F2, entre as características de qualidade e rendimento	37
4.1.1. Qualidade.....	37
4.1.1.1. Cor.....	37
4.1.1.2. Capacidade de retenção de água (CRA).....	43
4.1.1.3. Maciez	48
4.1.1.4. Gordura intramuscular.....	51
4.1.1.5. Outras correlações de interesse na determinação da qualidade da carne suína	52
4.1.2. Rendimento	53
4.1.2.1. Correlações entre as características de rendimento	53
4.1.2.2. Correlações entre as características de rendimento e o rendimento de diversos cortes suínos.....	55
4.2. Efeito de sexo sobre as características de rendimento e qualidade dos animais da geração F2.....	56
4.2.1. Rendimento	56
4.2.2. Qualidade.....	58

	Página
4.3. Efeito de grupos contemporâneos sobre as características de rendimento e qualidade dos animais da geração F2.....	61
4.4. Efeito de grupos genéticos sobre as características de rendimento e qualidade da carne em suínos.....	64
4.4.1. Rendimento	64
4.4.2. Qualidade	66
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
APÊNDICES	90

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Características de rendimento e qualidade de carcaças suínas em animais halotano negativos (normais) de diferentes raças.....	11
2	Qualidade da carne e rendimento de carne de suínos produzidos pelo cruzamento de machos Pietrain, Large White e Duroc com fêmeas Landrace e criados em diferentes regimes alimentares.....	12
3	Efeito dos genótipos sobre características de rendimento e qualidade da carne suína.....	13
4	Categorias de qualidade da carne suína em função das características de pH _u , L e perda por gotejamento, segundo alguns autores.....	17
5	Propriedade da carne PSE (pH _i < 5,8).....	19
6	Propriedade da carne DFD (pH ₂₄ >6,2).....	21
7	Composição da ração oferecida aos animais experimentais durante as diversas fases de produção	26
8	Limites de pH _u , L e PG, para a classificação da qualidade da carne suína	33
9	Equações de predição da percentagem de cortes magros em suínos.....	35

10	Coeficientes de correlações entre características de rendimento de carcaça e de qualidade da carne	38
11	Coeficientes de correlação entre as características de rendimento e os rendimentos de cortes da carne suína na geração F2	56
12	Valores médios (m) e desvios-padrões (s) das características de rendimento de carcaça em machos castrados e fêmeas da geração F2	57
13	Valores médios (m) e desvios-padrões (s) das características de qualidade da carne de machos castrados e fêmeas da geração F2	58
14	Valores médios (m) e desvios-padrões (s) das características de rendimento de carcaça suína dos grupos contemporâneos	61
15	Valores médios (m) e desvios-padrões (s) das características de qualidade da carne suína dos grupos contemporâneos	62
16	Efeito dos grupos genéticos sobre os índices de rendimento de carcaça (médias (m), desvios-padrões (s), valores máximo (max) e mínimo (min) e número de observações (N)).....	65
17	Efeito dos grupos genéticos sobre os índices de qualidade da carne (médias (m), desvios-padrões (s), valores máximo (max) e mínimo (min) e número de observações (N)).....	67
18	Frequência (%) de ocorrência das diversas condições de qualidade de carne ao se analisar, segundo os limites dos valores das características propostos por KAUFFMAN (2001), os suínos não classificados na Figura 3	74

APÊNDICE

1A	Resumo da análise de variância do efeito dos grupos genéticos sobre os índices de rendimento de carcaça	91
2A	Resumo da análise de variância do efeito dos grupos genéticos sobre as características de qualidade de carne.....	92
3A	Resumo da análise de variância dos índices de rendimento para os efeitos de sexo e grupos contemporâneos	93
4A	Resumo da análise de variância das características de qualidade para os efeitos de sexo e grupos contemporâneos..	94

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

1	Frequência de distribuição dos valores de pH ₄₅	44
2	Relação entre as medidas de avaliação de capacidade de retenção de água e pH ₄₅	45
3	Frequência de animais, Normal, PSE, RSE e DFD segundo os valores pH _u , L e PG (KAUFFMAN, 2001), em função das raças	73

RESUMO

BENEVENUTO JÚNIOR, Augusto Aloísio, M. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2001. **Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, nativos e cruzados.** Orientador: Lúcio Alberto de Miranda Gomide. Conselheiros: Paulo Sávio Lopes e Simone Eliza Facioni Guimarães.

O presente estudo teve por objetivo avaliar, em suínos obtidos dos cruzamentos em F2 de populações divergentes (nativa x comercial), as correlações entre as características de rendimento de carcaça e de qualidade de carne, e os efeitos de grupo contemporâneo (animais que foram abatidos em um mesmo período de tempo) e de sexo (machos castrados e fêmeas). Visou, ainda, a comparar as características de rendimento de carcaça e qualidade de carne de suínos nativos (tipo banha), suínos comerciais Landrace x Large White (tipo carne) e dos suínos obtidos dos cruzamentos em F2 destas duas populações divergentes. Constatou-se que a coloração da carne é melhor explicada pelo pH_u (24 horas após abate) que pelo pH_{45} (45 minutos após abate). O efeito do pH_u sobre a cor da carne se deve à correlação significativa com os índices de **L**, **b** e **c** e com os pigmentos de mioglobina e oximioglobina. Verificou-se que os teores de mioglobina e de oximioglobina influenciam todos os índices de cor, especialmente pela saturação (**c**), enquanto que o teor de metamioglobina só não apresentou correlação com a luminosidade (**L**), sendo especialmente

influyente no índice de vermelho (a). As medidas de capacidade de retenção de água (CRA) apresentaram correlações mais altas com pH₄₅. Das características de rendimento, a área de olho de lombo (AOL) foi a que apresentou mais alta correlação com a CRA. Apenas os índices de qualidade, especialmente o teor de gordura intramuscular, apresentaram correlações com a maciez. A correlação entre as características de rendimento e as de qualidade da carne mostraram que animais que apresentam maior rendimento em carne tendem a fornecer carne de pior qualidade. Verificou-se que machos castrados apresentaram menores comprimentos de carcaça, área de olho de lombo e profundidade de lombo, e maiores espessuras de toucinho que as fêmeas. Do ponto de vista de qualidade, os machos castrados apresentaram maior valor de pH₄₅, maior percentagem de gordura intramuscular e menor perda por gotejamento, enquanto as fêmeas apresentaram uma carne mais escura e de cor menos pura, sem diferença nos teores de pigmentos. Também se verificou efeito de grupo contemporâneo sobre algumas características de rendimento e, especialmente, de qualidade. Quanto à comparação entre grupos genéticos, verificou-se que os suínos comerciais apresentaram maior musculosidade em relação à geração F2 e aos nativos. Entretanto, os suínos nativos se mostraram melhores que os comerciais para as características de qualidade de carne, com os animais provenientes do cruzamento em F2 destas raças apresentando comportamento intermediário. Os suínos da geração F2 apresentaram menor tendência de ocorrência de condições anômalas (DFD e RSE), enquanto que os suínos comerciais tendem a fornecer carne RSE e os suínos nativos tendem a fornecer carne DFD. Em geral, os resultados indicam que os suínos nativos poderiam ser aproveitados pelos melhoristas, seja pela introdução via cruzamento ou pelo uso das biotecnologias moleculares, para produção de carne de melhor qualidade para o processamento e para comercialização no varejo.

ABSTRACT

BENEVENUTO JÚNIOR, Augusto Aloísio, M. S., Universidade Federal de Viçosa, december de 2001. **Evaluation carcass yield and the meat quality the commercial pigs, native pigs and crossbreds.** Adviser: Lúcio Alberto de Miranda Gomide. Committee Members: Paulo Sávio Lopes e Simone Eliza Facioni Guimarães.

The present study was undertaken in order to evaluate the correlations between meat quality and yield traits in F2 generation obtained from native (fat producing) and commercial Landrace X Large White pigs (meat producing) as well as the effects of contemporary group (animals slaughtered in a same time frame) and sex in these animals. It also aimed to compare meat yield and quality traits between these three genotypes. It was shown that meat color is best explained by pH_u than by pH_{45} . The effect of pH_u over meat color is due to its correlation ($p < 0,05$) to **L**, **b** and **c** values and to myoglobin and oxymyoglobin pigments. It was verified that myoglobin and oxymyoglobin levels influence by all color indexes, specially chroma (**c**), while metmyoglobin only did not correlate to meat's lightness (**L**) being specially influencor of it's redness (**a**). Water holding capacity (WHC) measures were best related to pH_{45} . Of the yield traits, loin eye area (LEA) was the one that best correlated to WHC. Only the quality traits were correlated ($p < 0,05$) to meat tenderness, specially intramuscular fat (IMF). The correlation between yield and quality traits indicate that animals

presenting higher meat yield tend to produce meat of poorer quality. It was also verified that castrate males show lower carcass length, LEA and loin depth as well as greater subcutaneous fat depth than females. From the quality standpoint, castrate males had higher pH₄₅, higher IMF and lower drip loss while female pigs had darker and not as pure color but without difference in pigment levels. It was also verified that contemporary group affected some of the yield traits and specially affected the quality traits. As to the comparison between genotypes it was verified that commercial pigs had higher muscling than F2 crossbreds and native pigs. However, native pigs presented better meat quality traits, while F2 pigs presented an intermediate behavior. As to meat quality conditions, F2 pigs produced a lower level of anomalous (DFD and RSE) conditions, while commercial pigs tended to produce a higher proportion of RSE meat and native pigs tended to produce a higher proportion of DFD meat. Overall, the results indicate that the genetics of native pigs could be used to improve the meat quality of commercial lines, via crossbreeds on molecular biotechnology both for retail and industrial use.

1. INTRODUÇÃO:

A produção de carcaças com grande quantidade de carne de boa qualidade é o principal objetivo comercial e industrial da criação de suínos. No entanto, tem-se observado uma considerável e significativa variação na qualidade da carne de suíno nos frigoríficos brasileiros, europeus e norte-americanos.

Estas variações na qualidade da carne são devidas a um conjunto de transformações que ocorrem no músculo, alterando de maneira irreversível as propriedades funcionais e as características tecnológicas e sensoriais da carne. As variações na qualidade da carne estão associadas a vários fatores, como composição genética dos animais de abate, além de numerosos fatores relativos ao estresse e manejo dos animais na granja, durante o transporte e no abate. Proporcionalmente, estes fatores são mais responsáveis pelas variações que existem na qualidade da carne do que os próprios fatores genéticos.

Ao longo dos últimos anos, os suínos sofreram grandes alterações em sua conformação e fisiologia. Parte destas alterações são devidas às mudanças do ambiente (nutrição, manejo, instalações, etc) em que são criados, e parte em virtude das mudanças genéticas ocorridas pela seleção para carne magra. O porco selvagem da antiguidade possuía 70% de massa muscular anterior e 30% de posterior. O porco tipo banha surgiu com a domesticação, em que comia mais e fazia menos exercícios, o que resultou

na alteração de sua composição corporal, passando a apresentar cerca de 50% de dianteiro e 50% de traseiro. O suíno tipo carne surgiu no início do século, por meio da seleção dentro de raças puras e cruzamento entre estas, passando o animal a apresentar cerca de 30% de massa anterior e 70% de posterior (OLIVEIRA JÚNIOR, 2001).

O problema é que a seleção para aumento na quantidade de carne magra na carcaça e melhoria na eficiência alimentar, aliada ao aumento da eficiência de produção, tem causado redução na qualidade da carne. Há consenso de que a seleção de suínos para a produção de carcaças com mais carne e menos gordura provocou efeito negativo sobre a qualidade da carne, resultando em perdas importantes que devem ser consideradas.

NICOLAIEWSKY (1998), ao realizar uma revisão sobre a incidência de carcaças com PSE, encontrou que, no Rio Grande do Sul, ou no Sul do Brasil, esta condição ocorre em 20 a 40%, o que não é muito diferente dos dados relativos a outros países como Noruega (20%), Alemanha Ocidental (42,1%), Inglaterra (12,8 a 15,5%), Espanha (31%), Estados Unidos (16%), Checoslováquia (22 a 31,5%) e Austrália (32%).

Não existe uma definição simples de qualidade da carne usada atualmente pela indústria suína. Qualidade de carne pode ser considerada como uma combinação de medidas objetivas e subjetivas. Os aspectos objetivos incluem pH, capacidade de retenção de água e gordura intramuscular. Os aspectos subjetivos incluem cor, maciez, suculência, aparência da carne, resistência à mastigação, sabor e aroma.

Quanto à decisão entre os genótipos que devem ser considerados num programa de melhoramento, não se deve ater apenas aos que irão proporcionar aumento no rendimento de carne, mas também àqueles que irão proporcionar a produção de carne de boa qualidade, tanto para consumo *in natura* como para processamento industrial.

Em relação ao consumo *in natura*, preocupa-se com aspectos visuais, especialmente a coloração, e com a presença de um mínimo de gordura intramuscular, que irá fornecer maior suculência e palatabilidade à carne.

Para o processamento industrial, a preocupação maior é com aspectos ligados ao rendimento, em que as carnes devem apresentar boas

características funcionais de capacidades de retenção de água e emulsionante.

Uma tendência futura das indústrias é implantar o pagamento baseado não só nos índices de rendimento de carcaça, mas também nas características de qualidade da carne (SANCEVERO e ANTUNES, 1998).

Na tentativa de solucionar o problema da qualidade da carne suína, atualmente tem-se realizado a escolha de linhagens (populações) que proporcionem melhoria na qualidade. Entretanto, estas linhagens possuem pior rendimento de carne magra. Outra tentativa seria a seleção, dentro de populações estabelecidas, de animais com genes favoráveis para qualidade da carne, pelo uso de biotecnologias moleculares. Estes marcadores são geralmente identificados analisando-se os dados fenotípicos obtidos por cruzamentos de populações geneticamente divergente em F2.

Animais tipo banha não contribuem para rendimento de carcaça e eficiência alimentar, mas para as características de qualidade de carne e resistência às doenças, eles são, de modo geral, superiores aos comerciais (tipo carne).

A geração F2, oriunda da raça nativa (tipo banha) e comercial (tipo carne), é muito usada em pesquisas da área de genética molecular, visto que os animais dessa geração F2 são geneticamente divergentes, condição favorável em tais pesquisas.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar, em suínos obtidos dos cruzamentos em F2 de populações divergentes (nativa x comercial), as correlações entre as características de rendimento de carcaça e da qualidade da carne, o efeito de grupo contemporâneo (animais que foram abatidos em um mesmo período de tempo) e também o efeito de sexo. Visou, ainda, a comparar as características de rendimento de carcaça e qualidade da carne de suínos nativos (tipo banha), suínos comerciais Landrace x Large White (tipo carne) e dos suínos obtidos dos cruzamentos em F2 destas duas populações divergentes (nativa x comercial).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características de qualidade da carne suína

A qualidade da carne suína inclui aspectos objetivos, tais como: cor, pH inicial (de 45 minutos a uma hora após o abate), pH último (24 horas após abate), capacidade de retenção de água e gordura intramuscular; e aspectos subjetivos, tais como: maciez, suculência, aparência da carne e resistência à mastigação. Estas características são importantes por estarem relacionadas à aceitabilidade, à palatabilidade e às perdas que ocorrem durante o processamento e armazenamento. Assim, percebe-se a importância da grande perda econômica associada com carne de porco que apresenta baixa qualidade (IRGANG, 1997; BAAS e MABRY, 2001).

Consumidores formam expectativas sobre qualidade da carne suína baseando-se em sugestões de qualidade disponível no mercado. Estas expectativas podem ser confirmadas, ou não, durante o consumo. Oito medidas de sugestão de qualidade (BREDAHL et al., 1998) foram combinadas em três: frescor, gordura visível e aparência, que, juntas, determinam as expectativas de qualidade. Igualmente, sete medidas de critérios qualidade (BREDAHL et al., 1998) foram combinadas em três: maciez, componentes não-cárneos e sabor, que, juntas, determinam a experiência de qualidade.

Segundo TOLDRÁ e FLORES (2000), a qualidade da carne suína deve ser aperfeiçoada para que satisfaça igualmente ao consumidor e ao processador de carne, assegurando a aceitação de ambas as partes.

Steenkamp e van Trijp (1996), citados por BREDAHL et al. (1998), relacionaram características físico-químicas do produto (cor, gordura , pH, CRA, força de cisalhamento e comprimento do sarcômero) com sugestões e critérios de qualidade e verificaram que: cor só tem um impacto significativo em expectativa de qualidade; gordura tem um impacto negativo em expectativa de qualidade e um impacto positivo em experiência de qualidade; CRA, pH e comprimento do sacômero têm efeito em expectativa em experiência de qualidade; e a força de cisalhamento só afeta a experiência de qualidade.

BREDAHL et al. (1998) estudaram as expectativas de qualidade e experiência de qualidade, como elas estão relacionadas, e como estão relacionadas com as várias características físicas de avaliação da qualidade da carne suína e verificaram que a expectativa de qualidade e a experiência de qualidade divergem amplamente e que só são relacionadas fracamente com as características objetivas do produto. Em alguns casos, uma característica objetiva do produto pode ter um efeito positivo em expectativas de qualidade, mas um efeito negativo em experiência de qualidade, ou vice-versa.

2.1.1. pH

O músculo do suíno vivo tem um pH de 7,0 a 7,2. Na conversão do músculo em carne, o pH muscular reduz, tornando a carne ácida. Tanto a taxa desta queda progressiva de pH, quanto o valor final do pH são importantes na determinação da qualidade da carne suína. O pH geralmente é medido aos 45 minutos após o abate (pH₄₅) e 24 horas após o abate (pH_u) (AGROCERES PIC, 1997).

2.1.2. Cor

A cor é muito importante, porque, na carne fresca, tem a função de atrair o consumidor e determinar a primeira impressão. A cor da carne pode ser classificada visualmente por uma pessoa treinada usando uma escala de cor (o National Pork Producers Council desenvolveu um escore de cor variando de 1 a 5), ou objetivamente com utilização de colorímetros (AGROCERES PIC, 1997).

A cor é uma característica de natureza tridimensional, consistindo de três atributos, freqüentemente chamados de luminosidade, tonalidade e saturação. A tonalidade é uma grandeza que caracteriza a qualidade da cor, permitindo diferenciar as cores e distinguir o vermelho do verde, o azul do amarelo, etc. A saturação descreve a intensidade ou quantidade de uma tonalidade, indicando a proporção em que ela está misturada com o branco, preto ou cinza. A luminosidade caracteriza o grau de claridade da cor, indicando se as cores são claras ou escuras (HUNTER ASSOCIATES LABORATORY, 1991)

Richard S. Hunter e E.Q. Adans aplicaram a teoria de cores opostas envolvidas no mecanismo de percepção de cor pelo olho humano e inventaram o que é conhecido, hoje, como escala Hunter **L**, **a**, **b** de cor (Hunter Associates Laboratory, 1991; Francis e Clydesdale, 1975, citados por FONTES, 1999). Na escala, no eixo vertical, **L** mede a luminosidade que varia de 0 (preto puro) a 100 (branco puro); nos eixos horizontais, tem-se os valores de **a** e **b**, que representam os níveis de tonalidade e saturação, com **a** positivo (indica vermelho), **a** negativo (indica verde), **b** positivo (indica amarelo) e **b** negativo (indica azul) (Hunter Associates Laboratory, 1996; Nakai, 1991; Setser, 1984; Twigg e Kramer, 1962, citados por FONTES, 1999).

A cor da superfície do músculo é influenciada pela quantidade do pigmento mioglobina (Mb), pela relativa quantidade dos estados redox da mioglobina nas suas formas ali presentes: mioglobina (púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metamioglobina (marrom-acinzentado) e pela perda de água.

As variações (86 - 90%) na cor da carne de suínos são explicadas pelo conteúdo de pigmentos e pelas formas da mioglobina (mioglobina, oximioglobina e metamioglobina). Segundo LINDAHL et al. (2001), os valores de luminosidade (L^*) e vermelho (a^*) apresentam correlações altas com o conteúdo de pigmentos e pelas formas da mioglobina quase na mesma extensão. Os valores de amarelo (b^*) apresentam correlações altas com as formas da mioglobina e baixa correlação com o conteúdo de mioglobina.

2.1.3. Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água (CRA) é definida como a habilidade da carne em reter água durante a aplicação de alguma força externa (corte, aquecimento, moagem ou prensagem), podendo ser influenciada pelas condições iniciais da proteína, pelo pH do meio, pela força iônica e espécie do íon e pela temperatura (JUDGE et al., 1989).

É a melhor característica para se estimar a suculência atribuída pelo consumidor à carne. Do ponto de vista industrial, a CRA é importante devido às perdas de peso durante armazenamento e processamento, influenciando o rendimento, a cor em produtos de carne curados e a avaliação do consumidor (Van OECKEL et al., 1999a).

Segundo MOURA (2000), um músculo com alta CRA é suculento e qualificado com alta pontuação organoléptica. Aquele com baixa CRA perde a maior parte de sua água durante o cozimento e parece estar seco ao se consumi-lo.

2.1.4. Maciez

A maciez é um dos atributos mais importantes a determinar a aceitabilidade de carnes e a satisfação do consumidor. É afetada por três das principais categorias de proteínas da carne: proteínas do tecido conectivo, das quais o colágeno é o principal componente; proteínas miofibrilares, principalmente actina e miosina; e proteínas sarcoplasmáticas (JUDGE et al., 1989).

Segundo JUDGE et al. (1989) e LAWRIE (1967), a maciez está intimamente ligada à quantidade de colágeno e seu estado de maturação ou quantidade de ligações cruzadas (intra e intermoleculares).

Vários fatores *ante mortem* e *post mortem* influenciam a contribuição do colágeno para a maciez da carne. Dentre eles, cita-se: dieta e raça do animal, uso de estimulação elétrica, condicionamento da carcaça, idade do animal, cocção, tipos de suspensão da carcaça e taxa de resfriamento.

As proteínas miofibrilares influenciam na maciez de carnes devido a sua correlação com a CRA e a sua relação com o encurtamento do sarcômero, com a conseqüente compactação do tecido muscular especialmente em função dos fenômenos de *Rigor Mortis* e encolhimento pelo frio ou pelo calor (LAWRIE, 1967).

Como é demorado e caro avaliar a maciez utilizando-se um painel sensorial, a medida da força necessária para realizar o corte (força de cisalhamento) utilizando-se a lâmina Warner-Bratzler sobre um cilindro de carne previamente cozido, na direção perpendicular das fibras, tem sido utilizada como medida de maciez da carne (Van OECKEL et al., 1999b)

2.1.5. Gordura Intramuscular

O conteúdo de gordura intramuscular é uma característica muito importante para a satisfação do consumidor da carne suína. Normalmente, as melhores pontuações em painéis sensoriais para suculência de lombos são obtidas naqueles lombos que apresentam maior quantidade de gordura intramuscular; e valores extremamente baixos indicam características de qualidade mais pobres. FERNANDEZ et al. (1999), controlando algumas fontes de variações (condições de criação, abate e tipo genético), encontraram que o efeito da gordura intramuscular na qualidade sensorial da carne suína não é sistemático, e que um mínimo de 2% gordura de intramuscular é necessário para produzir lombos aceitáveis.

Além de influir na suculência da carne, a gordura intramuscular também atua no sabor e na conservação da carne, o que também está relacionado ao tipo de ácido graxo presente em sua constituição, o que é

influenciado pela dieta do suíno, seu peso e sexo, dentre outros (BARROS, 2001; GARCÍA-MACÍAS, 1996).

2.2. Características de rendimento da carcaça suína

Aumentar a quantidade de carne na carcaça de suínos tem sido o objetivo não somente da indústria, como também do produtor de suínos, pois isto melhora a rentabilidade e diminui os custos de produção. Dessa forma, o conhecimento das quantidades de tecidos no animal assume um papel importante na cadeia produtiva de carnes e derivados. Estudos para predizer a quantidade de carne nas carcaças têm sido conduzidos por vários pesquisadores, a partir dos quais têm-se gerado equações de regressão que têm tido aplicação restrita por variarem em função da população (grupos genéticos) (DUTRA JR et al., 2001). BERESKIN (1984) propôs equações diferenciadas para machos castrados e fêmeas, mostrando que estas equações também variam em função do sexo.

Avaliando sistemas de classificação de carcaça, POMAR et al. (2000) propuseram que os modelos que usam espessura de toucinho em combinação com profundidade do músculo sejam usados para predizer o rendimento ou a percentagem de carne na carcaça.

No estudo de PRINGLE e WILLIAMS (2001), mostrou-se que os conteúdos de gordura e de músculos podem ser selecionados independentemente, e que a gordura é a característica mais importante a determinar o rendimento de cortes numa carcaça, até mesmo para carcaças muito magras.

Segundo FELÍCIO et al. (1986), dentre as espessuras de toucinho medidas no plano sagital mediano, as mais correlacionadas com as percentagens de carne magra foram, em ordem decrescente de importância: soma das medidas feitas na primeira vértebra torácica e última vértebra lombar, medidas efetuadas na última vértebra lombar e a média das medidas feitas na primeira e última vértebras torácicas e última vértebra lombar. Os coeficientes de correlação entre essas medidas de toucinho e a percentagem de carne magra foram: -0,72, -0,71 e -0,68, respectivamente.

Encontraram também uma alta correlação entre área de olho de lombo e percentagem de carne magra ($r=0,75$).

Segundo CROSS e MILLER (1989), as medidas de espessura de toucinho e área de olho de lombo realizadas na região da última costela são mais correlacionadas com o percentual de cortes magros em comparação às realizadas na região da primeira e décima costelas.

2.3. A relação entre rendimento de carcaça e qualidade da carne de suínos

Para entender sobre rendimento de carcaça e qualidade da carne, primeiramente deve-se reconhecer que o conceito de qualidade é definido em função de um objetivo, diretamente relacionado à cadeia de produção e distribuição da carne. Com isto, tem-se a responsabilidade de produzir o melhor produto de acordo com as exigências do mercado específico, sem que se perca de vista o objetivo final (SAINZ, 1996 a).

O termo “qualidade de suínos”, que inclui características de rendimento de carcaça e de qualidade da carne, significa coisas distintas conforme se enfocam os diferentes pontos de vista: indústrias, produtores e consumidores. Assim, a indústria tende a considerar como importantes os seguintes itens de qualidade: carne magra, com alto rendimento de cortes; necessidade mínima de acabamento (em especial apara de excesso de gordura), aparência atrativa e alta estabilidade durante a estocagem a frio. Já os consumidores, além do aspecto nutricional (vitaminas, proteínas, gordura, presença/ausência de hormônio e outras drogas, etc), percebem como de relevância para uma carne suína de qualidade os aspectos relacionados à aparência (coloração dos tecidos muscular e adiposo, firmeza, etc), que levam à seleção da carne a ser adquirida, e aqueles relacionados à satisfação de consumo (maciez, sabor, suculência, etc), os quais são responsáveis pela continuidade de aquisição (BEERMANN, 1989; SEBRANEK e JUDGE, 1990).

Durante as últimas décadas, tem sido dada grande ênfase, quando da seleção das carcaças suínas, ao critério de qualidade representado pela quantidade de carne magra, buscando, em grande parte, atender ao

consumidor não desejoso em consumir gordura animal, face à intensa correlação com as doenças cardio-vasculares. Só que este critério é insuficiente quando se considera a transformação dessa carne em produtos cárneos seguros e de qualidade (TERRA e FRIES, 2000).

Há um consenso de que a seleção de carcaças magras provocou um efeito negativo sobre a qualidade da carne suína (RUBENSAM, 2000).

Tabela 1 - Características de rendimento e qualidade de carcaças suínas em animais halotano negativos (normais) de diferentes raças.

Características de Rendimento				Características de Qualidade da Carne						
Raças		GC	AOL	Minolta	pH _u	PG	GORINT	PC	Maciez	Umidade
		(pol.)	(pol. ²)	L		(%)	(%)	(%)	(Kg)	(%)
NGT	Large White	1,17 cd	5,62 c	21,4 a	5,84 ab	2,92 bc	2,25 c	22,9 ab	5,75 bc	65,5 ab
	Berkshire	1,25d	5,74 c	21,8 a	5,91 a	2,43 a	2,43 bc	22,5 a	5,33 a	66,0 a
	Spotted	1,24d	5,83 c	22,9 bc	5,83 bc	2,88 b	2,65 b	23,4 ab	5,68 b	65,5 ab
	Duroc	1,13 c	6,14 b	22,3 ab	5,85 ab	2,75 ab	3,19 a	23,1 ab	5,64 b	65,0 b
	Yorkshire	1,05 ab	6,17 b	22,1 a	5,84 ab	2,85 b	2,42 c	23,5 bc	5,87 c	65,3 ab
NE	SPF Duroc	1,11 bc	6,35 ab	22,6 b	5,88 ab	2,81 ab	3,30 a	22,5 a	5,52 ab	65,3 ab
	Newsham	0,98 a	6,45 a	22,2 ab	5,82 bc	2,99 bc	2,27 c	24,2 bc	5,87 c	65,1b
	Hampshire	1,01 a	6,58 a	23,3 c	5,70 d	3,56 cd	2,61 b	26,0 d	5,82 c	65,0 b
	Danbred HD	0,98 a	6,75 a	22,6 b	5,75 cd	3,34 cd	2,61 b	24,3 b	5,85 c	65,3 ab
As raças com as mesmas letras nas colunas não se diferem (P<0,05)										
GC - Gordura de Cobertura na 10 ^a Costela					AOL - Área de Olho Lombo					
PG - Perda por Gotejamento					GORINT - Gordura Intramuscular					
PC - Perda por Cozimento										

Adaptado de BAAS e MABRY (2001).

A Tabela 1 mostra que as raças apresentam características diferentes de rendimento de carcaça e de qualidade da carne. Em geral, as raças superiores nas características de rendimento de carcaça, como: espessura de gordura na décima costela e área de olho de lombo (Danbred, Hampshire, Newsham) não foram as melhores para características de qualidade da carne. Por outro lado, raça superior para a maioria características de qualidade (Berkshire) produziu animais com mais gordura e áreas de olho de lombo menores. Suínos Duroc apresentaram características intermediárias em espessura de toucinho, área de olho de

lombo e qualidade da carne. Berkshire tem as melhores características de qualidade da carne (BAAS E MABRY, 2001).

O objetivo do melhoramento de suínos, além da produção de carne magra, é melhorar a qualidade e a uniformidade da carne suína. O melhoramento genético no rendimento de carcaça tem sido fundamentalmente obtido por meio da seleção indireta, pela redução da espessura de toucinho. Entretanto, com a redução da espessura de toucinho, houve redução da gordura intramuscular, o que levou a reduzir a qualidade organolópica da carne suína. A utilização, em cruzamentos, de suínos da raça Duroc, certamente melhora a suculência da carne e sua capacidade de retenção de água. Porém, às custas de um pior rendimento de carne magra. A principal dificuldade na melhoria da qualidade da carne é a dificuldade da medida ser avaliada no suíno vivo (FREITAS, 2000). A Tabela 2 mostra algumas características da qualidade da carne de suínos e o percentual de rendimento de carne, obtidos de machos Pietrain, Large White e Duroc, criados em diferentes regimes alimentares (IRGANG, 1997).

Tabela 2 - Qualidade da carne e rendimento de carne de suínos produzidos pelo cruzamento de machos Pietrain, Large White e Duroc com fêmeas Landrace e criados em diferentes regimes alimentares.

Característica	Regime Alimentar	Genótipo Paterno		
		Pietrain	Large White	Duroc
pH ₁	Consumo baixo	5,70	5,99	6,05
	Consumo médio	5,70	6,02	6,02
	Consumo à vontade	5,70	5,94	5,98
*Capacidade de Retenção de Água (área)	Consumo baixo	85,5	72,5	62,4
	Consumo médio	84,4	67,8	66,0
	Consumo à vontade	91,7	78,7	74,8
Gordura Intramuscular (%)	Consumo baixo	1,21	1,13	1,76
	Consumo médio	1,35	1,31	1,91
	Consumo à vontade	1,34	1,51	2,03
Rendimento em carne (%)	Consumo baixo	57,5	55,3	54,3
	Consumo médio	57,1	54,6	53,2
	Consumo à vontade	56,4	53,1	51,7

Fonte: IRGANG (1997). *Avaliada pelo método de umidade exsudada em papel absorvente (maior a área, menor a capacidade de retenção de água)

O aumento da demanda de carne magra e os preços competitivos têm intensificado a seleção de suínos para rápido ganho de peso, alta eficiência alimentar e alta proporção de carne magra na carcaça. Apesar dos progressos apreciáveis alcançados para essas características, não tem havido melhoramento na qualidade da carne. Outrossim, em geral, as características da qualidade da carne mostram valores moderados de herdabilidade, indicando que podem ser geneticamente melhoradas pela seleção. O problema é a falta de adaptação ao estresse a que estes animais estão sujeitos nas rotinas das granjas. Esta sensibilidade levou o suíno a apresentar defeitos de qualidade de carne. A etiologia é genética e freqüentemente relacionada a um gene autossômico recessivo e de alta penetrância, receptor de Rianodina, chamado de gene do halotano (PEREIRA, 1999). A Tabela 3 mostra o efeito dos genótipos NN, Nn e nn sobre características de rendimento de carcaça e qualidade da carne suína.

Tabela 3 - Efeito dos genótipos sobre características de rendimento e qualidade da carne suína.

Características	Genótipos		
	NN	Nn	nn
Rendimento			
Espessura de Toucinho Décima costela (mm)	20,4a	19,4ab	17,5b
Área de Olho de Lombo (cm ²)	35,2a	40,3b	46,4c
Percentagem carne magra	67,5a	68,1 ^a	69,7b
Qualidade			
pH ₄₅	6,22a	5,94b	5,36c
pH _u	5,62a	5,60a	5,44b
L*	42,0a	43,5b	45,6c
Perda por gotejamento (%)	1,53a	2,30b	3,67c
Perda por cozimento (%)	25,6a	26,4a	28,2b

Médias seguidas de mesmas letras, na linha) não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade

Adaptado de FISHER et al. (2000).

Ao avaliar a preferência de sabor do consumidor para carne dos genótipos do halotano homozigoto negativos (NN) e heterozigotos negativos (Nn), Van OECKEL et al. (2001) não encontraram nenhuma diferença

significante entre eles para as pontuações de sabor. Estes resultados sugerem que a eliminação do gene halotano da população de suínos não vai garantir um melhor sabor da carne. Entretanto, os autores verificaram que suínos halotanos negativos (NN) apresentaram valores superiores de pH₄₅ e pH_u e menor perda por gotejamento, além de cor com menor intensidade de luminosidade (L*) e de amarelo (b*) em relação ao Nn (heterozigoto). Em contrapartida, apresentaram maior perda por cozimento e força de cisalhamento mais elevada, indicando uma perda de maciez.

ELLIS (1998b), ao discutir a influência da genética sobre a qualidade da carne suína, deu maior enfoque à capacidade de retenção de água, um dos fatores mais importantes que afetam o rendimento dos produtos no processamento industrial e na comercialização, e à cor e à palatabilidade da carne suína, fatores que têm importante função na aceitabilidade da carne pelo consumidor. Ressaltou que uma das formas mais rápidas e fáceis de melhorar as características de qualidade da carne suína é utilizar uma linhagem ou raça com características superiores de qualidade. Neste sentido, uma das raças que tem recebido atenção considerável é a Duroc.

Uma raça que tem sido pesquisada quanto à qualidade de sua carne é o suíno ibérico (Guadyerbas), que pertence a uma raça de porcos autóctones que habita o sudoeste da Península Ibérica. É uma raça nativa muito importante no Mediterrâneo, tanto pelo tamanho da população quanto pela importância econômica. Os suínos ibéricos são caracterizados pela maturidade precoce, pele escura, reduzida deposição de carne magra, reduzido apetite e adaptação às condições ambientais da Península Ibérica. A produção destes animais ocorre de maneira extensiva com parte da alimentação baseada nas florestas do Mediterrâneo. Ao se avaliar, sob condições intensivas, as características de rendimento e qualidade da carne destes animais nativos e comparando-se com suínos comerciais, é possível determinar-se as diferenças genéticas entre estas raças. Estes dados fornecem informações importantes para experimentos de cruzamentos divergentes em F2, objetivando a identificação de marcadores genéticos relacionados a características de qualidade da carne (SERRA et al., 1998).

Até a metade do século passado, o suíno ibérico fornecia carne para o consumo direto e para elaboração de produtos curados. Mudanças na

preferência alimentar e a produção mais lucrativa de carne com suínos de outras raças causaram uma grande redução na produção do suíno ibérico para consumo de carne fresca. Apenas a qualidade dos produtos processados (especialmente pernil, lombo e paleta), sempre requisitados, permitiram que algumas indústrias continuassem exigindo o suíno ibérico e, por isso, sua produção continuou. Assim, nas últimas duas décadas, o objetivo primário da produção do suíno ibérico é obter-se matéria-prima para fabricação de produtos curados pela indústria (SANZ e OLMO, 2000).

Segundo MAYORAL et al. (1999), ao se considerar as características de rendimento de carcaça, o sistema de produção tradicional dos suínos ibéricos gera carcaças mais gordas, com redução na porcentagem dos cortes primitivos. Esta diminuição no rendimento da carcaça é seguida pelo aumento de qualidade da carne, com aumento do conteúdo de mioglobina e da capacidade de retenção de água. Entretanto, a solubilidade de colágeno diminui e o conteúdo de gordura intramuscular não varia durante a fase de engorda.

Nos produtos do suíno ibérico, a qualidade organoléptica é a mais valorizada, sendo o sabor o principal determinante da qualidade do pernil na produção de produtos curados. Seu sabor depende de uma série de compostos voláteis derivados principalmente de lipídios (Cava, 1997; García et al., 1991; Antequera et al., 1992, citados por MAYORAL et al., 1999).

Em estudo comparativo entre suínos nativos (ibéricos, Guadyerbas) e suínos comerciais (tipo carne, Landrace), SERRA et al. (1998) verificaram que os suínos nativos foram superiores para as características de qualidade, tendo apresentado maiores valores de pH_{45} e pH_u ($P < 0,001$), menor valor de luminosidade (L , $P < 0,05$), percentuais de gordura intramuscular maiores ($P < 0,001$), e maior concentração de pigmentos ($P < 0,01$). Além do maior percentual de gordura intramuscular, a análise da composição em ácidos graxos mostrou a melhor qualidade sensorial desta gordura, evidenciada por maiores concentrações de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e concentrações mais baixas de C18:2 e C18:3. Já para as características de rendimento e de crescimento, os suínos comerciais foram superiores, apresentando menor espessura de toucinho ($P < 0,001$) e maior ganho de peso diário ($P < 0,001$).

2.4. Categorias de qualidade da carne

As categorias de qualidade da carne suína, RFN (vermelha, firme e não - exsudativa), DFD (escura, dura e seca), RSE (vermelha, mole e exsudativa) e PSE (pálida, mole e exsudativa), são definidas em função da coloração, da textura e da exsudação de água, o que é percebido de maneira diferente pelo consumidor e pela indústria. Enquanto o consumidor se preocupa com aspectos visuais, especialmente a coloração, para a indústria os aspectos ligados ao rendimento são mais importantes.

Como indicadores de qualidade para classificar a carne em categorias, vários índices, que envolvem medidas de pH, cor (visualmente ou objetivamente por colorímetros), capacidade de retenção de água, gordura intramuscular, valor R, atividade de calpaínas e calpastatina, solubilidade de proteínas, potencial glicolítico, têm sido pesquisados (HONIKEL e FISCHER, 1977; JOO et al., 1995; WARNER et al., 1997; Van LAACK e KAUFFMAN, 1999; TOLDRA e FLORES, 2000).

No entanto, há uma variação muito grande na classificação em categorias de qualidade por parte dos autores, que utilizam diferentes índices e também diferentes limites. A Tabela 4 apresenta os limites das medidas de qualidade na classificação da carne suína segundo vários autores.

Segundo a AGROCERES PIC (1997), no momento, os fatores mais importantes e práticos que determinam qualidade da carne de suínos nos Estados Unidos são cor e pH.

Segundo CASSENS (2000), a falta de qualidade da carne suína é essencialmente representada pela condição PSE. O outro extremo de qualidade é a condição DFD. A presença dessas anomalias afeta as propriedades funcionais do músculo destinado ao processamento, bem como a aparência e a conservabilidade do produto final, prejudicando, assim, a industrialização e a comercialização dessa carne.

Tabela 4: Categorias de qualidade da carne suína em função das características de pH_u, L e perda por gotejamento, segundo alguns autores.

Autores	Categorias de Qualidade	pH _u	L	Perda por gotejamento (%)
WARNER et al. (1997)	PSE	<6,0	> 50	>5
	RS E	<6,0	42-50	>5
	RFN	<6,0	42-50	<5
	DFD	>6,0	<42	<5
JOO et al. (1995)	PSE	<5,5	> 50	>8
	RS E	<5,6	43-50	>5
	RFN	5,6-5,9	43-50	<5
	DFD	>6,0	<43	<2
AGRICERES PIC(1997)	PSE		> 50	*****
	RS E	<5,5	<50	*****
	RFN	5,5-6,1	<50	*****
	DFD	>6,1	<38	*****
Van LAACK e KAUFFMAN (1999)	PSE	*****	>50	>6
	SER	*****	<50	>6
	RFN	*****	*****	<6
KAUFFMAN (2001)	PSE	<5,4	>50	>5
	RS E	5,5-5,9	43-49,9	>5
	RFN	5,5-5,9	43-49,9	2,1-4,9
	DFD	>5,9	<43	<2

2.4.1. Carne PSE

O problema de PSE em carne suína foi reconhecido em meados da década de 50. Acreditou-se, a princípio, ser uma doença degenerativa do músculo. As pesquisas nos anos sessenta esclareceram os fatos, e estas condições *post mortem* foram atribuídas a rápidas mudanças no músculo, sendo influenciadas por dieta, exercício, tensão e raça do suíno. Mais tarde esclareceram-se as mudanças bioquímicas quanto à reserva de glicogênio, pH, temperatura e *Rigor Mortis*, e como estes fatores influenciam a capacidade de retenção de água e a cor. Subseqüentemente, a importância da suscetibilidade ao estresse do animal foi reconhecida, e as associações foram estendidas à hipertermia maligna e ao gene halotano. Mais pesquisas, sobre propriedades do tipo de fibra, mudança na ultra - estrutura *post-mortem* e cálcio retido pelo retículo sarcoplasmático, foram completadas e estendidas, eventualmente, às técnicas de genética molecular, formando hoje ferramentas excelentes para o diagnóstico (CASSENS, 2000).

Segundo HONIKEL e KIN (1987), a liberação de hormônios, como a adrenalina, pelo animal em resposta ao estresse a que o mesmo é submetido, antes e durante o processo de abate, causa rápido consumo das reservas musculares de ATP e glicogênio, levando à rápida queda de pH (< 5,8 aos 45 minutos pós abate), que, associada às temperaturas musculares ainda elevadas (>38°C), causa alterações/desnaturação das membranas celulares e protéicas. Estas alterações, em última instância, respondem pelas mudanças nas características sensoriais e de processamento destas carnes.

Um fator importante é, sem dúvida, o metabolismo energético insuficiente de certas linhas genéticas que apresentam maior susceptibilidade ao estresse. Em condições de estresse, por meio de um processo de anaerobiose, carboidratos são decompostos objetivando a geração de energia (síntese de ATP). Como resultado são formados pequenas quantidades de ATP, altas concentrações de ácido láctico e aumento na produção de calor.

Os animais acometidos por esta síndrome (susceptíveis ao estresse) produzem carcaças cujas carnes apresentam problemas de cor, de estrutura e de perda de líquidos, resultado de uma queda rápida de pH de 7,2 para valores inferiores a 6,0 em menos de uma hora. Em processo de *Rigor Mortis* normal esse pH é atingido a partir de oito horas após o abate (NICOLAIEWSKY,1998).

Wirt (1985), citado por SILVEIRA (1997), resume as características da carne PSE e apresenta as limitações de sua utilização na elaboração de produtos cárneos (Tabela 5).

Tabela 5 - Propriedades da carne PSE (pH₁ < 5,8).

Propriedades	Características
Capacidade de retenção de água	Maior perda por gotejamento (1 a 4% mais alta) em carne fresca; maior depósito de gelatina e gordura (3 a 5% mais alto) em produtos emulsionados; menor rendimento (3 a 6% mais baixo) para presunto cozido; produtos assados e grelhados (perdas de peso variando entre 2 a 6%)
Absorção dos ingredientes de cura	Aumento na absorção do sal e alteração na cor curada (esbranquiçada)
Características sensoriais	Sabor ácido acentuado
Vida-de-prateleira	A superfície úmida da carne fresca contribui, às vezes, para reduzir a vida-de-prateleira
Pode ser usada para o processamento de:	
Salame	Desde que formulado com 30% de uma mistura de carne bovina e suína normais, para evitar riscos durante o processo
Presunto cru	Em pernis grandes, a diferença da cor dos músculos é acentuada. O produto, às vezes, se apresenta muito seco e deficiente em aroma
Salsicha Frankfurt	Recomenda-se formular com 20% de carne bovina e suína normais, para favorecer o rendimento do processo
Inadequada para o processamento de:	
Presunto cozido	Drástica redução do rendimento do processo (devido às elevadas perdas durante o cozimento e/ou depósitos de gelatina)

Fonte: Wirt (1985), citado por SILVEIRA (1997).

2.4.2. Carne RSE

Esta condição de carnes escuras e exsudativas apresentam uma glicólise extensiva ocorrendo numa velocidade moderada, adquirindo, assim, um baixo pH final (24 horas após a morte em torno de 5,2) com coloração normal e presença de exudato na superfície (RUBENSAM, 2000).

A diferença entre as condições RSE e PSE é devida às diferentes taxas de redução de pH na primeira hora pós-morte. Na condição PSE, na primeira hora observa-se um baixo valor de pH, que, associado à temperatura elevada, causa maior desnaturação das proteínas em

comparação à condição RSE. Na condição RSE tem-se um maior valor de pH na primeira hora, pelo que a ação desnaturante sobre as proteínas é quase que exclusivamente da temperatura, o que causa menor desnaturação, apesar de nas duas condições, os valores de pH 24 horas após a morte serem iguais (AGROCERES PIC, 1997).

Estas carnes apresentam problemas semelhantes às carnes PSE porque sofrem significativa desnaturação das proteínas miofibrilares perdendo sua capacidade de retenção de água com alteração de sua textura impedindo a fabricação de produtos curados cozidos (Van LAACK et al., 1995).

2.4.3. Carne RFN/Normal

Das variações da qualidade da carne suína, a que tem como referencial de carne ideal e desejável é a normal, identificada como RFN (RUBENSAM, 2000).

O animal normal não se encontra sob excessivo estresse e apresenta estoque normal de glicose. Após certo tempo de queda o pH estabiliza-se devido ao esgotamento das reservas de glicose e à desnaturação das enzimas da via glicolítica pelo baixo pH muscular.

2.4.4. Carne DFD

A condição DFD é caracterizada por um pH que cai pouco nas primeiras horas e se estabiliza, permanecendo superior a 6,0 ao final de 24 horas após abate (pH_u). O glicogênio muscular muitas vezes não tem condições de ser recuperado antes do abate quando o animal é submetido à estafa, trabalho, jejum, excitação, lutas e choque elétrico. Nestas condições, numa situação totalmente oposta às condições de instalação do PSE, ocorre uma glicólise lenta e limitada por falta de glicogênio muscular nos animais abatidos.

Wirt (1985), citado por SILVEIRA (1997), resume as características da carne DFD e apresenta as limitações de sua utilização na elaboração de produtos cárneos (Tabela 6).

Tabela 6 - Propriedade da carne DFD ($pH_{24} > 6,2$).

Propriedades	Características
Capacidade de retenção de água	Menor liberação de água durante o tratamento térmico, vantajosa para salsicha Frankfurt, presunto cozido, assados e grelhados; produto suculento e mais macio.
Absorção dos ingredientes de cura	Redução da absorção de sal em porções musculares maiores e pobre desenvolvimento e retenção da cor curada
Características sensoriais	Ausência do sabor ácido
Vida-de-prateleira	Redução da vida-de-prateleira tanto para a carne fresca como para produtos industrializados
Pode ser usada para o processamento de:	
Salsicha Frankfurt	Recomenda-se formular com 40% de carne bovina e suína normais, para estender a vida-de-prateleira
Presunto cozido	Recomenda-se formular com 60% de carne suína normal, para melhorar a vida-de-prateleira e retenção de cor
Inadequada para o processamento de:	
Salame	Recomenda-se formular com carne normal e adicionar maiores quantidades de açúcar, para evitar riscos nos estágios iniciais do processo de fermentação
Presunto cru	Vida-de-prateleira menor e maiores riscos de processamento, particularmente quando o pernil com osso é utilizado

Fonte: Wirt (1985), citado por SILVEIRA (1997).

2.5. Fatores relacionados ao rendimento da carcaça e à qualidade da carne suína

Dentre os fatores de maior impacto sobre a rendimento da carcaça, citam-se linhas genéticas melhoradas que maximizem a taxa de conversão em carne magra e o sexo (SANCEVERO e ANTUNES, 1998).

A percentagem de carne magra possui uma forte influência genética, pelo que pode ser alterada por meio de processos de seleção (SANCEVERO e ANTUNES, 1998).

Pesquisadores das áreas de nutrição e genética têm estabelecido diferenças marcantes, entre os diferentes sexos, no que se refere à deposição de tecido magro, independente do genótipo. Quando se utiliza alojamento separado para cada sexo e dietas balanceadas de acordo com as necessidades nutricionais de cada sexo (SANCEVERO e ANTUNES, 1998), verifica-se que os machos inteiros apresentam uma maior retenção de nitrogênio e uma taxa máxima de ganho em carne magra, entre 25 a 30% maior que os machos castrados. As fêmeas apresentam comportamento intermediário.

Em estudos realizados por Leach et al. (1996) e Cisneros et al. (1996), citados por ELLIS (1998a), avaliando diferenças de rendimento de carcaça entre machos castrados e fêmeas, evidenciaram-se maiores valores de espessura de toucinho na 10^a costela e menores valores para área de olho de lombo em machos castrados que em fêmeas, o que resultou em maior percentagem de carne magra em fêmeas.

Vários fatores *ante mortem* e *post mortem* afetam a conversão do músculo em carne e são muito importantes e determinantes na obtenção de uma carne de boa qualidade. É trabalhando e atuando sobre estes fatores que se pode controlar e aperfeiçoar a qualidade da carne. Dentre os fatores *ante-mortem* que afetam as carnes cita-se: o estresse, a genética, a idade, a localização do músculo, o sexo e a dieta. O estresse está diretamente relacionado ao manejo no dia de abate (restrição alimentar pré-abate, transporte, manejo pré-abate, atordoamento e sangria). Já os fatores *post-mortem* que estão relacionados com a qualidade incluem o resfriamento da carcaça e o acondicionamento e armazenamento da carne (AGROCERES PIC, 1996; JUDGE et al., 1989).

O efeito da temperatura no processo metabólico é extremamente importante. Diferenças de 10⁰C (Q₁₀) afetam as velocidades de reações em carnes, duplicando-as, ou, até mesmo, triplicando-as. Deve ser observado, também, que a taxa de resfriamento *post mortem* do músculo pode não ser uniforme, podendo ser afetada pelo tamanho da carcaça, pela temperatura do resfriador, pela velocidade do ar que passa pela carcaça e pela espessura da camada isolante de gordura sobre a superfície (GREASER, 1986). Há uma estimativa de que uma queda de 3⁰C na temperatura inicial

da carcaça poderia reduzir a desnaturação protéica da carne em 37% (AGROCERES PIC,1997).

FISHER et al. (2000) avaliaram características de qualidade de carne para três genótipos do gene halotano (NN, Nn e nn) e acharam que as perdas por resfriamento dos suínos NN e Nn eram mais altas, podendo ser devidas à maior espessura de gordura subcutânea que estes genótipos apresentam. A gordura, com certeza, estaria inibindo o resfriamento dos músculos mais profundos e, assim, aumentando a perda de umidade em função de temperaturas mais altas e simultâneo declínio do pH.

Segundo a AGROCERES PIC (1996), de 10 a 30% das variações na qualidade da carne suína podem ser atribuídas à genética, de 10 a 25% podem ser atribuídas ao dia do abate, e muitos fatores ambientais não-sistemáticos (alta temperatura, umidade, frio excessivo e manejo durante a criação) também influenciam a qualidade da carne, aumentando a incidência de suínos estressados e tornando difícil o isolamento e a identificação de fatores individualizados.

SATHER et al. (1995) verificaram que as fêmeas não só produzem carcaças com menor deposição de gorduras que os machos castrados, como também depositam gordura de pior qualidade (baixo ponto de fusão - indesejável do ponto de vista de processamento industrial). Entretanto, segundo os autores, esta diferença pode ser corrigida com mudanças nas matérias-primas da dieta.

2.6. Fator genético influenciando a qualidade da carne

Descrevendo sobre o programa genético da Agrocere Pic, NASCIMENTO (2000) definiu o melhoramento genético de suínos como a taxa na qual a lucratividade da produção de suínos é melhorada devido ao aumento da frequência e combinação de genes relacionados à expressão das características de importância econômica em granjas comerciais. Sobre o objetivo do programa de melhoramento, ele o resumiu como sendo a produção de carne de boa qualidade com mínimo custo.

Segundo VRIES et al. (2000), os efeitos da raça na qualidade da carne (Gordura Intramuscular, Capacidade de Retenção de Água, Cor e

Textura) são significantes e, em alguns casos, estão relacionados à presença de um único gene de efeito principal. Dentro da raça também há variação considerável em características de qualidade da carne que são causadas por genes principais. Assim, a tecnologia de análise do DNA fornece oportunidades excelentes para melhoria da qualidade da carne dentro das raças. A seleção de genes principais não só aumentaria a qualidade, mas também diminuiria a variabilidade na qualidade da carne suína. Por outro lado, os genes principais também podem ser explorados para se obter carnes que satisfaçam mercados específicos.

Alguns genes principais para qualidade, e seus efeitos sobre a qualidade da carne suína, são: a) o gene HAL (Halotano), que apresenta efeito sobre a susceptibilidade ao estresse, síndrome da morte súbita e condição PSE, além do conteúdo de carne magra na carcaça e hipertrofia muscular; b) o gene RN⁻ (rendimento de Nápole), também chamado de gene da carne ácida, que influencia a qualidade da carne por causar aumento do conteúdo de glicogênio no sarcoplasma das miofibrilas brancas, com conseqüente estabelecimento de um baixo pH final e suas conseqüências sobre rendimento no cozimento, além de causar uma diminuição do conteúdo protéico da carne; c) o gene IMF (Gordura Intramuscular), associado ao conteúdo de gordura intramuscular; identificado através de análise de segregação em dados de qualidade de carne, em geração F2 de cruzamentos entre animais de raças européias e a raça chinesa Meishan (tipo banha). Animais homozigotos portadores do gene IMF apresentam em torno de 3,9% de gordura intramuscular, comparado com 1,8% em animais não-portadores ou portadores de apenas um alelo (VRIES et al., 2000); d) outra característica associada com um gene é o nível de Androsterona, um esteróide sintetizado nos testículos dos suínos sexualmente maduros, responsável pelo aparecimento do odor, caracterizado por alguns consumidores, rescendendo a urina/transpiração/fezes e cânfora; o gene responsável pelo baixo nível de androsterona é dominante e os portadores deste gene apresentaram uma concentração de 3 desvios padrões abaixo do nível dos não-portadores (0,33 vs 0,90 ppm) (VIANA et al., 2000; VRIES et al., 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na Granja de Melhoramento de Suínos, do Departamento de Zootecnia, e no Laboratório de Carnes, do Departamento de Tecnologia de Alimentos, ambos da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

3.1 - Animais

Foram formadas, inicialmente, duas famílias provenientes do cruzamento de dois machos da raça nativa (tipo banha – predominantemente Piau) com 18 fêmeas, selecionadas para taxa de crescimento e rendimento de carcaça, originadas de linhagem desenvolvida na UFV, mediante acasalamento de animais comerciais Landrace x Large White (tipo carne). A geração F1 nasceu nos meses de março a maio de 1999 e era composta por 106 fêmeas e 134 machos. Dentre os animais F1, foram selecionados 12 machos, provenientes de diferentes leitegadas, os quais foram acasalados com 54 fêmeas, evitando-se o acasalamento de parentes. Esses animais foram acasalados, nos meses de março a junho de 2000, para produção da geração F2.

Foram avaliados 432 animais da geração F2, 9 animais da raça nativa e 13 animais comerciais. Os animais experimentais eram fêmeas e machos castrados.

Em razão do espaço físico e para facilitar o abate, foram formados quatro grupos de fêmeas da geração F1, para os acasalamentos. O abate dos animais nascidos do primeiro grupo contemporâneo começou em novembro de 2000 e, do último grupo, em maio de 2001.

Os animais receberam manejo e alimentação padrão para suínos comerciais da Granja de Melhoramento de Suínos, da Universidade Federal de Viçosa, com ração formulada à base de milho e farelo de soja, cuja composição é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Composição da ração oferecida aos animais experimentais durante as diversas fases de produção.

	Inicial (até 15Kg)	15Kg até 30Kg	30Kg até o abate
Proteína Bruta (%)	22	21	19,50
Energia (Kcal/Kg)	3500	3400	3400
Lisina (%)	1,40	1,28	1,18
Cálcio (%)	0,90	0,83	0,76
Fósforo Total (%)	0,71	0,60	0,54

3.2 - Abate

O abate foi realizado na própria granja de produção dos animais, em instalação construída para este fim, quando os animais atingiram um peso vivo em torno de (65 ± 5) Kg, após terem permanecido em jejum por (19 ± 1) horas antes do abate. Durante este período, os animais tiveram pleno acesso à água fresca.

Após o período de jejum, os animais foram conduzidos à sala de abate, onde foram submetidos à insensibilização elétrica, posicionando-se os eletrodos do insensibilizador (Sulmaq, Modelo 7654) atrás das orelhas e aplicando-se uma voltagem de 300 volts, por cerca de 5 segundos. Assumindo-se que a resistência elétrica no suíno está entre 300 e 400 ohms, atingiu-se uma corrente mínima de 1,25 ampères. A sangria foi realizada, entre 5 e 10 segundos após a insensibilização, pela punção do coração por meio de inserção na axila esquerda do animal.

A seguir, os animais foram chamuscados e as cerdas manualmente raspadas com faca sob fluxo de água. As carcaças foram, então, suspensas pelas patas traseiras, evisceradas, lavadas, serradas longitudinalmente e pesadas. A seguir, foram resfriadas, sobre armações de ferro, em refrigeradores horizontais a uma temperatura de $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

3.3 - Determinações de qualidade da carne suína

Foram avaliadas as seguintes características de qualidade da carne suína: pH, valor R, cor, pigmentos de cor, maciez objetiva, gordura intramuscular e capacidade de retenção de água (CRA).

3.3.1 - pH

Foram avaliados os pHs aos 45 minutos (pH_{45}) e 24 horas (pH_{24}) post-mortem, pela inserção de um eletrodo de vidro (DIGIMED, DME-CV1), acoplado a um pHmetro DIGIMED DM-20 previamente calibrado, no músculo *Longissimus dorsi*, retirado da região imediatamente posterior à última costela do animal.

3.3.2 - Valor R

Amostras foram retiradas da região imediatamente posterior à última costela do animal, do músculo *Longissimus dorsi*, da meia carcaça esquerda, aos 45 minutos post-mortem, sendo imediatamente congeladas por imersão em nitrogênio líquido. A seguir, foram colocadas em sacos plásticos de polietileno devidamente identificados e armazenados, em ultra-freezer (NUAIRE) a -85°C , até a determinação do valor R pela metodologia proposta por HONIKEL e FISHER (1977).

Uma alíquota da amostra congelada foi triturada em um triturador MARCONI (MA 102). Para a extração de nucleotídeos, tomaram-se, 2g da amostra triturada e se lhe adicionaram, em tubo de centrifuga de 50 ml de capacidade, 10mL de ácido perclórico, após o que se agitou por 30

segundos. O homogenato obtido foi, então, centrifugado por 5 minutos a 3.000G, em centrífuga JUAN BR4i, à temperatura ambiente. Uma alíquota de 0,1 mL do sobrenadante foi diluída em 4,9 mL de tampão fosfato 0,1 M pH 7,0 (MOHAN, 1995), procedendo-se à leitura das absorbâncias a 250 nm (monofosfato de inosina – IMP) e a 260 nm (adenosina trifosfato – ATP) em espectrofotômetro HITACHI U-2001. O tampão fosfato foi utilizado como branco. O valor R foi calculado pela razão das duas absorbâncias.

3.3.3 - Capacidade de retenção de água

3.3.3.1 - Perda por gotejamento

A perda por gotejamento foi avaliada segundo a metodologia descrita por HONIKEL (1998). Foram retiradas, da última para a penúltima costela da meia-carcaça esquerda ainda quente, duas amostras de 120 a 140g do músculo *Longissimus dorsi*. Estas amostras foram, previamente, limpas do tecido adiposo e conjuntivo aparente. Em seguida, foram colocadas separadamente numa rede plástica e, então, suspensas em um saco plástico inflado (de modo a não estabelecer contato), o qual era hermeticamente fechado e suspenso em refrigerador doméstico (Brastemp-Duplex Frost Free). Depois de um período de armazenamento de 48 horas sob refrigeração ($3 \pm 2^{\circ}\text{C}$), as amostras foram enxugadas com papel toalha e novamente pesadas. A perda por gotejamento foi expressa como percentagem em relação ao peso inicial.

3.3.3.2 - Perda por cozimento

A perda por cozimento foi avaliada, segundo a metodologia descrita por HONIKEL (1998), nas amostras provenientes da perda por gotejamento. As amostras foram colocadas em sacos plásticos termorresistentes (Polietileno com nylon), os quais foram, então, submetidos a aquecimento em banho-maria fervente. Os sacos plásticos foram mantidos submersos. O final do cozimento foi estabelecido quando a carne atingia uma temperatura interna de $75 \pm 2^{\circ}\text{C}$, determinada com auxílio de um termômetro de

penetração analógico. A seguir, as amostras foram removidas do banho-maria e resfriadas em água e gelo, até atingirem temperatura interna inferior a 10°C. As carnes foram, então, retiradas dos sacos, enxugadas com papel toalha e pesadas. A perda por cozimento foi expressa como percentagem em relação ao peso inicial (peso após o gotejamento).

3.3.3.3 - Perda total

A perda de peso total (PT) foi obtida pela relação entre o peso inicial da amostra (antes do gotejamento) e o seu peso após o cozimento.

3.3.4 - Maciez objetiva (força de cisalhamento)

A maciez objetiva foi determinada segundo metodologia utilizada por BARROS (2001). As amostras provenientes da determinação da perda por cozimento foram cortadas, com o auxílio de uma sonda, em cilindros de 1,2 cm de diâmetro, orientados paralelamente ao eixo das fibras. Removeram-se 3 cilindros de cada amostra, totalizando 6 medidas por animal avaliado. Estes cilindros foram submetidos a uma força de cisalhamento aplicada transversalmente ao seu comprimento, de modo que as fibras musculares estivessem orientadas perpendicularmente ao eixo de uma lâmina Warner Bratzler, acoplada a um texturômetro Texture Analyser TA – XT2I (Stable Micro Systems), programado com o seguinte ajuste: velocidade no pré-teste de 10 mm.s⁻¹; velocidade do teste de 5 mm.s⁻¹; e velocidade pós-teste de 10 mm.s⁻¹. A maciez foi avaliada pelo pico máximo de força de cisalhamento (FC, expressa em Kg/cm² de diâmetro).

3.3.5 - Cor

A coloração do músculo *Longissimus dorsi* foi avaliada pela determinação, no sistema HUNTER LAB, da luminosidade (**L**), do índice de vermelho (**a**) e do índice de amarelo (**b**), os quais foram medidos em espectrofotômetro Color Quest II Hunter Lab, calibrado com as placas de referência branca (X = 81,12; Y = 85,99 e Z = 91,03) e cinza (X = 49,90 Y =

53,15 e $Z = 55,05$) e para o modo RSIN (reflectância especular incluída), sem o filtro UV. Todas as leituras foram armazenadas em um computador conectado ao espectrofotômetro e provido do sistema *Software Universal*. Foram estabelecidos o iluminante D_{65} e o ângulo de 10° para o observador. Cada medida foi efetuada em triplicata na seção transversal de 2 cm de espessura do músculo, que foi removida após retirada da fatia lateral que estava exposta ao ar. A amostra foi colocada em sacos plásticos, ficando a superfície em que foi realizada a leitura em contato com o plástico. A avaliação da cor aconteceu 24h após o resfriamento da meia carcaça direita.

Foram calculadas a saturação ($c = (a^2 + b^2)^{1/2}$) e a tonalidade ($h = \arctang b/a$).

3.3.6 – Pigmentos de cor

O conteúdo relativo das diversas formas químicas do pigmento de mioglobina (deoximioglobina-Mb, oximioglobina-MbO₂ e metamioglobina-MMb) na superfície do músculo *Longissimus dorsi* foi calculado usando-se o método baseado na curva de reflectância (AMSA, 1991). Utilizaram-se os valores obtidos a 710 nm (LINDAHL et al., 2001), em vez de 730 nm (KRZYWICKI, 1979), como ajuste da carne livre de pigmentos.

Os pigmentos das porções de carne (*Longissimus dorsi* cortado em bifes de 15 a 20 mm de espessura) foram completamente convertidos a uma única forma química heme (padrões), pelo procedimento sugerido por RAMOS et al. (2001): 1) **Mioglobina reduzida** (Mb) - imersão em solução de ácido ascórbico 0,1% e hidrossulfito de sódio (ditionito) 10% por cerca de um minuto, seguido de embalagem em filme plástico impermeável (NPE - náilon-polietileno de 0,09 mm de espessura) e aplicação de vácuo, após o que foram mantidas por 2 horas à temperatura ambiente para completar a redução; 2) **Metamioglobina** (MMb) - imersão em ferrocianeto de potássio ($K_3Fe(CN)_6$) 1% por um minuto, seguido de cobertura com filme plástico e manutenção por cerca de 24 horas a 4°C para completar a oxidação.

Obteve-se o espectro de reflectância, determinado entre 400 e 710 nm (em intervalos de 10 nm), de cada pigmento em espectrofotômetro ColorQuest II Sphere (HunterLab, Reston, VA), calibrado como descrito no

item 3.3.5. Cada pigmento teve seu espectro determinado em quintuplicata pela movimentação dos padrões de pigmentos no visor de leitura do aparelho. Previamente à leitura, as amostras foram retiradas da embalagem, colocadas entre duas placas de vidro comum (4 mm) e imediatamente levadas à porta de reflectância para leitura. A medida final de cada ponto da curva espectral, para cada pigmento, foi determinada como uma média das replicatas.

O espectro de reflectância das amostras foi obtido, em triplicata, a partir dos dados de índices de cor armazenados no *software* universal do espectrofotômetro ColorQuest II Sphere.

Uma vez obtidas as leituras das amostras e dos padrões de pigmentos, os valores de reflectância da superfície foram convertidos para K/S pela equação de Kubelka-Munk (AMSA, 1991) e substituída nas respectivas equações:

$$\%Mb = \frac{\left(\frac{K/S_{474} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{100\% MMb} - \left(\frac{K/S_{474} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{amostra}}{\left(\frac{K/S_{474} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{100\% MMb} - \left(\frac{K/S_{474} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{100\% Mb}}$$

$$\%MMb = \frac{\left(\frac{K/S_{572} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{100\% Mb} - \left(\frac{K/S_{572} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{amostra}}{\left(\frac{K/S_{572} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{100\% Mb} - \left(\frac{K/S_{572} - K/S_{710}}{K/S_{525} - K/S_{710}} \right)_{100\% MMb}}$$

$$\%MbO_2 = 100 - \%Mb - \%MMb$$

Os valores intermediários (474, 525 e 572 nm) de reflectância e K/S foram obtidos por interpolação.

3.3.7- Quantificação de lipídeos

A quantificação de lipídeos foi realizada, segundo metodologia descrita por BLIGH e DYER (1959), nas amostras provenientes da determinação dos índices de cor, que haviam sido congeladas em congelador horizontal (Metafrio) a -18°C . As amostras do músculo

Longissimus dorsi, após serem descongeladas, foram trituradas em triturador tipo Turrax (MARCONI, MA 102), em quantidade suficiente para fornecer cerca de 15g. As amostras trituradas foram pesadas em erlenmeyers e se lhes adicionaram 100mL de metanol. Após agitação por 10 minutos em agitador magnético, para desidratar a amostra, adicionaram-se 50 mL de clorofórmio e 28 mL de água destilada ao erlenmeyer, obtendo-se uma proporção de 2:1:0,8 (metanol:clorofórmio:água - considerando a amostra com uma média de 80% de umidade). Nessa proporção os três solventes coexistem em uma solução homogênea. Agitou-se por mais 20 minutos. O erlenmeyer foi, então, coberto com parafilme e deixado em repouso por 16 h na geladeira. A seguir, filtrou-se, com o auxílio de um papel de filtro (CICLES qualitativo No.1001,125), para um funil de separação. Adicionaram-se 60mL de clorofórmio ao erlenmeyer, lavando-o para remoção completa da amostra. Verteu-se o conteúdo no funil de separação e adicionaram-se 60 mL de solução de sulfato de sódio (Na_2SO_4) 2%. A adição de mais clorofórmio e solução de sulfato de sódio alteraram a proporção para 2:2:1,8 (metanol:clorofórmio:água), causando a separação total do clorofórmio, que carrega os lipídeos. O funil de separação foi agitado e mantido em repouso por 4h, ou até a separação das fases. A seguir, a camada inferior, de clorofórmio, foi filtrada, em papel de filtro contendo cerca de dois gramas de sulfato de sódio, para uma proveta graduada, medindo-se o volume de clorofórmio. Deste volume, 50mL foram separados para posterior análise de composição de ácidos graxos. Em função da evaporação de clorofórmio, o restante do clorofórmio teve seu volume medido antes de ser transferido para um balão de fundo chato devidamente tarado e pesado. O clorofórmio do balão foi, então, evaporado em um rotavapor Fisatom (modelo 802D), com temperatura do banho-maria a 60°C, até a completa evaporação. Levou-se o balão para a estufa a 105°C por 15 min. A seguir o balão foi resfriado em dessecador e pesado em balança analítica. Este procedimento foi repetido até se obter peso constante. O teor de lipídeo foi determinado como porcentagem da quantidade de lipídeo em relação à quantidade de amostra, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Peso de lipídeo no balão} = P_{\text{balão c/ Lipídeo}} - P_{\text{balão vazio}}$$

Considerando-se que 50 ml de clorofórmio haviam sido separados, o peso de lipídeos desta alíquota foi calculado e somado ao peso de lipídeo do balão para se obter a quantidade total de lipídeos na amostra. Assim:

Peso de lipídeos na amostra = Peso de lipídeo no balão + peso de lipídeo na alíquota reservada para caracterização de ácidos graxos.

Assim, a percentagem de lipídeos foi calculada pela fórmula:

$$\% \text{ Lipídeo} = \frac{\text{Peso de lipídeo na amostra}}{\text{Peso da amostra}} \times 100$$

3.3.8- Classificação em categorias de qualidade

Cada um dos grupos genótipos (nativo, comercial e geração F2) foi classificado em PSE, RSE, RFN e DFD, segundo os limites de pH_u, valor L e CRA (PG), propostos por KAUFFMAN (2001), conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Limites de pH_u, L e PG, para a classificação da qualidade da carne suína.

Categorias de Qualidade	pH _u	L	PG
PSE	<5,4	>50	>5
RS E	5,5-5,9	43-49,9	>5
RFN	5,5-5,9	43-49,9	2,1-4,9
DFD	>5,9	<43	<2

A seguir, foi determinada a frequência percentual de cada categoria de qualidade (PSE, RSE, RFN e DFD), para cada grupo genético.

3.4- Determinações dos índices de rendimento de carcaça de suínos

Os índices de rendimento de carcaça foram avaliados na meia carcaça esquerda, logo após o abate (carcaça quente), e na meia carcaça direita, após o seu resfriamento por 24 horas.

Na meia carcaça quente foram medidos: a) comprimento (cm) da carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (CCMB), descrito pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS, 1973); b) comprimento (cm) de carcaça pelo Método Americano - CCMA, segundo Boggs e Merrell (1979), citados por OLIVEIRA (1988); c) espessuras (mm) de toucinho nas posições ETRC (maior espessura de toucinho na região da copa, na linha dorso-lombar), ETUC (espessura de toucinho imediatamente após a última costela, na linha dorso-lombar), ETUVL (espessura de toucinho entre a última e a penúltima vértebra lombar, na linha dorso-lombar), ETAUVL (menor espessura de toucinho na região acima da última vértebra lombar, na linha dorso-lombar) e P_2 (espessura de toucinho imediatamente após a última costela, a 6,5cm da linha dorso-lombar).

Na meia carcaça resfriada na região da última costela mediu-se: EP_2 (espessura de toucinho (mm) a 6,5 cm da linha dorso-lombar, equivalente à P_2), PROFLOMB (profundidade de lombo, comprimento (mm) do lombo sobre uma reta traçada da coluna vertebral serrada até posição onde foi medido a EP_2) e Área de Olho de Lombo em cm^2 (AOL).

A área de olho de lombo foi medida, em triplicata, com auxílio de um planímetro, no decalque em papel vegetal tomado da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*.

Nos animais da geração F2, também na meia carcaça resfriada, foram avaliados os seguintes cortes: pernil limpo com osso, copa limpa, paleta limpa com osso, lombo, costela e filezinho.

Com os pesos destes cortes, foram determinados, de duas maneiras diferentes, os percentuais dos cortes magros em relação ao peso da carcaça: a) %COR, que corresponde à relação entre a soma de todos os cortes, exceto a costela ($P_{\text{pernil}} + P_{\text{copa}} + P_{\text{paleta}} + P_{\text{lombo}} + P_{\text{filé}}$), e o peso da carcaça resfriada (PCR); e b) $\%(\text{COR} + \text{CO})$, que corresponde à

relação entre a soma de todos os cortes, incluindo a costela, e o peso da carcaça resfriada.

Foi realizado o cálculo de rendimentos de cortes magros na carcaça para as raças nativa e comercial e do cruzamento em F2, utilizando os valores médios dos índices de rendimento e equações de predição que consideraram o peso da carcaça (PCAR), comprimento de carcaça, área de olho de lombo e espessuras de toucinho. A Tabela 9 apresenta as equações com os seus respectivos autores.

Tabela 9: Equações de predição da percentagem de cortes magros em suínos.

Equações	Autores
$\%CM = ((-0,263 + 0,063 (CCMA) - 2,102 (ETRC + ETUC + ETUVL)/3 + 0,234 (AOL) + 0,528 (PCR)) * 100 / PCAR$	BERESKIN (1984)
$\%CM = ((4,448 - 2,213 (ETRC + ETUC + ETUVL) / 3 + 0,230 (AOL) + 0,537 (PCR)) * 100 / PCAR$	BERESKIN (1984)
$\%CM = 68,353 + 0,216 (PCAR) - 3,199 (ETRC + ETUVL)$	FELÍCIO et al. (1986)
$\%CM = 56,368 + 0,135 (PCAR) + 0,198 (CCMA) - 2,889 (ETRC + ETUVL)$	FELÍCIO et al. (1986)

PCAR- Peso carcaça

%CM - Percentual de cortes magros

CCMA- comprimento de carcaça pelo Método Americano

ETRC- maior espessura de toucinho na região da copa

ETUC- espessura de toucinho na região da última costela

ETUVL- espessura de toucinho entre a última e a penúltima vértebra lombar

AOL- área de olho de lombo

3.5- Análises dos dados

Na geração F2 foram obtidas as correlações entre as características de qualidade de carne e de rendimento de carcaça.

Na geração F2 também se procedeu à análise de variância dos dados de rendimento de carcaça e qualidade da carne, considerando os efeitos fixos de sexo e grupo contemporâneo e as covariáveis peso da carcaça e idade ao abate do animal, segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + G_j + b_1 (P_{ijk} - \bar{P}) + b_2 (I_{ijk} - \bar{I}) + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = observação do animal k, do grupo contemporâneo j e do sexo i;
 μ = média geral;
 S_i = efeito do sexo i;
 G_j = efeito do grupo contemporâneo j (grupo de animais nascidos no mesmo período);
 b_1 = coeficiente de regressão linear de Y_{ijk} em função do peso de carcaça;
 P_{ijk} = peso de carcaça do animal k, do grupo contemporâneo j e do sexo i;
 $\bar{P}$ = peso médio de carcaça de todos os animais;
 b_2 = coeficiente de regressão linear de Y_{ijk} em função da idade ao abate;
 I_{ijk} = idade ao abate do animal k, do grupo contemporâneo j e do sexo i;
 $\bar{I}$ = idade média ao abate de todos os animais;
 e_{ijk} = erro aleatório.

Grupo contemporâneo correspondeu ao grupo de animais que foram avaliados em um mesmo período de tempo, aproximadamente um mês.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Finalmente, os dados dos índices de rendimento de carcaça e das características de qualidade obtidos foram submetidos à análise de variância para a comparação das raças parentais com a geração F2 considerando que nos animais progenitores não houve estratificação em grupos contemporâneos e sexo, utilizou-se o seguinte modelo:

$Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}$, em que:

Y_{ij} = observação do animal j, do grupo genético i;
 μ = média geral;
 R_i = efeito do grupo genético i;
 e_{ij} = erro aleatório.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa SAS System for Windows^{NT}, versão 8, licenciado pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação das correlações, nos animais da geração F2, entre as características de qualidade e rendimento

Na Tabela 10 estão apresentados os coeficientes de correlação entre as características de rendimento de carcaça e qualidade da carne suína da geração F2.

4.1.1. Qualidade

4.1.1.1. Cor

Verifica-se (Tabela 10) que, nas condições deste experimento, os índices de cor da carne não apresentaram correlação significativa ($p > 0,05$) com o pH medido 45 minutos após o abate (pH_{45}), mas se correlacionaram ($p < 0,01$) com o pH medido após 24 horas de resfriamento da carcaça (pH_u), o qual responde por 9,6% da variação na luminosidade, 11,6% do índice de amarelo e 14,4% da saturação de cor do músculo *Longissimus dorsi*, além de responder por 4,4% da variação no teor de mioglobina (Mb) e 5,3% da variação no teor de oximioglobina (MbO_2).

Estes resultados indicam que a diminuição do pH_u faz com que a cor da carne se torne ($p < 0,01$) mais clara (aumento em L) e mais pura/menos diluída com branco (aumento em c). A maior pureza da cor se deve ao aumento no índice de amarelo (b). Entretanto, a tonalidade de cor (h) e o índice de vermelho (a) não apresentaram correlação significativa ($p > 0,05$) com o pH_u .

Segundo LINDAHL et al. (2001), os índices de cor (**L***, **a***, **b***, **c*** e **h***) são dependentes da concentração e/ou da forma química do pigmento de cor da carne. Assim, segundo estes autores, o aumento na pureza da cor da carne (**c***) seria explicado pela menor proporção de mioglobina (Mb) e maior de oximioglobina (MbO_2) e metamioglobina (MMb), o que está de acordo com as correlações observadas ($p < 0,01$) entre **c** e Mb ($r = -0,64$), entre **c** e MMb ($r = 0,45$) e entre **c** e MbO_2 ($r = 0,61$).

O aumento na concentração de MMb é favorecido pela diminuição do pH (LAWRIE, 1967; CROSS et al., 1986; VARNAM e SUTBERLAND, 1995), que levaria a: a) desnaturação da parte protéica (globina) da molécula de mioglobina ($pH < 5,4$), levando a dissociação do O_2 e expondo o grupo heme à oxidação (CROSS et al., 1986); b) redução na atividade de enzimas MMb redutases ($pH < 5,8$) existentes na carne (VARNAM e SUTBERLAND, 1995); c) redução na geração de coenzimas redutoras (NADH e NADPH), responsáveis pela redução da MMb a Mb e sua posterior oxigenação à MbO_2 (BODWELL e McCLAIN, 1971).

Aceitando-se que o aumento na saturação (**c**) se deve à maior proporção de MMb na carne, neste caso também era de se esperar, o que não se verificou, uma diminuição na tonalidade (**h**), já que LINDAHL et al. (2001), à semelhança do evidenciado no presente experimento, verificaram, respectivamente, correlação positiva e negativa de MMb com **a*** e **h***. O aumento no valor de **b** com aumento no teor relativo de MMb também pode ser evidenciado na correlação ($p < 0,01$) entre estas duas características ($r = 0,25$).

Ainda, segundo as conclusões de LINDAHL et al. (2001), a provável causa do aumento em **b*** se deve a uma maior proporção de MbO_2 (oxigenação) na carne, o que pode ser também evidenciado pela correlação ($p < 0,01$) entre **b** e MbO_2 no presente experimento ($r = 0,48$). Entretanto,

aumento concomitante de MMb e MbO₂ não é teoricamente provável, já que o pigmento oxidado de MMb não é capaz de se oxigenar antes de sua redução prévia (JUDGE et al., 1989).

Outra incongruência na aceitação da MMb como causa de variação na saturação da cor da carne está no fato de que se observou um aumento na luminosidade (**L***), que, segundo LINDAHL et al. (2001), deveria estar relacionada a uma menor concentração de MMb. Entretanto, conforme se pode notar pela Tabela 10, não foi verificada correlação significativa ($p > 0,05$) entre **L** e MMb, pelo que esta incongruência inexistiria.

A correlação não significativa ($p > 0,05$) entre a cor da carne e o pH₄₅ está de acordo com os resultados de Van LAACK et al. (1994), e diverge daqueles apresentados por Van OECKEL et al. (1999c) e por CASTEELS et al. (1995), que verificaram, respectivamente, que o pH₄₅ responde por ($p < 0,01$) 28% e 4,8% da variação em **L***. Segundo Van OECKEL et al. (1999c), o pH₄₅ responde por ($p < 0,01$) 7% da variação em **b***. Ambos os autores também não verificaram correlação significativa ($p > 0,05$) entre o pH₄₅ e **a***. Uma possível explicação para esta divergência é apresentada por RÜBENSAM (2000), segundo o qual, quando o pH₄₅ é superior a 6,00, sua correlação com índices de cor não é tão forte. WARRISS e BROWN (1987) também relataram que valores de pH₄₅ abaixo de 6,1 tiveram grande influência sobre a reflectância, enquanto que, para valores acima de 6,1, a influência foi relativamente pequena. De fato, o pH₄₅ das amostras do presente trabalho foi, em média, de 6,53, enquanto que as amostras destes autores apresentaram pH₄₅ médio de 5,86 e 5,96, respectivamente. Assim, parece que, diferentemente das amostras destes autores, aos 45 minutos pós-abate, o pH das amostras do presente trabalho não havia sofrido uma redução suficiente para causar desnaturação protéica que pudesse afetar a coloração do músculo L. dorsi. Isto talvez se explique pelo fato de que os animais do presente experimento tinham contribuição da raça nativa (tipo banha) na sua composição genética, a qual é menos propensa a sofrer efeitos de estresse, enquanto que no trabalho de Van OECKEL et al. (1999c), que apresentou correlações mais elevadas entre pH₄₅ e valores de **L*** e **b***, eram raças mais propensas ao estresse (híbridos de Pietrain com Landrace Belga, Large White e Seghers). No trabalho de CASTEELS et al.

(1995), a composição genética dos animais (Large White, Landrace Belga e híbridos Seghers) indica uma susceptibilidade intermediária ao estresse. Vale ressaltar que a média dos pH_{45} foi de 6,53 no presente estudo, de 5,96 no estudo de CASTEELS et al. (1995) e de 5,86 no estudo de Van OECKEL et al. (1999c), e que quanto menor o pH_{45} , maiores são as correlações com os índices de cor, especialmente **L*** (respectivamente 0,01, 0,22 e 0,53) a este tempo pós-abate. Pelos mesmos motivos, talvez se possa explicar a ausência de correlação significativa ($p > 0,05$) entre pH_{45} e os teores dos diversos pigmentos de cor da carne (Mb, MMb e MbO₂).

Segundo RÜBENSAM (2000), o pH_u apresenta coeficientes de correlação elevados ($r = 0,58$ a $0,68$) com a cor da carne suína, o que está em consonância com a literatura especializada. Correlação significativa entre pH_u e valores de **L***, **b*** e **c*** também foram encontradas por van LAACK et al. (1994), JOO et al. (1995) e BREWER et al. (2001). Entretanto, tais autores verificaram correlações mais elevadas entre pH_u e estas características que as do presente trabalho. BREDAHL et al. (1998) também encontraram ($p < 0,001$) correlações mais baixas ($r = 0,28$), e próximas às observadas no presente experimento para as correlações entre pH_u e **L** ($r = -0,31$), **b** ($r = -0,34$) e **c** ($r = -0,38$), entre pH_u ($5,68 \pm 0,13$, variando de 5,28 a 6,90) e a cor do lombo suíno subjetivamente avaliada por consumidores.

O fato de van LAACK et al. (1994), JOO et al. (1995) e BREWER et al. (2001) terem relatado correlações mais elevadas entre pH_u e índices de cor talvez se deva ao fato desses pesquisadores terem selecionado animais de forma a apresentar maiores faixas de variação de pH_u , conforme ressaltado por van LAACK et al. (1994).

Segundo BREWER et al. (2001), a correlação entre pH_u e índices de cor melhora com a ampliação do pH_u das amostras. Assim, em amostras com pH_u entre 5,3 e 6,0, o pH_u respondeu por 43% da variação em **L*** e cerca de 30% da variação em **b*** da carne suína, enquanto que, em amostras que apresentaram uma faixa de pH_u maior (5,13 a 7,15), estes autores verificaram uma melhoria nas correlações do pH_u com os índices de cor, respondendo por, respectivamente, 68%, 26% e 56% das variações em **L***, **a*** e **b***.

No presente caso, não se verificou o surgimento de extremos de qualidade nos animais da geração F2, indicando um abate em que as condições estressantes foram bem controladas. Isto é visualizado pelo pH_u ($5,70 \pm 0,11$, variando de 5,43 a 6,20) e ao se classificar os animais para as categorias de qualidade de acordo com KAUFFMAN (2001). Por esta classificação, observa-se a ausência da condição PSE, e que 44% dos animais apresentaram a condição Normal, 14% a condição RSE, 1% a condição DFD e 41% não puderam ser classificados, embora, pela média dos valores das características utilizados por KAUFFMAN (2001), estes animais tendem à condição normal de carne, o que forneceria 84% da condição normal nestes animais. Isto mostra menores variações nas características avaliadas e explica os valores mais baixos das correlações encontradas neste trabalho.

Uma provável razão para o pH_u ser mais eficiente que o pH₄₅ na explicação das variações de cor na carne suína se deve ao fato de que, após 24 horas do abate, o pH médio do músculo *Longissimus dorsi* já estava em 5,70, causando alguma desnaturação das proteínas da carne e, assim, afetando a cor da mesma. Entretanto, vale ressaltar que, em outras condições, especialmente em animais submetidos a estresse elevado induzindo uma taxa de queda elevada do pH muscular, é possível que o pH₄₅ apresente correlação maior com os índices de cor da carne, já que, neste caso, a desnaturação protéica sofrerá um efeito conjunto de um pH baixo e de uma temperatura de carcaça ainda elevada.

Outra característica de qualidade da carne a apresentar alguma correlação significativa com a cor da carne suína foi o teor de gordura intramuscular, que, embora não tenha apresentado correlação significativa com a luminosidade (**L**), respondeu por ($p < 0,05$) 3,61% da variação na saturação de cor (**c**), 1,96% da variação na tonalidade da cor (**h**), 2,89% da variação no índice de vermelho (**a**) e 1,44% da variação no índice de amarelo (**b**). JOO et al. (1994) também encontraram correlações significativas, porém, ao contrário do presente estudo, negativas entre gordura intramuscular (medida subjetivamente) e saturação de cor (**c***) e índice de amarelo (**b***) da carne suína. Diferentemente dos presentes resultados, seus dados mostram correlação negativa ($p < 0,001$) da gordura

intramuscular com luminosidade (L^*) e não mostraram correlação significativa ($p > 0,01$) entre esta e a tonalidade de cor (h^*) e o índice de vermelho (a^*). A influência do teor de gordura intramuscular sobre a coloração da carne pode estar relacionada à oxidação dos pigmentos de cor. Embora a literatura não aborde em maior profundidade esta relação, VARNAM e SUTHERLAND (1995) estabelecem que, em bovinos, a oxidação de pigmentos está diretamente associada ao conteúdo de lipídeos. Assim, é possível que o aumento no teor de lipídeos leve a um aumento na concentração de metamioglobina (MMb), que, segundo LINDAHL et al. (2001), levaria a um aumento nos índices de vermelho (a^*), diminuição na luminosidade (L^*) e tonalidade (h^*), e aumento na saturação (c^*) da cor da carne.

Quanto à correlação entre cor e as características de rendimento, nota-se correlação não significativa ($p > 0,05$) destas características com a tonalidade (h), enquanto que todos os indicadores de gordura de cobertura apresentaram ($p < 0,05$) correlação negativa com a saturação de cor (c). Entretanto, a ETUVL, que apresentou maior correlação com todos os índices de cor, respondeu por apenas 3,24% da variação na saturação de cor da carne suína, 1,21% da variação no índice de vermelho (a) e 1,69% da variação nos índices de amarelo (b) e 1% da luminosidade (L).

4.1.1.2. Capacidade de retenção de água (CRA)

Dentre os indicadores de qualidade de carne, as medidas de CRA (perda por gotejamento, cozimento e total) apresentaram correlação significativa ($p < 0,01$) com pH_{45} , sendo os coeficientes de correlação de -0,66, -0,17 e -0,44, respectivamente, com PG, PC e PT. Apenas no caso de PC, as correlações ($p < 0,01$) foram mais altas ($r = 0,21$ e $r = 0,19$) ao se utilizar a saturação (c) e o índice de amarelo (b), respectivamente.

Van OECKEL et al. (1999a) também encontraram correlação significativa ($p < 0,001$) entre pH_{45} e perda por gotejamento, com um valor de -0,34, inferior ao encontrado no presente trabalho (-0,66), o que pode ser devido aos valores médios de pH_{45} de 5,86 naquele trabalho e de 6,53 nesse, uma vez que, segundo WARRISS e BROWN (1987) e Van LAACK et

al. (1994), a correlação entre pH₄₅ e perda por gotejamento é melhor representada para valores de pH₄₅ superiores a 6,1 e 5,9, respectivamente. Pela Figura 1, verifica-se que 88,6% das amostras analisadas apresentaram pH₄₅ igual ou superior a 6,2. Esta percentagem sobe para 96,2 % ao se considerar pH₄₅ igual ou superior 6,0.

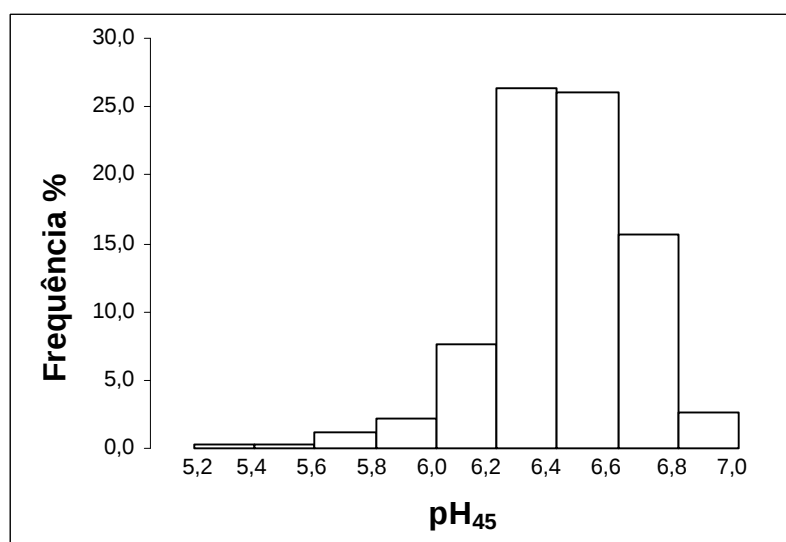


Figura 1: Frequência de distribuição dos valores de pH₄₅.

Outra evidência de que a perda por gotejamento se correlaciona melhor com valores de pH₄₅ superiores pode ser observada no trabalho de KNAPP et al. (1997), que encontraram coeficientes de correlação mais baixos em suínos mais propensos ao estresse. Neste sentido, as correlações entre pH₄₅ e perda por gotejamento, naquele trabalho, para animais das raças Large White, Landrace e Pietrain foram, respectivamente, -0,69, -0,65 e -0,28, com valores médios de pH₄₅ de 6,35, 6,25 e 5,54, respectivamente.

Na Figura 2, verifica-se que a dispersão da PG é bem menor em pH₄₅ entre 6,5 e 7,0, e que esta dispersão tende a aumentar à medida que o pH₄₅ se torna inferior a 6,5 (Figura 2a). Entretanto, para as relações de PC (Figura 2b) e PT (Figura 2c) com pH₄₅, esta menor dispersão em valores de pH₄₅ mais elevados já não é tão evidente.

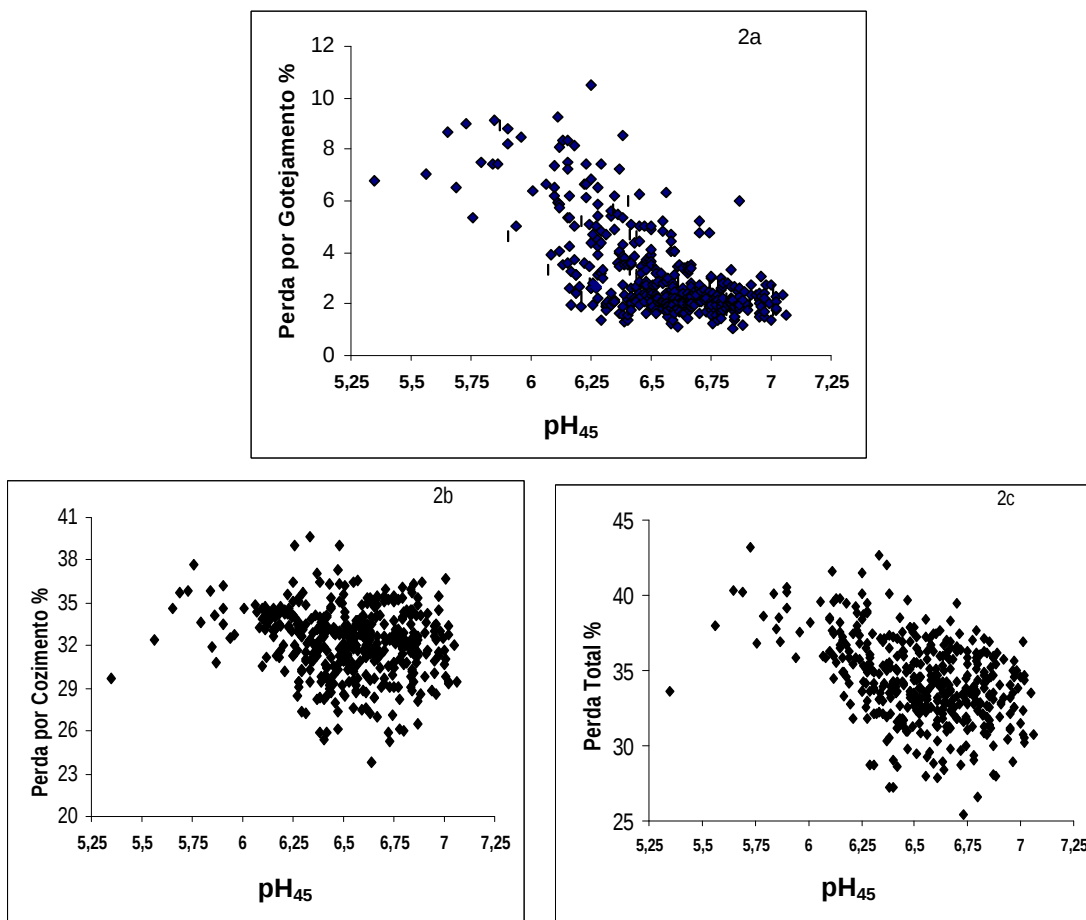


Figura 2: Relação entre as medidas de avaliação de capacidade de retenção de água e pH₄₅.

As menores correlações entre PC (-0,17) e PT (-0,44) com pH₄₅ podem ser explicadas pela condição em que estes indicadores são obtidos. Ao contrário da PG, que é dependente da desnaturação inicial das proteínas miofibrilares da carne, PC, por ser obtido após 48 horas *póst mortem*, é mais influenciado pela temperatura de cocção (75°C internamente). Além disto, neste tempo, o pH da carne foi inferior ao pH obtido aos 45 minutos pós abate. Assim, para PC, as condições desnaturantes foram mais acentuadas que para PG e não dependeram do pH que a carne possuía aos 45 minutos pós-abate. Quanto à PT, a explicação provém do fato de que a PC é o seu principal componente, enquanto que a PG contribui relativamente pouco para ela. Isto quer dizer que temperatura de cocção, e não o pH₄₅, é o principal fator determinante da PT. Uma evidência disto pode ser encontrada na alta correlação entre PC e PT ($r = 0,84$), que é baixa ($r = 0,29$) entre PG e

PT. Da mesma maneira, a correlação entre perda por cozimento e gotejamento é baixa ($r = 0,28$), concordando com JEREMIAH et al. (1999), que encontraram uma correlação de 0,30 entre PC e PG.

Das correlações entre o valor de pH_u e as medidas de CRA (perda por gotejamento, cozimento e total), a única correlação significativa ($p < 0,01$) foi entre pH_u e perda por gotejamento. Segundo RÜBENSAM (2000), a correlação entre o pH_u e a CRA não é muito consistente ($r = 0,3$), o que está em consonância com os resultados obtidos, em que o pH_u respondeu por apenas 1,69% da variação na PG. Entretanto, estes resultados estão em desacordo com aqueles apresentados por JOO et al. (1995) e Van LAACK et al. (1994), que verificaram, respectivamente, que as medidas de pH_u responderam por 24% e 69% da variação nas perdas por gotejamento. O fato destas correlações serem superiores às apontadas no presente estudo parece se dever ao fato destes pesquisadores terem escolhido amostras que estivessem claramente evidenciadas com extremos de qualidade.

Ao observar as correlações dos índices de cor (**L**, **a**, **b**, **h** e **c**) com perda por gotejamento, verifica-se que apenas **L** apresentou correlação ($r = 0,12$) significativa ($p < 0,01$). JOO et al. (1995), ao estimarem estas correlações utilizando uma menor faixa de variação das características (categorias normal e RSE), também encontraram resultados que seguiram a mesma tendência da perda por gotejamento em apresentar correlação maior com **L*** ($R^2 = 0,23$), enquanto que os demais índices de cor apresentaram coeficientes de determinação (positivos) com PG de no máximo 0,07.

A gordura intramuscular, outra característica de qualidade da carne também não se mostrou um bom estimador da capacidade de retenção de água da carne, não apresentando correlação significativa ($p > 0,05$) com nenhum dos índices que a estimam (PG, PC e PT), o que está de acordo com o trabalho de KNAPP et al. (1997), que também encontraram correlação nula entre gordura intramuscular e PG de suínos Large White e Pietrain e baixa correlação em suínos Landrace ($r = 0,12$). Entretanto, SAFFLE e BRATZLER (1959) relataram que músculos que possuem um maior conteúdo de gordura freqüentemente possuem maior CRA ($r = -0,35$) ($p < 0,01$), o que está de acordo com autores citados por HAMM (1960). Segundo HAMM (1960), isto, possivelmente, se deve ao fato da gordura intramuscular

causar um afrouxamento da micro-estrutura celular do músculo, permitindo uma maior retenção de água. Ademais, segundo BRISKEY e KAUFFMAN (1971), um mínimo de gordura intramuscular é importante para a suculência de carnes, e músculos que contêm maior teor de gordura intramuscular podem sofrer cozimento mais severo sem que a carne se apresente seca. Assim, a falta de relação entre o teor de gordura intramuscular e a CRA no presente trabalho talvez se deva ao teor relativamente baixo ($1,59\% \pm 0,46\%$) desta gordura no músculo *Longissimus dorsi* dos animais da geração F2, já que os animais foram abatidos (aproximadamente 65 Kg) antes que a deposição de gordura na carcaça e no músculo *Longissimus dorsi* ganhasse ímpeto.

Dentre os índices que avaliam o rendimento de suínos em carne, a área de olho de lombo (AOL) é a que apresenta maiores correlações com a CRA. As correlações significativas ($p < 0,01$) entre AOL e CRA (perda por gotejamento e cozimento) mostraram que animais com maior rendimento em carne magra (maior AOL) apresentam menor CRA, com maiores perdas por gotejamento e cozimento, o que está em consonância com os resultados apresentados por JEREMIAH et al. (1999), embora estes autores tenham encontrado correlações mais baixas entre rendimento de cortes magros e as perdas de peso por gotejamento e cozimento. IRGANG (1997) também evidencia a relação negativa entre rendimento em carne e qualidade da mesma, mostrando que raças suínas que apresentam maior rendimento em carne também apresentam maior exsudação de água (Pietrain > Large White > Duroc). Entretanto, a AOL respondeu por ($p < 0,01$) apenas 4,84% da variação em PG e 2,25% da variação em PC. Para a PC, a espessura de toucinho acima da última vértebra lombar (ETAUVL) foi o indicador de rendimento que apresentou maior correlação ($r = - 0,19$). Nenhum dos índices de rendimento apresentou correlação significativa com PT ($p > 0,05$).

As correlações entre profundidade de lombo e CRA não foram significativas ($p > 0,05$), apesar da correlação da profundidade de lombo com AOL ter sido alta (0,67). Isto, provavelmente, se deve ao fato de que a profundidade do lombo é um pior estimador ($r = 0,35$ e $0,28$) do rendimento

em cortes magros (%{pernil + lombo} e %quatro cortes) que a área de olho de lombo ($r = 0,57$ e $0,59$) (CROSS e MILLER, 1989).

4.1.1.3. Maciez

Dentre os índices de rendimento em carne, nenhum se mostrou um bom indicador da maciez da mesma.

Quanto aos índices de qualidade, a maciez foi ($p < 0,01$) melhor estimada pela saturação da cor ($r = - 0,35$) e pelo índice de amarelo ($r = - 0,32$), seguidos pelo pH_u ($r = 0,26$), que, respectivamente, responderam por 12,25%, 10,24% e 6,76% da variação na força de cisalhamento da carne. Apenas o índice de vermelho (**a**) e a tonalidade da cor (**h**) não apresentaram correlação significativa ($p > 0,05$) com a maciez.

Segundo JOO et al. (1995), carnes PSE apresentam maior índice de saturação de cor (**c***), de amarelo (**b***) e de vermelho (**a***) e maior luminosidade (**L***) que as carnes RSE e Normais e estas maiores que as carnes DFD ($p < 0,05$). Neste sentido, os resultados indicariam que a maciez da carne suína é favorecida pela maior taxa glicolítica muscular *post mortem*, ou seja, pela obtenção de uma pior qualidade geral de carne. Embora isto esteja coerente com a correlação positiva entre pH (tanto 45 minutos como 24 horas pós abate) e maciez, tais resultados apontam para uma discordância com a noção geral de que carnes DFD são mais macias que as normais e as PSE (Eikelenboom e Hoving-Bolink, citados por van LAACK et al., 2001; KAUFFMAN, 2001; van der WAL et al., 1988). De fato, pHs mais elevados, por levarem a uma menor desnaturação protéica, deveriam originar carnes mais macias (menor força de cisalhamento) em função de sua maior CRA e maior atuação das proteases neutras dependentes de cálcio (menor desnaturação). Entretanto, evidências contrárias a esta noção geral existem (LUNDSTRÖM et al., 1996; AGROCERES PIC, 1997; van LAACK et al., 2001; van OECKEL et al., 2001).

Segundo a AGRICERES PIC (1997), a maciez da carne suína está positivamente correlacionada com uma taxa acelerada de crescimento de tecido magro (normalmente associado com animais mais susceptíveis ao

estresse e, portanto, que geram carne de pH mais baixo), o que seria explicado pela maior atividade proteolítica *post mortem* nos animais de maior ímpeto para ganho de tecido magro. Entretanto, segundo van LAACK et al. (2001), a proteólise não parece ser de grande importância na determinação da maciez da carne suína, uma vez que seus resultados mostraram que, embora suínos oriundos do cruzamento de fêmeas Yorkshire-Landrace com machos Duroc tenham ($p < 0,05$) maturado mais rapidamente (maior relação fração 30kDa/actina), a sua força de cisalhamento não diferiu daquela de animais oriundos do cruzamento destas fêmeas com machos Hampshire ou Berkshire. Segundo estes autores, outros fatores, dentre eles o diâmetro das fibras, e não a proteólise, podem ser responsáveis pela diferença de maciez observada entre raças.

LUNDSTRÖM et al. (1996) e Van LAACK et al. (2001) verificaram que a relação entre pH e força de cisalhamento da carne suína é dependente da genética. Segundo eles, suínos que apresentam o gene Rendement Napole (RN⁺), responsável por carnes suínas ácidas (Efeito Hampshire), mesmo apresentando pH_u mais baixo ($p < 0,05$), forneceram carnes com menor força de cisalhamento. Entretanto, segundo van LAACK et al. (2001), esta diferença na maciez só foi evidente até 2 dias de estocagem; já após 7 dias de estocagem, a diferença genética quanto à força de cisalhamento deixou de existir. Outrossim, segundo eles, ao se retirar, nos suínos com composição Hampshire, os animais que apresentavam o gene RN, a relação entre pH_u e força de cisalhamento se tornava quadrática, com a força de cisalhamento sendo maior em pH abaixo de 5,4 ou acima de 5,9. Além disto, a relação entre pH_u e força de cisalhamento foi divergente na população estudada. Enquanto no conjunto de toda a população estudada esta relação não foi significativa, para suínos Duroc + Berkshire esta relação foi linear negativa. Já ao se considerar apenas a população com influência Duroc, a relação entre força de cisalhamento e pH_u foi quadrática, enquanto que apenas na população com influência de suínos Berkshire ela tendeu ($p = 0,08$) a ser linear negativa.

Van OECKEL et al. (2001) verificaram que suínos halotano negativos homozigotos (NN) apresentaram menor força de cisalhamento (p

< 0,005) e pH (1 hora e 24 horas pós abate) que aqueles heterozigotos para o gene halotano (Nn).

Já FISHER et al. (2000) evidenciaram contradições neste sentido, já que seus dados mostraram que suínos homozigotos dominantes (negativos - NN) apresentam ($p < 0,001$) menor força de cisalhamento que aqueles heterozigotos para o gene halotano (Nn), porém semelhantes àquela de homozigotos recessivos (positivos - nn). Estes autores evidenciaram ($p < 0,001$) diferenças no pH₄₅ entre os três genótipos (NN, Nn e nn); entretanto, para o pH_u, apenas aquele dos halotano positivos (nn) foi diferente ($p < 0,05$) dos demais (NN e Nn), que não diferiram entre si.

A única característica de qualidade que apresentou correlação coerente com a maciez da carne foi o teor de gordura intramuscular, que indicou ($p < 0,05$) que a maciez melhora com o aumento no teor de gordura intramuscular, concordando com vários autores (CASTEELS et al., 1995; WOODS et al., 1996; JEREMIAH et al., 1999; van LAACK et al., 2001). Segundo van LAACK et al. (2001), isto é especialmente evidente em suínos que apresentam influência da raça Duroc na composição genética, em que a gordura intramuscular respondeu por 47% da variação na força de cisalhamento da carne. Entretanto, ao utilizarem dados de suínos de cruzamentos entre Yorkshire-Landrace com três raças diferentes (Duroc, Berkshire e Hampshire), encontraram, após dois dias de abate, correlação entre força de cisalhamento e gordura intramuscular de apenas -0,11 ($r^2 \times 100 = 1,2\%$), bem semelhante à verificada no presente estudo, em que a gordura intramuscular respondeu por ($p < 0,05$) apenas 1,7% da variação na força de cisalhamento da carne. Já JEREMIAH et al. (1999), ao correlacionarem força de cisalhamento com gordura intramuscular (medida com padrões variando de 1-pouco a 5-abundante), encontraram um coeficiente de correlação de -0,19 ($r^2 \times 100 = 3,6\%$), enquanto que SAINZ (1996 a e b) afirmou que a gordura intramuscular seria responsável por 5 a 11% da maciez de carnes, e WOODS et al. (1996) mostraram que a gordura intramuscular responde por apenas 0,8% da maciez da carne suína.

Van LAACK et al. (2001) ressaltam que um aumento na quantidade de gordura intramuscular em suínos, independente da genética usada, não necessariamente resulta em melhoria da maciez, e cita autores (Rhodes,

1970; Skelley et al., 1973; Göransson et al., 1972) que não evidenciaram correlação entre a gordura intramuscular e a maciez da carne suína.

4.1.1.4. Gordura intramuscular

As características de qualidade que não apresentaram correlação significativa com o teor de gordura intramuscular (GORINT) foram o pH (tanto aos 45 minutos quanto 24 horas pós-abate) e a luminosidade (**L**). Correlação não significativa da GORINT com medidas de pH₄₅ e pH_u também foi verificada por BREDAHL et al. (1998).

Dos índices de cor, a saturação (**c**) foi aquela que apresentou maior correlação com a GORINT, a qual respondeu por apenas 3,61% da variação (relação positiva) na pureza e 1,96% da variação (relação negativa) na tonalidade (**h**) da cor da carne.

Ao se observarem as correlações entre a GORINT e os diversos pigmentos de cor da carne, evidencia-se aumento nos teores de MMb ($r = 0,26$) e de MbO₂ ($r = 0,13$) e de diminuição de Mb ($r = -0,19$) com o aumento na GORINT. O conjunto destas observações aponta para um predomínio da MMb com o aumento no teor de GORINT. Isto talvez se deva ao fato de que o aumento no teor de gordura no músculo leve a uma maior oxidação do pigmento de cor da carne (VARNAM e SUTHERLAND, 1995), com maior formação do pigmento de metamioglobina, o que, segundo LINDAHL et al. (2001), levaria ao aumento no índice de vermelho (**a***) e na saturação (**c***) e diminuição na tonalidade (**h***) da cor da carne suína, conforme evidenciado nos dados apresentados. Isto não é esperado visualmente, uma vez que a metamioglobina apresenta cor marrom.

Não se verificou correlação significativa entre percentagem de gordura intramuscular e as medidas de espessuras de toucinho, o que talvez se deva ao fato de se ter abatido os animais aos 65 Kg de peso vivo, quando os mesmos ainda não estavam em fase de deposição acelerada de tecido gorduroso. Tal hipótese é confirmada por KOLSTAD (2001), que mostrou diferenças entre genótipos quanto à distribuição de tecido gorduroso (gordura subcutânea, inter/intramuscular e interna) de 10 a 105 Kg de peso vivo. Suínos Duroc apresentaram maior proporção de gordura

inter/intramuscular em relação a animais da raça Landrace e animais do cruzamento de Landrace com uma linhagem selecionada para alta deposição de gordura e baixa taxa de crescimento. Verificou, também, que a maior proporção de gordura inter/intramuscular só aconteceu aos 85Kg. Reforçando esta hipótese, segundo JUDGE et al. (1989), os primeiros depósitos de gordura aparecem nas áreas viscerais e cavidade interna da carcaça, a seguir começam a se formar subcutaneamente, entre os músculos (gordura intermuscular) e, finalmente, intramuscularmente (gordura intramuscula). Entretanto, mesmo trabalhando com animais oriundos de linhas de abate comerciais (pelo menos 100 Kg), CASTEELS et al. (1995) também não obtiveram correlações significativas ($p > 0,05$) entre medida de espessura de toucinho e conteúdo de gordura intramuscular.

Por outro lado, o teor de gordura intramuscular esteve ($p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente) negativamente correlacionado com as medidas de área de olho de lombo ($r = - 0,23$) e profundidade de lombo ($r = - 0,15$), o que está de acordo com os resultados de JEREMIAH et al. (1999) e autores (Vries et al., 1993; Bout et al., 1989 e Rhodes, 1970) citados por CASTEELS et al. (1995), que também encontraram correlações negativas ($r = - 0,36$) entre gordura intramuscular (medida com padrões variando de 1-pouco a 5-abundante) e medidas de rendimento de carne magra.

Finalmente, o teor de gordura intramuscular foi negativamente correlacionado com o comprimento de carcaça avaliado pelo sistema americano (CCMA), que, entretanto, respondeu por apenas 1,21% da variação na GORINT.

4.1.1.5. Outras correlações de interesse na determinação da qualidade da carne suína

A correlação significativa ($p < 0,01$) entre pH_{45} e pH_u ($r = 0,19$) também foi encontrada ($r = 0,34$; $p < 0,001$) por WARRIS e BROWN (1987), o que diverge de CASTEELS et al. (1995), que verificaram correlação não-significativa entre estas duas características. Uma possível explicação para esta divergência é apresentada pelos valores médios de pH_{45} e pH_u . Os encontrados neste trabalho (6,53 e 5,70) são mais semelhantes aos

encontrados (6,34 e 5,48) por WARRIS e BROWN (1987) do que os encontrados (5,96 e 5,50) por CASTEELS et al. (1995).

4.1.2. Rendimento

A correlação entre as características de rendimento e as de qualidade foram bastante variáveis e de pouca relevância, uma vez que a correlação mais alta obtida ($p < 0,01$) foi entre o teor do pigmento de metamioglobina (MMb) e a espessura de toucinho medida na última vértebra lombar (ETUVL), respondendo por apenas 9% da variação da ETUVL. Isto mostra que as medidas de qualidade não são boas preditoras do rendimento de carne suína.

Entretanto, as correlações negativas entre pH₄₅ e AOL, **L** e ETUC, **L** e ETUVL, **L** e P2, **L** e EP2, **b** e ETUC, **b** e ETUVL, **b** e ETAUVL, **b** e EP2 e entre GORINT e AOL ($p < 0,05$) estão coerentes com as indicações (AGROCERES PIC, 1997; IRGANG, 1997; SERRA et al., 1998; MAYORAL et al., 1999; PEREIRA, 1999; FREITAS, 2000; BAAS e MABRY, 2001) de que animais que apresentam maior rendimento em carne, maior área de olho de lombo e menores espessuras de toucinho, tendem a fornecer carne de pior qualidade, com menores valores de pH₄₅ e maiores valores de **L** (luminosidade) e **b** (amarelo), que caracterizam uma carne mais exsudativa e pálida (coloração vermelha menos intensa). Verifica-se, também, que animais que apresentam maior AOL tendem a gerar carnes com menor teor de gordura intramuscular. Outra evidência disto são as correlações ($p < 0,01$) entre a AOL e: pH₄₅ ($r = - 0,11$), perda por gotejamento ($r = 0,22$) e perda por cozimento ($r = 0,15$).

4.1.2.1. Correlações entre as características de rendimento

As correlações entre as diversas medidas de rendimento de carcaça e carne (Tabela 10) mostram ($p < 0,01$) altas correlações ($r \geq 0,60$) entre medidas semelhantes (entre as diversas medidas de espessura de toucinho, entre CCMB e CCMA e entre AOL e PROFLOMB).

Embora algumas correlações entre as medidas de espessuras de

toucinho (ETAUVL, P2 e EP2) e AOL ou PROFLOMB sejam negativas ($p < 0,05$), as demais medidas de espessuras de toucinho (ETRC, ETUVL e ETUC) não apresentam correlação significativa ($p > 0,05$) com área de olho de lombo e profundidade de lombo.

A correlação ($r = -0,23$) entre a espessura de toucinho P2 (região da última costela, a 6,5cm da linha dorso-lombar) e a AOL observada no presente trabalho é similar àquela ($r = -0,25$) observada por IRGANG et al. (1998) ao avaliar estas medidas a 6 cm da linha dorso-lombar entre a última e penúltima costelas de animais mais pesados que os do presente trabalho. Já a correlação ($r = -0,26$) entre a espessura de toucinho EP2 (P2 na carcaça resfriada) e a AOL observada no presente trabalho foi inferior àquela ($r = -0,37$) observada por FAHEY et al. (1977) ao avaliar estas medidas entre a décima e a décima primeira costelas, a 1,9 cm da linha dorso lombar em animais mais pesados que os do presente trabalho e similares aos de IRGANG et al. (1998). FAHEY et al. (1977) também encontraram correlações entre AOL e ETRC ($r = -0,24$), ETUVL ($r = -0,32$) e ETUC ($r = -0,21$) diferentes daquelas apresentadas na Tabela 10 (respectivamente, $r = -0,09$; $r = -0,05$ e $r = 0,02$). As divergências com os dados de FAHEY et al. (1977) quanto a estas correlações talvez se devam ao fato de que as medidas de AOL terem sido realizadas em pontos diferentes da carcaça. Outra possibilidade para estas diferenças pode estar na diferença de composição genética entre os animais dos dois experimentos e no fato de que esses autores trabalharam com animais que forneciam carcaças resfriadas de peso similar ou superior (64 a 84 Kg) ao peso vivo dos animais utilizados no presente experimento. Além disto a ampla faixa de peso das carcaças desses pesquisadores pode ter contribuído para uma maior correlação entre AOL e as medidas de espessura de toucinho (FELÍCIO et al., 1986).

PRINGLE e WILLIAMS (2001) também não verificaram ($p > 0,05$), em suínos abatidos comercialmente (tipo carne e peso vivo ao redor de 100 Kg) correlação entre a espessura de toucinho, medida na região da 10^a costela, com a AOL.

4.1.2.2. Correlações entre as características de rendimento e o rendimento de diversos cortes suínos.

A análise da Tabela 11 mostra que a massa muscular (rendimento em cortes) tende a aumentar ($p < 0,0001$) com a AOL e a PROFLOMB. A única exceção se deve à correlação não-significativa ($p > 0,05$) entre o peso da costela e a PROFLOMB. Verifica-se, ainda, que a AOL é um melhor preditor (maiores coeficientes de correlação) do rendimento em cortes que a PROFLOMB, o que está em consonância com as observações de CROSS et al. (1975).

Outra constatação possível é que as medidas de comprimento de carcaça (CCMB e CCMA) respondam entre 1,85% e 2,50% da percentagem de cortes totais (%CORT e % CORT+CO), os quais aumentaram com o aumento no comprimento de carcaça. Assim, sua inclusão em equações de predição de rendimento em cortes suínos talvez possa melhorar a acurácia dessas equações. Além disto, caso haja interesse em se estimar o rendimento em cortes específicos, estas medidas são tão ou mais importantes que a AOL, exceto quanto à predição de peso do lombo e do filé.

Também se pode notar (Tabela 11), à semelhança do que foi observado por CROSS et al. (1975), que as medidas de espessura de toucinho (ETRC, ETUC, ETUVL, ETAUVL, P2 e EP2) apresentaram correlações negativas maiores com os percentuais de cortes magros (%CORT e % CORT+CO). Entretanto, nem todas essas correlações foram significativas, conforme aquelas obtidas com AOL. Um exemplo pode ser visualizado ao se verificar que, enquanto a AOL responde por cerca de 16% da variação no peso da copa limpa, nenhuma das medidas de espessura de toucinho apresentou correlação significativa com este corte.

Outra constatação é de que a P2 (espessura de toucinho medida na carcaça quente e a 6,5 cm da linha dorso lombar à altura da última costela) explicou melhor (maior r^2) as variações nas percentagens de cortes totais e do peso do lombo, enquanto que a EP2 (espessura de toucinho medida na carcaça resfriada e a 6,5 cm da linha dorso lombar à altura da última costela) explicou melhor a variação dos pesos do pernil, da paleta e do filezinho.

Tabela 11: Coeficientes de correlação entre as características de rendimento e os rendimentos de cortes da carne suína na geração F2.

Variáveis	CCMB	CCMA	ETRC	ETUC	ETUVL	ETAUVL	P2	EP2	AOL	PROFLOMB
PCR	0,59**	0,57**	0,37**	0,36**	0,43**	0,40**	0,34**	0,25**	0,37**	0,09 ^{ns}
Ppernil	0,60**	0,57**	-0,04 ^{ns}	-0,11*	-0,09 ^{ns}	-0,16**	0,26**	-0,29**	0,57**	0,33**
Pcopa	0,52**	0,49**	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,40**	0,13**
Ppaleta	0,53**	0,53**	-0,12*	-0,16**	-0,17**	-0,20**	-0,25**	-0,30**	0,45**	0,28**
Plombo	0,34**	0,33**	-0,15**	-0,12*	-0,19**	-0,23**	-0,34**	-0,33**	0,62**	0,51**
Pcostela	0,38**	0,35**	0,10*	0,11*	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,16**	0,02 ^{ns}
Pfilé	0,35**	0,34**	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,14**	0,48**	0,28**
%COR	0,16**	0,15**	-0,53**	-0,57**	-0,66**	-0,69**	-0,75**	-0,69**	0,38**	0,37**
%COR+CO	0,15**	0,14**	-0,53**	-0,57**	-0,67**	-0,70**	-0,75**	-0,68**	0,33**	0,34**

*P<0,05 , **P<0,01 e ns não significativo

PCR- Peso carcaça resfriada

Ppernil- Peso pernil limpo com osso

Pcopa- Peso da copa limpa

Ppaleta- Peso paleta limpa com osso

Plombo- Peso do lombo

Pcostela- Peso da costela

Pfilé- Peso do filezinho

%COR- Percentual de cortes (Ppernil + Pcopa + Ppaleta + Plombo + Pfilé) em relação ao peso da carcaça resfriada

%COR + CO- Percentual de cortes (Ppernil+Pcopa+Ppaleta+Plombo+Pfilé+Pcostela) em relação ao peso da carcaça resfriada

4.2. Efeito de sexo sobre as características de rendimento e qualidade dos animais da geração F2

4.2.1. Rendimento

Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios das características de rendimento de carcaça, para cada um dos sexos (macho castrado e fêmea) da geração F2.

Verifica-se que as fêmeas apresentaram ($p < 0,05$) maiores comprimentos de carcaça (CCMB e CCMA) que os machos castrados, o que está de acordo com os resultados relatados por PIEDRAFITA et al. (2001) e diverge daqueles apresentados por FISHER et al. (2000). As diferenças nos valores absolutos do comprimento de carcaça entre os presentes resultados (média de 71,90) e os desses autores (respectivamente, média de 77,2 e 82,0), provavelmente se devem ao peso e à composição genética dos animais experimentais.

Tabela 12: Valores médios (m) e desvios - padrões (s) das características de rendimento de carcaça em machos castrados e fêmeas da geração F2.

Características	Machos (m $\pm$ s)	Fêmeas (m $\pm$ s)	Geral (m $\pm$ s)
CCMB	85,52 $\pm$ 4,45 b (206)	86,98 $\pm$ 3,86 a (211)	86,25 $\pm$ 4,15 (417)
CCMA	71,29 $\pm$ 3,53 b (205)	72,52 $\pm$ 3,38 a (210)	71,90 $\pm$ 3,45 (415)
ETRC	42,25 $\pm$ 5,40 a (207)	39,15 $\pm$ 5,46 b (211)	40,70 $\pm$ 5,43 (418)
ETUC	20,87 $\pm$ 4,56 a (207)	18,40 $\pm$ 4,78 b (211)	19,63 $\pm$ 4,67 (418)
ETUVL	30,24 $\pm$ 6,14 a (207)	27,55 $\pm$ 6,03 b (211)	28,89 $\pm$ 6,08 (418)
ETAUVL	25,46 $\pm$ 6,18 a (206)	21,61 $\pm$ 5,95 b (211)	23,53 $\pm$ 6,06 (417)
P2	18,51 $\pm$ 3,82 a (207)	15,56 $\pm$ 3,25 b (211)	17,03 $\pm$ 3,53 (418)
AOL	25,26 $\pm$ 3,80 b (185)	28,08 $\pm$ 3,66 a (176)	26,67 $\pm$ 3,73 (361)
EP2	24,20 $\pm$ 6,08 a (183)	19,18 $\pm$ 5,05 b (178)	21,69 $\pm$ 5,56 (361)
PROFLOMB	42,49 $\pm$ 5,34 b (186)	45,23 $\pm$ 4,73 a (177)	43,86 $\pm$ 5,03 (363)
% COR	38,90 $\pm$ 3,19 b (177)	42,41 $\pm$ 3,30 a (179)	40,65 $\pm$ 3,24 (356)
% COR + CO	44,65 $\pm$ 3,52 (177)	48,22 a $\pm$ 3,45 b (179)	46,43 $\pm$ 3,48 (356)

¹ Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade.

² O número entre parênteses refere-se ao número de amostras para cálculo das médias.

Em relação às espessuras de toucinho, verifica-se que os machos apresentaram ($p < 0,05$) valores (ETRC, ETUC, ETUVL, ETAUVL, P2 e EP2) superiores às fêmeas, o que está de acordo com a literatura (EGGERT et al., 1996; Cisneros et al., 1996, citados por ELLIS, 1998a; FISHER et al., 2000; SCHINCKEL et al., 2000; PIEDRAFITA et al., 2001).

À semelhança dos dados relatados por EGGERT et al. (1996), SCHINCKEL et al. (2000) e PIEDRAFITA et al. (2001), as fêmeas apresentaram ($p < 0,05$) maior AOL e PROFLOMB que os machos.

Consistente com as características de rendimento, as fêmeas apresentaram maior rendimento em cortes magros que os machos castrados (Tabela 12), o que está de acordo com a literatura (LAWRIE, 1967; JUDGE et al., 1989; FAVERO e BELLAYER, 2001).

4.2.2. Qualidade

Na Tabela 13 estão apresentados os valores médios das características de qualidade da carne suína, para cada um dos sexos (machos castrados e fêmeas) da geração F2.

Tabela 13: Valores médios (m) e desvios - padrões (s) das características de qualidade da carne de machos castrados e fêmeas da geração F2.

Características	Machos (m $\pm$ s)	Fêmeas (m $\pm$ s)	Geral
pH ₄₅	6,55 $\pm$ 0,27 a (202)	6,49 $\pm$ 0,28 b (205)	6,52 $\pm$ 0,27 (407)
PH _u	5,70 $\pm$ 0,11 a (206)	5,70 $\pm$ 0,11 a (210)	5,70 $\pm$ 0,11 (416)
L	45,40 $\pm$ 2,18 a (206)	44,86 $\pm$ 1,78 b (210)	45,13 $\pm$ 1,98 (416)
a	0,68 $\pm$ 0,85 a (206)	0,71 $\pm$ 0,61 a (210)	0,70 $\pm$ 0,73 (416)
b	6,65 $\pm$ 0,62 a (206)	6,57 $\pm$ 0,56 a (210)	6,61 $\pm$ 0,59 (416)
h	83,82 $\pm$ 8,05 a (204)	83,69 $\pm$ 5,50 a (209)	83,75 $\pm$ 6,77 (413)
c	6,76 $\pm$ 0,49 a (206)	6,64 $\pm$ 0,54 b (210)	6,70 $\pm$ 0,51 (416)
%Mb	55,82 $\pm$ 14,62 a (184)	54,45 $\pm$ 15,02 a (188)	55,13 $\pm$ 14,82 (372)
%MMb	10,26 $\pm$ 5,10 a (184)	9,51 $\pm$ 5,07 a (188)	9,88 $\pm$ 5,08 (372)
%MbO ₂	33,91 $\pm$ 11,53 a (184)	36,03 $\pm$ 12,00 a (188)	34,97 $\pm$ 11,76 (372)
GORINT (%)	1,66 $\pm$ 0,48 a (146)	1,48 $\pm$ 0,40 b (137)	1,57 $\pm$ 0,44 (283)
PG (%)	2,96 $\pm$ 1,55 b (206)	3,42 $\pm$ 1,98 a (210)	3,19 $\pm$ 1,76 (416)
PC (%)	32,02 $\pm$ 2,45 b (202)	32,49 $\pm$ 2,33 b (209)	32,26 $\pm$ 2,39 (411)
PT (%)	35,23 $\pm$ 3,17 a (206)	35,10 $\pm$ 2,82 a (210)	35,16 $\pm$ 2,99 (416)
FC (kg/cm ²)	4,86 $\pm$ 0,78 a (202)	5,01 $\pm$ 0,79 a (209)	4,93 $\pm$ 0,78 (411)
VALOR R	1,21 $\pm$ 0,11 a (52)	1,19 $\pm$ 0,10 a (51)	1,2 $\pm$ 0,10 (103)

¹Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade.

²O número entre parênteses refere-se ao número de amostras para cálculo das médias.

Verifica-se que os machos apresentaram maiores valores ($p < 0,05$) de pH_{45} , o que está de acordo com os resultados apresentados por PIEDRAFITA et al. (2001) e em divergência daqueles apresentados por PETERSEN et al. (1997), que não verificaram diferença ($p > 0,05$) nos valores de pH_{45} entre machos castrados e fêmeas suínas. Já NOLD et al. (1999) encontraram valores de pH_{30} (30 minutos *post mortem*) que discordam do resultado obtido neste experimento, com as fêmeas apresentando ($p < 0,05$) valores maiores de pH_{45} que os machos castrados.

Com relação ao pH_u , não foi encontrada diferença ($p > 0,05$) entre os sexos, o que está de acordo com os resultados de PETERSEN et al. (1997), NOLD et al. (1999) e PIEDRAFITA et al. (2001). No entanto, segundo JEREMIAH et al. (1999), Eikelenboom e Hoving-Bolink (1993) relataram que as fêmeas apresentaram maior valor de pH_u que os machos castrados.

Na avaliação da cor, verifica-se que as fêmeas apresentaram ($p < 0,05$) uma carne mais escura (menor luminosidade - **L**) e de cor menos pura (menor saturação - **c**) que os machos castrados. Quanto às demais características de cor (índices de vermelho - **a** e de amarelo - **b** e tonalidade - **h**) não houve diferenças entre os sexos. Apesar das diferenças apontadas quanto aos valores de **L** e de **c**, e das correlações apontadas (Tabela 10) entre estes indicadores e os diversos pigmentos da carne, não houve diferença entre sexos quanto aos teores relativos dos diversos pigmentos (Mb, MMb e MbO₂), o que, provavelmente, se deve a uma diferença muito pequena ($p < 0,05$) entre os valores destes índices de cor devido a sexo.

Menor valor de **L** nas fêmeas também foi relatado por NOLD et al. (1999) em animais abatidos aos 100 Kg de peso vivo. Entretanto, estes autores não verificaram esta diferença em animais abatidos aos 110 Kg, à semelhança de LINDAHL et al. (2001), que não verificaram diferenças no valor de **L*** entre machos castrados e fêmeas de suínos de 96 a 116 Kg de peso vivo e de três diferentes raças. Por outro lado, JEREMIAH et al. (1999), avaliando a cor utilizando padrões, também evidenciaram ($p = 0,0017$) carne mais escura em fêmeas que em machos castrados.

Tendo em vista a correlação significativa ($p < 0,05$) entre pH_u e **L** e a correlação não-significativa ($p > 0,05$) entre pH_{45} e **L** (Tabela 10), a diferença

de luminosidade entre machos e fêmeas não era esperada, uma vez que o pH_u não diferiu entre os sexos.

A ausência de diferença ($p > 0,05$) nos valores de **a** e **b** entre machos castrados e fêmeas, encontra resultados conflitantes na literatura. NOLD et al. (1999) também não encontraram ($p > 0,05$) influência dos sexos sobre os valores de **a***, enquanto que LINDAHL et al. (2001) encontraram que, embora pequenas, as diferenças nos valores de **a*** entre machos castrados e fêmeas foram significativas em suínos Yorkshire, mas não em Hampshire e Landrace sueco. Outrossim, LINDAHL et al. (2001) verificaram, apenas no músculo *Biceps femoris*, e só em suínos Hampshire, valores de **b*** ligeiramente menores em fêmeas que em machos castrados.

Quanto à tonalidade de cor, LINDAHL et al. (2001) só evidenciaram diferenças significativas entre estes sexos em suínos Yorkshire. Já quanto à saturação (**c**), diferentemente dos resultados aqui relatados, LINDAHL et al. (2001) não evidenciaram diferenças entre fêmeas e machos castrados, independente da raça.

Quanto às demais características de qualidade, apenas a GORINT foi maior e a PG menor ($p < 0,05$) em machos castrados que em fêmeas, não havendo diferenças entre os sexos quanto a PC, PT, força de cisalhamento e valor R.

Uma maior quantidade de gordura intramuscular em machos castrados (1,66%) que em fêmeas (1,48%) é descrita por diversos autores (LAWRIE, 1967; JUDGE et al., 1989; SATHER et al., 1995; SANCEVERO e ANTUNES, 1998; JEREMIAH et al., 1999; NOLD et al., 1999; PIEDRAFITA et al., 2001; LINDAHL et al., 2001).

JEREMIAH et al. (1999), também não encontraram diferença ($p > 0,05$) entre sexos para perdas por cozimento, enquanto que NOLD et al. (1999) encontraram valores superiores de capacidade de retenção de água, avaliada por meio do método de umidade exsudada após aplicação de peso (se assemelha à PG, de forma inversa) em machos castrados.

A ausência de diferenças entre sexos quanto à força de cisalhamento ($p > 0,05$) diverge dos resultados apresentados por JEREMIAH et al. (1999), que mostram maior FC (menor maciez) em fêmeas que em machos castrados ($p = 0,0015$).

4.3. Efeito de grupos contemporâneos sobre as características de rendimento e qualidade dos animais da geração F2

As Tabela 14 e 15 apresentam os efeitos dos grupos contemporâneos sobre as características de rendimento e de qualidade.

Tabela 14: Valores médios (m) e desvios - padrões (s) das características de rendimento de carcaça suína dos grupos contemporâneos.

Características	Grupos Contemporâneos (GC)			
	GC1	GC2	GC3	GC4
CCMB	84,80 ± 4,39 c (89)	87,52 ± 4,17 a (135)	86,16 ± 3,62 b (78)	85,99 ± 4,10 bc (115)
CCMA	70,98 ± 4,07 b (88)	72,93 ± 3,30 a (134)	71,61 ± 3,14 b (79)	71,66 ± 3,26 b (114)
ETRC	39,82 ± 5,38 b (89)	43,30 ± 5,76 a (135)	38,44 ± 4,81 b (79)	39,84 ± 5,19 b (115)
ETUC	19,43 ± 4,57 b (89)	21,07 ± 4,97 a (135)	18,08 ± 4,27 b (79)	19,13 ± 4,79 b (115)
ETUVL	27,05 ± 4,86 b (89)	31,34 ± 6,63 a (135)	27,35 ± 6,21 b (79)	28,47 ± 5,73 b (115)
ETAUVL	22,19 ± 5,51 b (89)	25,67 ± 6,69 a (134)	22,21 ± 6,02 b (79)	22,92 ± 6,12 b (115)
P2	16,56 ± 3,49 b (89)	17,91 ± 4,21 a (135)	16,05 ± 3,54 b (79)	17,02 ± 17,04 ab (115)
AOL	26,52 ± 3,99 a (83)	26,98 ± 4,27 a (121)	27,08 ± 3,75 a (69)	25,92 ± 3,63 a (88)
EP2	21,27 ± 5,38 b (83)	23,44 ± 6,43 a (119)	19,90 ± 5,10 b (69)	21,27 ± 6,43 b (90)
PROFLOMB	44,80 ± 6,05 a (83)	42,89 ± 5,54 a (121)	43,99 ± 5,13 a (69)	44,07 ± 3,68 a (90)
% COR	41,84 ± 3,13 a (89)	39,93 ± 4,16 b (132)	40,55 ± 3,40 b (67)	40,65 ± 3,07 ab (68)
% COR + CO	48,14 ± 3,29 a (89)	45,57 ± 4,28 b (132)	46,25 ± 3,55 b (67)	46,11 ± 3,24 b (68)

¹Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade.

²O número entre parênteses refere-se ao número de amostras para cálculo das médias.

Tabela 15: Valores médios (m) e desvios - padrões (s) das características de qualidade da carne suína dos grupos contemporâneos.

Características	Grupos Contemporâneos (GC)			
	GC1	GC2	GC3	GC4
pH ₄₅	6,55 ± 0,29 a (89)	6,54 ± 0,30 a (135)	6,52 ± 0,28 a (74)	6,47 ± 0,21 a (109)
pH _u	5,66 ± 0,11 b (89)	5,75 ± 0,10 a (135)	5,71 ± 0,10 a (79)	5,66 ± 0,10 b (113)
L	45,41 ± 1,93 ab (89)	44,83 ± 1,84 b (135)	45,56 ± 2,37 a (79)	44,98 ± 1,86 ab (113)
a	0,88 ± 0,60 a (89)	0,65 ± 0,54 ab (135)	0,86 ± 1,28 a (79)	0,50 ± 0,48 b (113)
b	6,88 ± 0,54 a (89)	6,53 ± 0,50 bc (135)	6,37 ± 0,81 c (79)	6,66 ± 0,47 b (113)
h	82,70 ± 4,87 b (89)	84,21 ± 4,87 ab (134)	81,59 ± 12,58 b (79)	85,59 ± 4,11 a (111)
c	6,96 ± 0,55 a (89)	6,59 ± 0,48 b (135)	6,60 ± 0,50 b (79)	6,70 ± 0,48 b (113)
%Mb	46,65 ± 17,24 b (90)	56,90 ± 12,54 a (120)	61,56 ± 11,84 a (63)	56,59 ± 13,11 a (99)
%MMb	13,37 ± 4,81 a (90)	8,77 ± 4,32 b (120)	8,49 ± 4,80 b (63)	8,94 ± 4,71 b (99)
%MbO ₂	39,97 ± 14,08 a (90)	34,32 ± 10,70 bc (120)	29,94 ± 9,22 c (63)	34,45 ± 10,45 b (99)
GORINT (%)	1,74 ± 0,56 a (75)	1,54 ± 0,39 b (112)	1,56 ± 0,49 ab (41)	1,40 ± 0,28 b (55)
PG (%)	2,81 ± 1,70 b (89)	3,58 ± 1,99 a (135)	3,68 ± 1,86 a (79)	2,70 ± 1,32 b (113)
PC (%)	32,82 ± 2,63 a (89)	32,18 ± 2,25 ab (135)	31,89 ± 2,37 b (74)	32,15 ± 2,36 ab (113)
PT (%)	34,72 ± 3,50 b (89)	34,53 ± 2,80 b (135)	38,30 ± 2,96 a (79)	34,08 ± 2,49 b (113)
FC (kg/cm ²)	4,96 ± 0,70 ab (89)	4,98 ± 0,79 ab (135)	5,09 ± 0,81 a (74)	4,77 ± 913,67 b (113)

¹Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade.

²O número entre parênteses refere-se ao número de amostras para cálculo das médias.

Verifica-se que o fator grupo contemporâneos influenciou ($p > 0,05$) o rendimento em cortes magros dos suínos, o que é consistente com o seu efeito sobre a espessura de gordura medida na região da copa na carcaça quente (ETRC) e medida na última costela, a 6,5 cm da linha dorso-lombar, da carcaça resfriada (EP2) e, principalmente, sobre a AOL e a PROFLOMB .

Quanto às características de qualidade, verifica-se que, à exceção da luminosidade (L), do pH (tanto aos 45 minutos quanto às 24 horas pós-

abate) e da força de cisalhamento, o grupo contemporâneo afeta todos os demais indicadores de qualidade.

Estes resultados indicam que o período em que o animal é criado influencia o crescimento/rendimento em carne dos suínos e a qualidade de sua carne, o que está em consonância com a noção de que o ambiente influencia estas características (BECHTEL, 1986; FÁVERO e BELLAYER, 2001). Segundo a AGRICERES PIC (1997), a qualidade da carne é influenciada por diversos fatores ambientais, dentre os quais cita-se iluminação e costume com a presença humana, os quais, em conjunto com o manejo do animal no dia do abate, têm maior influência sobre a qualidade da carne que o próprio fator genético. FORREST et al. (1975) e JUDGE et al. (1989) vão mais além, indicando que as condições ambientais de criação dos animais, dentre elas a temperatura e a umidade relativa do ar, apresentam influência marcante na sua taxa de crescimento e composição corporal, sendo que condições ambientais não ideais reduzem a eficiência de crescimento e afetam a deposição dos diversos tecidos animais. Além disto, as alterações nestas condições ambientais conferem estresse ao animal, interferindo nas características de qualidade da carne obtida e, dependendo da susceptibilidade do animal a esse estresse, podem até mesmo levar à sua morte.

O único trabalho encontrado avaliando o efeito de grupo (KOLSTAD, 2001) mostra que este tem efeito sobre os diversos depósitos de gordura de suínos (subcutânea, intramuscular, interna e total) durante toda a fase de crescimento de suínos. As exceções foram na gordura subcutânea de suínos aos 50 Kg de peso vivo, na gordura intramuscular de suínos aos 85 e 105 Kg de peso vivo, na gordura interna aos 50 e 105 Kg de peso vivo e na gordura total aos 50 Kg de peso vivo.

4.4. Efeito de grupos genéticos sobre as características de rendimento e qualidade da carne em suínos.

4.4.1. Rendimento

Os valores médios das características de rendimento de carcaça dos suínos comerciais, da raça nativa e dos cruzados em F2 está descrito na Tabela 16.

Não houve ($P > 0,05$) diferença, quanto aos comprimentos de carcaça (CCMB e CCMA), entre os suínos comerciais e os nativos. Entretanto, os animais da geração F2 apresentaram ($P < 0,05$) maior comprimento de carcaça (CCMB) que os comerciais, o que não era esperado. Isso pode ser atribuído ao pequeno número de observações feitas no último grupo genético (comerciais).

Embora não se tenha encontrado na literatura dados referentes à comparação entre estes grupos genéticos, sabe-se que os suínos tipo banha apresentam menor comprimento de carcaça e menor rendimento de cortes cárneos que os comerciais.

A maior musculosidade dos animais comerciais também foi verificada no presente estudo ($p < 0,05$), conforme se nota pelos maiores valores de área de olho de lombo e profundidade de lombo dos animais comerciais em relação aos cruzados em F2 e aos nativos (Tabela 16).

Compatível com a literatura especializada (IRGANG, 1997; SERRA et al., 1998; PEREIRA, 1999; MAYORAL et al., 1999; FREITAS, 2000; BAAS e MABRY, 2001), verifica-se uma redução na produção de tecido magro (menor AOL e/ou PROFLOMB) e aumento na deposição de gordura nos animais tipo banha, conforme evidenciado pelo aumento nas medidas de espessura de toucinho e pela redução nas medidas de área de olho de lombo e profundidade de lombo. Os animais da geração F2 apresentaram valores intermediários.

No presente estudo, à exceção da espessura de toucinho na última costela (ETUC), os animais comerciais apresentaram, em relação aos nativos, uma redução ($p < 0,05$) média de 39% nas demais espessuras de toucinho avaliadas (ETRC, ETUVL, ETAUVL, P2 e EP2). A ausência de

Tabela 16 - Efeito dos grupos genéticos sobre os índices de rendimento de carcaça (médias (m), desvios - padrões (s), valores máximo (max) e mínimo (min) e número de observações (N))

Características	Animais Nativos (Tipo Banha)				Animais Geração F2				Animais Comerciais (Tipo Carne)			
	N	m ± s	min	max	N	m ± s	Min	max	N	m ± s	min	max
PCAR	9	50,37 ± 11,13 a	38,70	68,34	428	53,79 ± 5,41 a	41,55	72,96	13	50,33 ± 5,67 a	42,47	60,36
IDADE (Dias)	9	217,78 ± 47,37 a	175	293	435	148,56 ± 11,79 b	116	199	13	129,77 ± 10,38 c	116	141
CCMB	9	82,94 ± 4,28 ab	77,50	89,00	431	86,16 ± 4,19 a	72,00	104,00	13	82,50 ± 3,93 b	77,00	89,50
CCMA	9	69,44 ± 3,49 a	66,00	76,00	429	71,81 ± 3,51 a	59,00	92,50	13	69,19 ± 3,25 a	64,50	75,00
ETRC	9	44,22 ± 9,03 a	32,00	60,00	432	40,62 ± 5,64 a	20,00	59,00	13	30,23 ± 4,41 b	23,00	36,00
ETUC	9	21,55 ± 8,45 a	9,00	36,00	432	19,58 ± 4,79 a	5,00	36,00	13	17,76 ± 4,12 a	11,00	24,00
ETUVL	9	34,88 ± 9,81 a	20,00	50,00	432	28,83 ± 6,19 b	14,00	54,00	13	20,92 ± 4,53 c	15,00	29,00
ETAUVL	9	31,33 ± 10,14 a	15,00	48,00	431	23,48 ± 6,34 b	8,00	49,00	13	14,61 ± 3,09 c	9,00	20,00
P2	9	20,11 ± 6,03 a	12,00	30,00	432	17,01 ± 3,83 a	8,00	33,00	13	11,00 ± 2,27 b	8,00	17,00
EP2	9	28,20 ± 9,02 a	16,38	44,76	373	21,70 ± 5,87 b	8,33	37,45	13	15,45 ± 3,01 c	10,52	19,99
PROFLOM	9	39,36 ± 4,57 c	32,28	44,61	375	43,78 ± 5,18 b	28,79	64,94	13	50,95 ± 3,82 a	43,96	57,59
AOL	9	21,33 ± 2,39 b	17,40	24,63	373	26,54 ± 3,97 a	14,53	39,70	13	29,06 ± 3,83 a	24,97	37,43
%CM		55,60				59,33				63,89		

*Nas linhas, as médias das raças seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelos testes de Tukey.

PCAR- Peso carcaça

CCMB- comprimento da carcaça pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça

CCMA- comprimento de carcaça pelo Método Americano

ETRC- maior espessura de toucinho na região da copa

ETUC- espessura de toucinho na região da última costela

ETUVL- espessura de toucinho entre a última e a penúltima vértebra lombar

ETAUVL- menor espessura de toucinho na região acima da última vértebra lombar

P₂- espessura de toucinho na região da última costela a 6,5cm da linha dorso-lombar

EP₂- espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorso-lombar equivalente a P₂

PROFLOMB- profundidade de lombo

AOL- área de olho de lombo

%CM - Percentual de cortes magros

diferença ($p > 0,05$) na ETUC diverge dos resultados apresentados por SERRA et al. (1998), que verificaram um valor de ETUC 56% menor nos suínos comerciais (Landrace) que nos nativos (Guadyerbas) da Espanha.

O fato de não haver diferença entre comprimento de carcaças entre suínos comerciais e nativos, associado à maior musculosidade (AOL e/ou PROLOMB) dos comerciais e à maior presença de tecido gordo nos nativos, indica que os suínos comerciais tendem a apresentar maior quantidade de tecido magro (carne) que os nativos, conforme se depreende da Tabela 16. Entretanto, ao se compararem os suínos F2 com os comerciais, esta conclusão não fica tão evidenciada em função de que, embora mais gordos e menos musculosos que os comerciais, os suínos da geração F2 parecem compensar com uma carcaça mais alongada (músculos mais compridos). Porém, a diferença de rendimento fica evidenciada ao se efetuar uma média dos rendimentos obtidos por meio da aplicação dos índices de rendimento em quatro equações citadas na literatura (BERESKIN, 1984; FELÍCIO et al., 1986). Apesar do cálculo de rendimento de cortes magros, em função das médias/índices de rendimento, ser recomendado por equações específicas para sexo e grupos genéticos, dentre outros (BERESKIN, 1984), observa-se que os animais comerciais apresentaram um rendimento em cortes magros superior (63,89%) ao dos nativos (55,60%) e àquele (59,33%) da geração F2.

4.4.2. Qualidade

Os valores médios das características de qualidade da carne dos suínos comerciais, nativos e dos cruzados em F2 estão sumariados na Tabela 17.

A análise do conjunto de dados apresentados na Tabela 17 indica melhor qualidade da carne nos animais nativos que nos comerciais, sendo que os animais da geração F2 apresentaram comportamento intermediário, com apenas um índice tendendo para a raça nativa e os outros para os comerciais.

Tabela 17 - Efeito dos grupos genéticos sobre os índices de qualidade da carne (médias (m), desvios - padrões (s), valores máximo (max) e mínimo (min) e número de observações (N))

Características	Animais Nativos (Tipo Banha)				Animais Geração F2				Animais Comerciais (Tipo Carne)			
	N	m±s	min	max	N	m±s	min	max	N	m±s	min	max
pH ₄₅	9	6.62 ± 0.22 a	6.10	6.86	422	6.53 ± 0.27 ab	5.35	7.06	13	6.36 ± 0.27 b	5.90	6.72
pH _U	9	5.90 ± 0.10 a	5.73	6.07	431	5.70 ± 0.11 b	5.43	6.20	13	5.70 ± 0.08 b	5.56	5.88
L	9	43.54 ± 2.04 a	41.26	48.08	431	45.13 ± 2.00 a	32.62	50.72	13	45.17 ± 1.81 a	42.27	48.42
a	9	1.23 ± 0.42 a	0.75	2.06	431	0.70 ± 0.77 a	-0.96	6.75	13	0.78 ± 0.37 a	0,00	1.31
b	9	6.02 ± 0.57 b	5.29	7.23	431	6.61 ± 0.61 a	2.14	8.29	13	6.80 ± 0.47 a	6.27	7.85
h	9	78.33 ± 4.11 a	71.42	83.53	428	83.74 ± 7.27 a	17.59	98.11	13	82.75 ± 2.75 a	78.24	88.61
c	9	6.16 ± 0.55 b	5.37	7.28	431	6.70 ± 0.53 a	5.00	8.35	13	6.85 ± 0.46 a	6.34	7.85
%Mb	9	58.11 ± 10.61 a	46.62	78.32	418	54.62 ± 14.97 a	8.16	90.47	10	55.33 ± 9.91 a	39.81	74.17
%MMb	9	4.94 ± 2.59 b	2.05	10.02	418	10.12 ± 5.08 a	0.30	25.16	10	11.22 ± 5.62 a	6.24	19.54
%MbO ₂	9	36.94 ± 9.11 a	19.28	49.29	418	35.25 ± 11.91 a	4.91	72.83	10	33.44 ± 10.88 a	18.56	51.93
GORINT	9	2.00 ± 1.20 a	1.25	4.94	292	1.59 ± 0.46 ab	0.76	4.30	13	1.43 ± 0.29 b	0.90	1.99
PG	9	1.80 ± 1.33 b	0.98	5.31	431	3.16 ± 1.77 ab	1.07	10.52	13	4.22 ± 1.99 a	1.55	7.37
PC	9	27.23 ± 3.53 c	18.78	30.46	426	32.23 ± 2.40 b	23.82	39.64	13	35.91 ± 1.92 a	32.87	38.81
PT	9	28.15 ± 3.19 b	20.73	32.37	426	35.20 ± 8.03 a	25.39	45.08	13	38.96 ± 2.34 a	35.07	42.07
FC	9	6.08 ± 1.00 a	4.34	7.41	426	4.94 ± 0.78 b	3.21	7.20	13	5.20 ± 0.80 b	3.60	6.88
VALOR R	9	1.16 ± 0.09 a	0.98	1.32	104	1.20 ± 0.10 a	0.93	1.39	13	1.22 ± 0.11 a	0.95	1.33

* Nas linhas, as médias das raças seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelos testes de Tukey.

pH₄₅- medido 45 minutos post mortem

pH_U- medido 24 horas post mortem

L- Luminosidade

a- índice de vermelho

b- índice de amarelo

h- tonalidade

c- saturação

%Mb- Percentual de mioglobina

%MMb- Percentual de matemioglobina

%MbO₂- Percentual Oximioglobina

GORINT- percentual de gordura intramuscular

PG- perda por gotejamento

PC- perda por cozimento

PT- perda total

FC- Força de cisalhamento

Assim, verifica-se que os suínos nativos apresentaram um pH mais elevado ($p < 0,05$), tanto aos 45 minutos (pH_{45}) como às 24 horas (pH_u) *post mortem*, que os suínos comerciais. Já os suínos F2 apresentaram pH_{45} intermediário entre suínos progenitores, não divergindo de nenhum deles. Entretanto, o pH_u da geração F2 foi inferior ($p < 0,05$) aos nativos e igual ($p > 0,05$) ao dos comerciais.

A diferença de pH_u entre suínos comerciais e nativos está em consonância com os resultados de SERRA et al. (1998), que também obtiveram diferença ($p < 0,001$) para pH_u . Entretanto, a diferença entre estes animais para o pH_{45} diverge dos resultados desses autores, que não verificaram diferença ($p > 0,05$) para pH_{45} entre suínos nativos (Guadyerbas) e comerciais (Landrace).

Outrossim, os dados de pH são compatíveis com a CRA, evidenciada pelas perdas de peso (gotejamento, cozimento e total), em que as linhagens que apresentaram maior pH_{45} apresentaram menor perda de peso por gotejamento. Os resultados ainda indicam que a perda de peso por cozimento e a perda total na geração F2 se aproximaram daquelas dos suínos comerciais, enquanto que os suínos nativos apresentaram ($p < 0,05$) menores valores para estas perdas. Uma explicação para este comportamento não encontra suporte nos dados apresentados nas Tabelas 10 e 17, já que, embora essas perdas tenham apresentado correlação significativa ($p < 0,05$) e mais altas com o pH_{45} e não com o pH_u (Tabela 10), não houve diferença entre grupos genéticos quanto ao pH_{45} e sim quanto ao pH_u (Tabela 17). Em geral, a perda por gotejamento dos nativos, que indica a quebra durante a estocagem ou a liberação de exsudado durante a exposição em balcões/bandejas comerciais de carnes, situou-se ao redor de 57% daquela verificada nos animais F2 e 43% daquela verificada nos comerciais. Já a perda de peso total dos suínos nativos situou-se, respectivamente, em 80% e 72%, indicando um maior rendimento em produtos elaborados/preparados a partir destes.

À semelhança do evidenciado por SERRA et al. (1998), outro item de qualidade favorecido ($p < 0,05$) nos animais nativos foi a percentagem de gordura intramuscular (GORINT), indicando que a carne destes animais é mais saborosa e succulenta (FERNANDEZ et al., 1999; IRGANG, 1997). Os

animais F2 apresentaram comportamento intermediário ($p > 0,05$) entre os nativos e os comerciais.

Quanto à coloração do músculo, verifica-se que o músculo *Longissimus dorsi* dos animais nativos apresentou coloração mais agradável/avermelhada, conforme evidenciado pela menor concentração ($p < 0,05$) do pigmento metamioglobina (MMb), embora não tenha havido diferença ($p > 0,05$) quanto aos pigmentos de mioglobina (Mb) e oximioglobina (MbO₂). Esta diferença de coloração do músculo foi acompanhada pelos menores valores de **c** (saturação) e de **b** ($p < 0,05$), não havendo diferença ($p > 0,05$) nos demais índices de cor (**L**, **a** e **h**).

A menor concentração de MMb nos suínos nativos é suportada pelo fato de que, devido ao seu pH mais elevado (aos 45 e/ou 24 horas pós-abate), estes animais são menos propensos a exibirem a condição PSE que os outros dois grupos genéticos (F2 e comercial). Segundo BEMBERS e SATTERLEE (1975) e SORHEIM et al. (1997), a mioglobina extraída e purificada de músculos suínos PSE se oxida à metamioglobina entre 1,5 e 2 vezes mais rapidamente que aquela proveniente de músculos normais, enquanto que Jeremiah et al. (1992), citados por SORHEIM et al. (1997), relataram que a descoloração de carne suína embalada sob atmosfera modificada só foi verificada em animais que apresentaram a condição PSE e não naqueles que apresentaram a condição normal.

A ausência ($p > 0,05$) de diferenças no valor de **L** (luminosidade) entre os diversos grupos genéticos não encontra suporte nos resultados de SERRA et al. (1998), que encontraram menor valor de **L*** em suínos nativos (Guadyrbas) que em comerciais (Landrace). Também não encontra suporte na correlação negativa observada entre o pH_u e **L** (Tabela 10). Entretanto, embora não tenham sido evidenciadas ($p > 0,05$) diferenças no valor de **L** entre os suínos dos grupos genéticos, a luminosidade (**L**) dos nativos (43,54) também se mostrou menor que a dos demais grupos genéticos (45,15 em média).

Segundo Feldhunsen (1995), citado por MOURA (2000), maiores valores de **L** em carnes são oriundos da umidificação da superfície do músculo em consequência da desnaturação das proteínas miofibrilares, devido a um pH mais baixo, com conseqüente elevação na reflexão de luz

polarizada, tornando-a mais clara. Como os suínos nativos são menos susceptíveis ao estresse (SERRA et al., 1998; PEREIRA, 1999) e apresentam pH mais elevado, era de se esperar que eles apresentassem **L** menores.

Já a diferença ($p < 0,05$) nos índices de saturação (**c**) e de amarelo (**b**) está coerente, bem como a ausência de diferença ($p > 0,05$) nos índices de vermelho (**a**) e da tonalidade (**h**) da cor está coerente com as correlações verificadas entre estes índices e o pH_u dessas carnes (Tabela 10).

A ausência de diferença nos valores de **a** ($p > 0,05$) também foi verificada por SERRA et al. (1998).

Segundo MOURA (2000), a maior desnaturação dos pigmentos da carne, em função de um pH mais baixo, leva a um aumento nos índices de amarelo (**b**) da carne.

A ausência de diferença ($p > 0,05$) nos valores dos ângulos de tonalidade (**h**) entre suínos nativos e comerciais contrasta com SERRA et al. (1998), que encontraram ($p < 0,01$) menores valores de **h*** em suínos ibéricos nativos (Guadyerbás) que nos comerciais (Landrace). Entretanto, embora não tenham sido evidenciadas ($p > 0,05$) diferenças no valor de **h** entre os suínos dos diversos grupos genéticos, a tonalidade de cor (**h**) dos nativos (78,33) também se mostrou menor que a dos demais grupos genéticos (83,25 em média).

Ao se analisar o conjunto dessas alterações dos índices de cor, verifica-se que uma menor concentração de MMb nos suínos nativos era esperada, já que a menor saturação (**c**), associada à menor luminosidade (**L**) e ao menor ângulo de tonalidade de cor (**h**) na carne destes animais indicam uma cor que tende ao marron acinzentado, característico deste pigmento (MMb). Outra evidência em favor de uma menor concentração de MMb nos nativos está no seu pH mais elevado (LAWRIE, 1967; CROSS et al., 1986; VARNAM e SUTHERLAND, 1995), conforme previamente discutido.

A única característica de qualidade da carne em que os nativos apresentaram ($p < 0,05$) desvantagem em relação aos demais grupos

genéticos foi a maciez, conforme evidenciado pela maior força de cisalhamento.

A ausência ($p > 0,05$) de diferença no valor R indica que a instalação do *Rigor Mortis* é semelhante em todos os grupos genéticos, o que sugere um mesmo tipo de metabolismo muscular.

Uma vez que a ausência de diferença no valor R e o maior pH (pH_{45} e pH_{24}) da carne dos nativos indicam, respectivamente, uma ausência provável de um fenômeno de encolhimento pelo frio e uma menor desnaturação protéica na carne dos nativos, a menor maciez dos nativos provavelmente se deve à maior maturidade (tempo para atingir 65 ± 5 kg) dos nativos em relação à geração F2 e aos comerciais (217 dias contra 148 e 129 dias, respectivamente), pelo que seu tecido conectivo é, supostamente, mais estruturado que aquele dos animais comerciais e F2. Isto também encontra suporte na correlação positiva observada entre força de cisalhamento e idade (Tabela 10).

Segundo SAINZ (1996 a e b), a idade cronológica do animal tem uma relação inversa e significativa com a maciez da carne, atribuída à presença de ligações cruzadas e à estabilidade do colágeno. Com respeito ao conteúdo de colágeno do músculo, total e insolúvel, MAYORAL et al. (1999), embora não tenham observado, em suínos, alteração no conteúdo de colágeno total, evidenciaram uma diminuição na solubilidade do colágeno ao longo da vida.

A perda de solubilidade do colágeno e o aumento do diâmetro de suas fibras, dão mais força e resistência, fazendo com que elas se tornem mais difíceis de serem cortadas e desnaturadas pelo calor (JUDGE et al., 1989).

A menor concentração/atividade de proteases dependentes de cálcio (calpaínas) e/ou maior concentração/atividade de seu inibidor (calpastatina), verificadas nas raças zebuínas (animais mais rústicos), que produzem uma carne menos macia, em comparação com o gado europeu (SAINZ, 1996 a e b), também podem vir a explicar a menor maciez apresentada pelos animais nativos. Entretanto, a comprovação desta hipótese ainda carece de pesquisas científicas, já que não foram encontrados trabalhos que

comparassem raças suínas quanto à concentração dessas enzimas e seu inibidor.

Embora ELLIS (1998b) tenha sugerido o uso da raça Duroc como possível forma de melhoria das características de qualidade, WOOD et al. (1996), ao compararem as raças Duroc e Large White, encontraram diferença significativa ($P < 0,001$) para espessura de toucinho (11,2 vs 8,4mm, respectivamente), o que não ocorreu para as características de qualidade como perda por gotejamento, medidas de cor (**L***, **a*** e **b***) e pH_u , que não diferiram significativamente ($p > 0,05$), mostrando que a raça Duroc não apresentou melhor qualidade da carne. A diferença na espessura de toucinho encontrada por WOOD et al. (1996) foi de 2,8 mm, sendo inferior à diferença entre nativos e comerciais encontradas no presente trabalho. Porém, foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as características de qualidade analisadas (perdas por gotejamento, **b** e pH_u). Isto mostra que mesmo contribuindo para o aumento da espessura de toucinho, os animais nativos auxiliam benéficamente para a melhoria das características de qualidade.

Em geral, as raças superiores nas características de rendimento de carcaça, como: espessuras de toucinho, área de olho de lombo, profundidade de lombo e rendimento de carne e cortes, não são as melhores para características de qualidade de carne (AGROCERES PIC, 1997; IRGANG, 1997; SERRA et al., 1998; PEREIRA, 1999; MAYORAL et al., 1999; FREITAS, 2000; BAAS e MABRY, 2001).

Neste sentido, pode-se verificar que a CRA está negativamente correlacionada com o percentual de carne magra na carcaça, em que os animais tipo banha (nativos) apresentaram CRA superiores. Resultados semelhantes foram verificados por FISHER et al. (2000), em que animais homozigotos dominantes para o gene halotano (NN - não susceptíveis ao estresse), embora tenham apresentado menor rendimento em carne ($p < 0,05$), apresentaram, respectivamente, 1,53% e 25% de perdas por gotejamento e cozimento, diferenciando significativamente ($p < 0,01$) dos animais homozigotos recessivos para o gene halotano (nn - susceptíveis ao estresse) que apresentaram 3,67% e 28,2% de perdas por gotejamento e cozimento.

Já IRGANG (1997) e JEREMIAH et al. (1999), relatando sobre a relação entre teor de gordura intramuscular e CRA, descreveram que os suínos da raça Duroc, que apresentam maior conteúdo de gordura na carcaça, apresentam maior CRA que suínos que apresentam maior conteúdo de carne na carcaça (Pietrain, Landrace, Hampshire e Yorkshire).

A Figura 3 apresenta, em cada um dos grupos genéticos estudados, a frequência das diversas categorias de qualidade da carne, segundo classificação pelos limites propostos por KAUFFMAN (2001), de pH_u, valor L e CRA (PG).

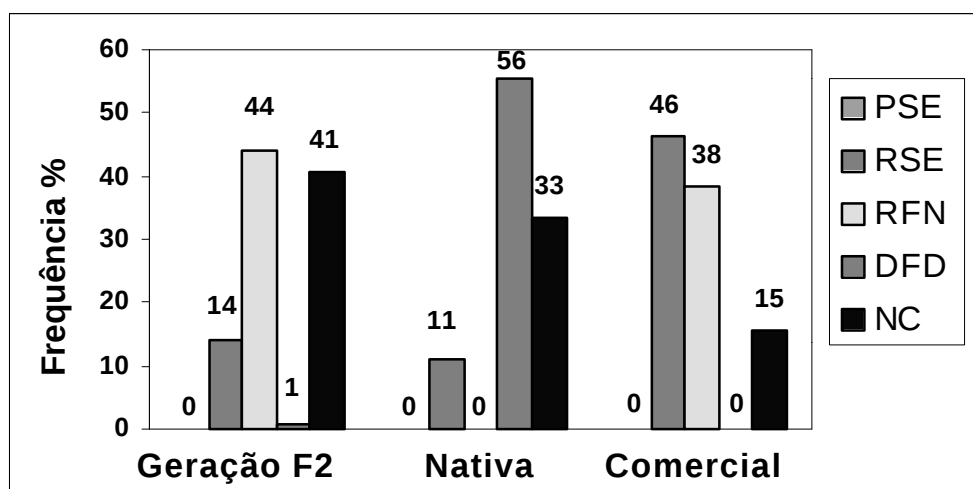


Figura 3: Frequência de animais, Normal, PSE, RSE e DFD, segundo os valores pH_u, L e PG (KAUFFMAN, 2001), em função das raças.

Os animais não classificados (NC) foram aqueles em que um dos valores de pH_u, L ou PG apontava para uma condição de carne, enquanto os demais apontavam para uma outra condição, segundo os limites propostos por KAUFFMAN (2001). Entretanto, ao se analisar os animais não classificados (NC) da Figura 3, verificou-se (Tabela 17) que, nos suínos nativos e comerciais, todos tendem a ser classificados entre as condições RFN e DFD, enquanto que naqueles da geração F2, 44% deles seriam classificados como RFN e 39% estariam classificados entre a condição RFN e DFD (DFD/RFN).

Tabela 18 – Frequência (%) de ocorrência das diversas condições de qualidade de carne ao se analisar, segundo os limites dos valores das características propostos por KAUFFMAN (2001), os suínos não classificados na Figura 3.

Grupo Genético Classificação	Nativos	Geração F2	Comerciais
DFD	55,56	0,94	*
DFD/RFN*	33,33	39,29	15,38
RFN	*	44,24	38,46
RFN/RSE*	*	0,24	*
RSE	11,11	14,00	46,15
RSE/PSE*	*	0,71	*
PSE	*	*	*
NC	*	0,24	*

* As classificações DFD/RFN, RFN/SER e RSE/PSE referem-se aos animais não classificados da Figura 3.

A análise conjunta da Figura 3 e da Tabela 18 indica que suínos da geração F2, por apresentarem menor tendência de ocorrência de condições anômalas (DFD e RSE), tendem a produzir carne de melhor qualidade para comercialização no varejo. Já os suínos nativos tendem a produzir carne de melhor qualidade para processamento (DFD – maior rendimento após processamento), enquanto que os suínos comerciais seriam aqueles que tendem a fornecer carne de pior qualidade para processamento, além de também não serem bem aceitas no varejo em função da alta proporção de carne de textura flácida e exsudativa.

Embora produzam carnes que tendem a ser mais suculentas, em função da maior propensão à condição DFD e sua maior CRA, os suínos nativos não seriam bem aceitos no comércio varejista por apresentarem carne mais escura. Além disto, em função de seu pH elevado, estas carnes seriam mais propícias ao desenvolvimento de microrganismos, pelo que apresentariam uma vida útil menor (TERRA e FRIES, 2000).

Apesar de não terem sido encontradas referências a respeito da comparação da classificação de carnes entre os grupos genéticos estudados, vários autores mostram que suínos nativos são menos susceptíveis ao estresse (SERRA et al., 1998; MAYORAL et al., 1999), enquanto que os comerciais tendem a ser susceptíveis (IRGANG, 1997;

PEREIRA, 1999). Assim, a geração F2 tenderia a fornecer animais com susceptibilidade intermediária ao estresse.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram realizadas determinações de rendimento de carcaça e qualidade de carne em suínos nativos (tipo banha), comerciais Landrace x Large White (tipo carne) e obtidos a partir dos animais F2 obtidos dos cruzamentos entre estas populações (nativos x comerciais).

Com os dados dos animais da geração F2, foi realizado um estudo das correlações entre as características de rendimento de carcaça e qualidade de carne. Também foram avaliados os efeitos de grupo contemporâneo (animais que foram abatidos em um mesmo período de tempo) e de sexo sobre aquelas características. Foram ainda comparadas as características de rendimento de carcaça e qualidade da carne das populações progenitoras e da geração F2.

À exceção do índice de vermelho (**a**) e da tonalidade (**h**), os demais índices de cor (**L**, **b** e **c**) apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$), embora baixa, com pH_u . A diminuição do pH_u faz com que a cor da carne se torne mais clara (aumento em **L**), mais amarelada (aumento em **b**) e mais pura/menos diluída com branco (aumento em **c**).

A alteração de cor da carne, em função do pH_u , foi acompanhada de alteração na proporção dos diversos pigmentos de cor. Assim, a redução no pH_u levou ($p < 0,01$) ao aumento na proporção de oximioglobina (MbO_2) ($r = -0,23$) e à redução ($r = 0,21$) na proporção de mioglobina (**Mb**). Já o teor de metamioglobina (**MMb**) não se alterou ($p > 0,05$) com o pH_u .

O índice de cor que apresentou maior correlação com os diversos pigmentos de cor foi a saturação (**c**), em que se verificou que o aumento na pureza da cor da carne (**c**) é explicado por menor proporção de Mb ($r^2 = 40\%$) e maior de MbO₂ ($r^2 = 37\%$) e de MMb ($r^2 = 20\%$).

As correlações entre as características de rendimento e os diversos índices de cor foram baixas, sendo que a ETUVL foi aquela que teve maiores correlações, porém apenas respondendo por 3,24% da variação na saturação (**c**) de cor, 1,21% da variação no índice de vermelho (**a**) e 1,69% da variação nos índices de amarelo (**b**) e 1% da luminosidade (**L**) da carne suína.

As medidas de capacidade de retenção de água (CRA) foram melhor respondidas pelo pH₄₅, que indicou 43,6% da variação na perda por gotejamento (PG), 2,9% da variação na perda por cozimento (PC) e 19,4% da variação na perda total (PT). Para a PC, a saturação (**c**) apresentou correlação mais alta que o pH₄₅; entretanto, não respondeu de forma expressiva sua variação (4,4%).

A alteração na maciez (força de cisalhamento – FC) apresentou maior correlação ($r = - 0,35$) com a saturação de cor (**c**) da carne ($p < 0,01$). Nenhum dos índices de rendimento de carne se mostrou um bom indicador da maciez. Entretanto, a maciez diminuiu (aumento na FC) com o aumento da idade dos animais.

As únicas características de qualidade que não apresentaram correlação significativa ($p > 0,05$) com o teor de gordura intramuscular (GORINT) foram o pH (tanto aos 45 minutos quanto 24 horas pós-abate) e luminosidade (**L**). A correlação verificada entre GORINT e saturação (**c**) e tonalidade (**h**) indica que, com o aumento na GORINT, há um aumento da saturação e diminuição da tonalidade.

Não se verificou correlação entre percentagem de gordura intramuscular e as medidas de espessuras de toucinho. Por outro lado, o teor de gordura intramuscular esteve negativamente correlacionado com as medidas de área de olho de lombo ($p < 0,01$) e profundidade de lombo ($p < 0,05$).

As correlações entre as características de rendimento e de qualidade foram bastante variáveis e pouco expressivas. Entretanto, permitem

visualizar que animais que apresentam maior rendimento de carcaça tendem a fornecer carne de pior qualidade.

A massa muscular (rendimento em cortes) aumentou com a PROFLOMB e, especialmente (maior coeficiente de correlação), com a AOL, e diminuiu com as medidas de espessura de toucinho, especialmente com a P2. Individualmente, a massa muscular apresentou correlações mais elevadas com as medidas de espessura de toucinho do que com a AOL ou a PROFLOMB. Entretanto, a AOL, além de apresentar correlação com a %COR (Percentual de cortes -Ppernil + Pcopa + Ppaleta + Plombo + Pfilé- em relação ao peso da carcaça resfriada) e com a %COR + CO (Percentual de cortes -Ppernil + Pcopa + Ppaleta + Plombo + Pfilé + Pcostela- em relação ao peso da carcaça resfriada, também apresentou ($p < 0,05$) correlação mais alta com cada um dos cortes individuais, o que não aconteceu com as medidas de espessura de toucinho.

Dentre as medidas de espessura de toucinho, a P2 foi a medida que melhor estimou a percentagem de cortes (%COR e %COR+CO) e o peso do lombo, enquanto a EP2 melhor previu o peso do pernil, da paleta e do filezinho.

Quanto ao efeito de sexo, os machos castrados apresentaram menores comprimentos de carcaça, área de olho de lombo e profundidade de lombo, e maiores espessuras de toucinho que as fêmeas.

Do ponto de vista de qualidade da carne, os machos castrados apresentaram ($p < 0,05$) maior valor de pH₄₅, maior percentagem de gordura intramuscular, maior capacidade de retenção de água, além de fornecer ($p > 0,05$) carnes com menor força de cisalhamento (maior maciez). Outrossim, as fêmeas apresentam ($p < 0,05$) carne mais escura (menor luminosidade - **L**) e de cor menos pura (menor saturação - **c**) que os machos castrados, sem que houvesse ($p > 0,05$) diferença no teor dos diversos pigmentos de cor devido ao sexo.

Verificou-se ($p < 0,05$) efeito de grupo contemporâneo sobre todas as características de qualidade, exceto sobre pH (45 minutos e 24 horas pós-abate), luminosidade (**L**) e força de cisalhamento. Quanto às características de rendimento, verificou-se ($p < 0,05$) o efeito de grupos sobre ETRC, AOL, EP2, PROFLOMB, %COR e %COR+CO, sem influência ($p > 0,05$) sobre o

comprimento de carcaça (CCMB e CCMA) e as demais medidas de espessura de toucinho.

Em geral, não houve efeito de grupo genético ($p > 0,05$) sobre os comprimentos de carcaça. Entretanto, os animais da geração F2 apresentaram ($p < 0,05$) maior CCMB que os comerciais. Apesar disto, os animais comerciais apresentaram-se mais musculosos (maior AOL e PROFLOMB) que os demais grupos genéticos.

Por outro lado, os animais nativos apresentaram características de qualidade de carne superiores às das comerciais, com os animais F2 apresentando comportamento intermediário, com os índices tendendo mais para os animais comerciais. A única exceção foi o fato de que os suínos nativos apresentaram ($p < 0,05$) maior força de cisalhamento que os demais grupos genéticos, o que, provavelmente, se deveu ao fato destes animais terem atingido peso ao abate após cerca de 7 meses de idade, contra 4 e 5 meses, respectivamente, para os comerciais e geração F2.

Os animais F2 apresentaram, em média, características de rendimento que divergiram igualmente dos nativos e dos comerciais. Já quanto às características de qualidade, os valores apresentados pela geração F2 se aproximam mais daqueles dos animais comerciais que dos nativos, indicando que o cruzamento dos nativos com os comerciais levou a uma maior perda de rendimento em carne do que ganho em qualidade de carne. Entretanto, os suínos da geração F2 apresentaram menor tendência de ocorrência de condições anômalas (DFD e RSE), produzindo carne de melhor qualidade para comercialização no varejo. Já os suínos nativos tenderam a produzir carne de melhor qualidade para processamento (DFD), enquanto que os suínos comerciais tenderam a fornecer carne de pior qualidade (RSE).

Embora os animais comerciais tenham apresentado um rendimento em cortes cerca de 8,29% superior ao dos nativos e 3,73% superior aos da geração F2, a perda de peso total ($PT = PG + PC$) dos animais comerciais foi 10,81% maior que aquela dos nativos e 3,76% maior que da geração F2. Isto mostra que o ganho em rendimento de carcaças obtido pelas empresas de melhoramento de suínos tem levado à perda na qualidade da carne no rendimento industrial.

Em geral, os resultados indicam que os suínos nativos poderiam ser aproveitados pelos melhoristas, seja pela introdução via cruzamento ou pelo uso das biotecnologias moleculares, para produção de carne de melhor qualidade para o processamento e para a comercialização no varejo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES PIC. Fatores Relacionados à Qualidade da Carne Suína. Informe técnico traduzido e adaptado do Technical Update da Pig Improvement Company. 4p, 1996.
- AGROCERES PIC. Qualidade da Carne Suína. Informe técnico traduzido e Adaptado do Technical Update da Pig Improvement Company. 2p,1997.
- AMSA Guidelines for Meat Color Evaluation. In: 44th ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE. American Meat Science Association. June 9-12, 1991, Manhattan. **Proceedings...** Manhattan: National Live Stock and Meat Board.1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. Método Brasileiro de Classificação de Carcaça. Estrela-RS, ABCS, 1973, 17p.
- BAAS, T. J., MABRY, J. W. The Impact of Genetics on Pork Quality. Disponível em: < <http://www.nppc.org/facts/genetics.html>>. Acesso em: 29 out. 2001.
- BARROS, L. B. **Efeito de níveis de lisina da dieta sobre a qualidade da carne de fêmeas suínas abatidas em diferentes pesos.** Viçosa: UFV, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BEERMANN, D.H. Pork Quality: Characteristics and Control. Pork Industry Group/National Live Stock and Meat Board. 12p, 1989.
- BERESKIN, B. Comparing prediction equations to estimate lean cuts in swine. **Journal of Animal Science.** v.59 (5), p.1270-1280, 1984.

- BECHTEL, P.J. Muscle development and contractile proteins. In: BECHTEL, P. J. (ed.) **Muscle as food**. New York: Academic Press, v.1, 1986. p.279-320.
- BEMBERRS, M., SATTERLEE, L. D. Physico-chemical charecterization of normal and PSE porcine muscle myoglobins. **Journal of Food Science**. v.40, p. 40-43, 1975.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A . Rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**., v. 37, p. 911-917, 1959.
- BODWELL, C.E., McCLAIN. Chemistry of animal tissues. In: PRICE, J. F., SCHWEIGERT, B. S. **The science of meat and meat products**. 2 ed. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1971. p. 78 - 207.
- BREDAHL, L., GRUNERT, K. G., FERTIN, C. Relating consumer perceptions of pork quality to physical product characteristics. **Food Quality and Preference**. V. 9, p.273-281, 1998.
- BREWER, M. S., ZHU, L. G., BIDNER, B., MEISINGER, D. J., MCKEITH, F. K. Measuring pork color: effectes of bloom time, muscle, pH and relationshipp to instrumental parameters. **Meat Science**. V.57, p.169-176, 2001.
- BRISKEY, E. J., KAUFFMAN, R.G. Quality characteristics of muscle as a food. In: PRICE, J. F., SCHWEIGERT, B. S. **The science of meat and meat products**. 2 ed. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1971. p. 367- 399.
- CASSENS, R. G. Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. **Food Chemistry**. , v. 69, p. 357-363, 2000.
- CASTEELS, M., OECKEL, M. J. V., BOSCHAERTS, L., SPINCEMAILLE, G. BOUEQUÉ, C. V. The relationship between carcass, meat and eating quality of three pig genotypes. **Meat Science**., v. 40, p. 253-269, 1995.
- CROSS, H. R., DURLAD, P. R., SEIDEMAN, S.C. Sensory qualities of meat. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as Food**. New York: Academic Press. 1986. p.279-320.
- CROSS, H. R., SMITH, G. C., CARPENTER, Z. L., KOTULA, A. W. Relationship of carcass scores and measurements to five points for lean cut yields in barrow and gilt carcass. **Journal of Animal Science**. v. 41, p. 1318-1326, 1975.
- CROSS, H. R.; MILLER, R. K. Macro composition of U. S. pork, **New Ideas: Pork Technical Reference Manual**. 15p, 1989.

- DUTRA JR, W. M., FERREIRA, A. S., TAROUCO, J. U., DONZELE, J. L., EUCLYDES, R. F., ALBINO, L. F. T., CARDOSO, L. L., FERNANDES, S. P. Predição de características quantitativas de carcaça de suínos pela técnica de ultra-sonografia em tempo real. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 30(1), p.1251-1257, 2001.
- EGGERT, J.M., SHEISS, E.B., SCHINCKEL, A. P., FORREST, J. C., GRANT, A. L., MILLS, WATKINS, B. A. Effects of genotypes, sex, slaughter weight, and dietary fat on pig growth, carcass composition, and pork quality. Purdue Swine Day. 1996. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday96/psd12-96.html>>.
- ELLIS, M. Efeitos do melhoramento genético, sexo, regime alimentar e peso de abate sobre o rendimento de carne magra na carcaça. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998a. 79p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 51).
- ELLIS, M. Influência da genética e da nutrição sobre a qualidade da carne suína. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998b. 79p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 51).
- FAHEY, T. J., SCHAEFER, D.M., KAUFFMAN R. G., EPLEY, R.J., GOULD, P.F., ROMANS, J.R., SMITH, G.C., TOPEL, D.G. A comparison of practical methods to estimate pork composition. **Journal of Animal Science**. v. 44, p. 8-17, 1977.
- FÁVERO, L.A., BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001 **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001.
- FELÍCIO, P. E., CORTE, O. O., FÁVERO, J. A., FREITAS, A. R. Equações de predição da percentagem de carne magra em carcaças suínas. **Ciência Tecnologia Alimentos**. V. 6 (1), p. 17-30, 1986.
- FERNANDEZ, X., MONIN, G., TALMANT, A. , MOUROT, J. , LEBRET, B. Influence of intramuscular fat content on the pig meat - 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of *m. Longissimus Lumborum*. **Meat Science**., v.53, p. 59-65, 1999.
- FISHER, P., MELLETT, F.D., HOFFMAN, L.C. Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. **Meat Science**. , v.54, p.97-105, 2000.
- FONTES, P. R. **Estudo da estabilidade da cor do sangue tratado com monóxido de carbono**. Viçosa: UFV, 1999. 140p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

- FORREST, J. C., ABERLE, E. D., HEDRICK, H. B., JUDGE, M. D., MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. 1.ed. Zaragoza: Acribia, 1975, 363p.
- FREITAS, R. T. F. Perspectiva do Melhoramento de Suínos no Brasil. III SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL. Belo Horizonte MG, 2000.
- GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A.; ALONSO, P.; MUÑOZ-LUNA, A.; SIGGENS, K.; CUTHBERT-HEAVENS, D. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **J. Animal Sci.** V.63, p. 487-496. 1996.
- GREASER, M. L. Conversion of muscle to meat. In: BECHTEL, P. L. **Muscle as Food**. New York Academic Press. v.1, p.37-87,1986.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**. v. 10, p.355-463, 1960.
- HONIKEL, K. O . , KIM, C. Causes of the Development of PSE. *Fleischwirtsch International* (1): 7-12.1987.
- HONIKEL, K. O . E. , FISCHER, C. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscle. **Journal of Food Science**. , v.42, n. 6, p. 1633-36,1977.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**., V. 49, n. 4, p.447-457,1998.
- HUNTER ASSOCIATES LABORATORY. Virgínia: 1991. 19p.
- IRGANG, R. A Força da Genética, Suinocultura Industrial, Jun/Jul 1997.
- IRGANG, R., GUIDONI, A. L., BERLITZ, D., CORSO, C. Medidas de espessura de toucinho e de profundidade de músculo para estimar rendimento de carne em carcaças de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 27, n. 8, p. 928-935, 1998.
- JEREMIAH, L. E., GIBSON, J. L., GIBSON, L. L., BALL, R. O., AKER, C., FORTIN, A. The influence of breed, gender, and PSS (Halothane) genotype on meat quality, cooking loss, and palatability of pork. **Food Research International**., v.32, p.59-71, 1999.
- JOO, S -T., KAUFFMAN. R. G., KIM, B - C., KIM, C – J. The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. **Journal of Muscle Foods**. ,v. 6, p. 211-226, 1995.

- JUDGE, M. D., ABERLE, E. D., FORREST, J. C., HEDRICK, H. B., MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. 2.ed. Kendall/Hunt Publishing Company, 1989, 351p.
- KAUFFMAN, R. G. Publicação eletrônica (mensagem pessoal). Mensagem recebida por <rgkauffm@facstaff.wisc.edu> em 1 nov. 2001.
- KNAPP, P., WILLAM, A., SOLKNER J. Genetic parameters for meat content and meat quality traits in different pig breeds. **Livestock Production Science**. v.52, p. 69-73, 1997.
- KOLSTAD, K. Fat deposition and distribution measured by computer tomography in three genetic groups of pigs. **Livestock Production Science**. v.67, p. 281-292, 2001.
- KRZYWICKI, K. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin at the surface of beef. **Meat Science**. v. 3, p. 1-10, 1979.
- LAWRIE, R.A. **Ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1967. 380p.
- LINDAHL, G., LUNDSTROM, K., TORNBERG, E. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. **Meat Science**. ,v. 59, p.141-151, 2001.
- LUNDSTRÖM, K; ANDERSSON, A.; HANSSON, I. Effect of the RN gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. **Meat Science**., v. 42, p. 145-153, 1996.
- MAYORAL, A. I., DORADO, M., GUILLÉN, M.T., ROBINA, A., VIVO, J.M., VÁZQUEZ, C., RUIZ, J. Development of meat and carcass quality characteristics in Iberian pigs Reared outdoors. **Meat Science**., v. 52, p. 315-324, 1999.
- MOHAN, C. **A guide for the preparation and use buffers in biological systems**. Calbiochem, Buffers, 26p,1995.
- MOURA, O . M. **Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne de rã-touro e perfil das indústrias de abate**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 208p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- NASCIMENTO, J. D. Programa Genético Agroceres Pic. III SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL. Belo Horizonte MG, 2000.
- NICOLAIEWSKY, S. Fatores produtivos que afetam a qualidade da carne suína. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA,1998. 79p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 51).

- NOLD, R. A., ROMANS, J. R., COSTELLO, W. J., LIBAL, G. W. Characterization of muscle from boars, barrows, and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and collagen. **Journal Animal Science**. ,v. 77, p. 1746-1754, 1999.
- OLIVEIRA, A.I.G. **Aspectos genéticos das características físicas e das carcaças de suínos em cruzamentos dialéticos**. Viçosa, MG:UFV, 1988. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. R. História dos Suínos. Disponível em: < <http://cejota.hypermart.net/historia.htm>>. Acesso em: 20 out. 2001.
- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal**. Belo Horizonte, 493p, 1999.
- PETERSEN, J. S., HENCKEL, P., MARIBO, H., OKSBJERG, N., SORENSEN, M. T. Muscle metabolic traits, post mortem-pH-decline and meat quality in pigs subjected to regular physical training and spontaneous activity. **Meat Science**. , v. 46, p. 259-275, 1997.
- PIEDRAFITA, J., CHRISTIAN, L.L., LONERGAN, S. M. Fatty acid profiles in three stress genotypes of swine and relationships with performance, carcass and meat quality traits. **Meat Science**. ,v. 57, p. 71-77, 2001.
- POMAR, C., FORTIN, A., MARCOUX, M. Estimação do rendimento magro de carcaças suínas com base em diferentes metodologias para medir espessura de gordura e músculo. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000 - Via Internet. Disponível em: < <http://www.cnpsa.embrapa.br.html>>. Acesso em: 26 jun 2001.
- PRINGLE ,T. D., WILLIAMS, S. E. Carcass traits, cut yields, and compositional end points in high-lean-yielding pork carcasses: effects of 10th rib backfat and loin eye area. **Journal Animal Science**. ,v. 79, p. 115-121, 2001.
- RAMOS, E.M., FONTES, P.R., GOMIDE, L.A.M.G. Determinação de pigmentos heme na superfície de carnes tratadas com monóxido de carbono usando reflectância. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001 **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001.
- RUBENSAM, J. M. Transformações post mortem e qualidade da carne suína.In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 16 de Novembro a 16 de dezembro de 2000 - Via Internet. Disponível em: < <Http://www.cnpsa.embrapa.br.html> >. Acesso em: 26 jun 2001.

- SAFFLE, R. L., BRATZLER, L. J. The effect of fatness on some processing and palatability characteristics of pork carcasses. **Food Technology**. v. 13, p. 236-239, 1959.
- SAINZ, R.D. 1996a. Qualidade das Carcaças e da Carne Bovina. In: 2^o CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS. Uberaba-MG, 27 a 30 de Outubro. Associação Brasileira dos Criadores de Zebu. Páginas não numeradas.
- SAINZ, R.D. 1996b. Qualidade das Carcaças e da Carne Ovina e Caprina. In: 33^a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Fortaleza, 21 a 26 de Julho. p.3-14.
- SANCEVERO, A. B., ANTUNES, R.C. Qualidade de Carcaça e Qualidade de Carne Em Suínos. In: 2^o REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL. 1998, Uberaba.
- SANZ, E. P., OLMO, J. O. Índices de qualidade para classificação objetiva de Carcaças de suíno ibérico. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 16 de Novembro a 16 de dezembro de 2000 - Via Internet. Disponível em: < [Http://www.cnpsa.embrapa.br.html](http://www.cnpsa.embrapa.br.html) >. Acesso em: 26 jun 2001.
- SAS, 1999. Software: versão 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SATHER, A.P., JONES, S.D.M., ROBERTSON, W.M. Sex effects on fat hardness meter readings of market weight pigs. **Canadian Journal of Animal Science**., p.509-516,1995.
- SCHINCKEL, A. P., WAGNER, J. R., FORREST, J. C., EINSTEIN, M. E. Relationship of alternative measures of pork carcass composition. Purdue Swine Day. 2000. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday00/psd19-2000.html>>.
- SEBRANEK, J.G., JUDGE, M.D. 1990. Pork Quality. In: PORK INDUSTRY HANDBOOK. Purdue University Cooperative Extension Service. West Lafayette, IN, USA. 3p.
- SERRA, X., GIL,F., PEREZ-ENCISO,M., OLIVER,M.A., VAZQUEZ,J.M., GISPERT, M., DÍAZ, I., MORENO, F., LATORRE, R., NOGUERA, J.L. A Comparison of Carcass, Meat Quality and Histochemical Characteristics of Iberian (Guadyerbas line) and Landrace Pigs. **Livestock Production Science**., v. 53, p. 215-223, 1998.
- SILVEIRA, T. F. **Técnicas de Abate e seus Efeitos na Qualidade da Carne Suína**. Campinas, SP: UNICAMP, 1997. 247p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 1997.

- SORHEIM, O., ERLANDSEN, T., NISSEN, H., LEA, P., HOYEM, T. Effects of modified atmosphere storage on colour and microbiological shelf of normal and pale, soft and exudative pork. **Meat Science**. v. 47, p. 147-155, 1997.
- TERRA, N. N., FRIES L. M. A qualidade da carne suína e sua industrialização. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 16 de Novembro a 16 de dezembro de 2000 - Via Internet. Disponível em: <[Http://www.cnpsa.embrapa.br.html](http://www.cnpsa.embrapa.br.html)>. Acesso em: 26 jun 2001.
- TOLDRÁ, F., FLORES, M. The use of enzymes as predictors of pork meat quality. **Food Chemistry**. V. 69, p.387-395, 2000.
- Van der WAL, P. G.; BOLINK, A. H.; MERKUS, G. S. M. Differences in quality characteristics of Normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**. ,v.24, p.79-84, 1988.
- Van LAACK, R. L. J.M., KAUFFMAM, R. G. Glycolytic potencial of red, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal Animal Science**. v.77, p.2971-2973, 1999.
- Van LAACK, R. L. J. M., KAUFFMAM, R. G., POLIDORI, P. Evaluating pork carcasses for quality. National Swine Improvement Federation Annual Meeting. December 1, 1995. Via Internet. Disponível em: <[Http://www.mark.asci.ncsu.edu/nsif/95proc/evaluating.htm](http://www.mark.asci.ncsu.edu/nsif/95proc/evaluating.htm)>. Acesso em: 29 out 2001.
- Van LAACK, R. L. J. M., KAUFFMAM, R. G., SYBESMA, W., SMULDERS, F. J. M., EIKELENBONN, G., PINHEIRO J. C. Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle. **Meat Science**. ,v.38, p.193-201, 1994.
- Van LAACK, R. L. J.M., STEVENS, S. G., STALDER, K.L. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. **Journal Animal Science**. v.79, p.392-397, 2001.
- Van OECKEL, M. J. V., WARNANTS, N., BOUEQUÉ, C. V., DELPUTTE, P., DEPUYDT, J. The preference of the consumer for pork from homozygous or heterozygous Halothane negative animals. **Meat Science**. ,v.58, p. 247-251, 2001.
- Van OECKEL, M. J. V., WARNANTS, N., BOUEQUÉ, C. V. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-lines screening methods. **Meat Science**. ,v.51, p. 313-320, 1999a.
- Van OECKEL, M. J. V., WARNANTS, N., BOUEQUÉ, C. V. Measurement and prediction of pork colour. **Meat Science**. v.52, p. 347-354, 1999c.

- Van OECKEL, M. J. V., WARNENTS, N., BOUEQUÉ, C. V. Pork tenderness estimation by taste panel, warner - bratzle shear force and on- line methods. **Meat Science.** , v.53, p. 259-267, 1999b.
- VARNAM, A. H., SUTBERLAND, J. P. **Meat and meat products – tecnologia, chemistry and microbiology**.1 ed. London: Chaman&Hall, 1995. p. 46-120.
- VIANA, A.G., FELÍCIO, P.E., SILVEIRA, T. E. Revisão Sobre Carne de Suíno Macho Inteiro: Compostos Responsáveis pelo Odor Sexual, Método Analíticos, Atributos de Qualidade e Utilização em Processamento. **Tecnologia e Ciência Carnes.**, v. 2, n. 1, p.26-39, Jan/Fev 2000.
- VRIES, A. G., FAUCITANO, L., SOSNICKI, A. , PLASTOW, G. S. The use of Gene technology for optimal development of pork meat quality. **Food Chemistry.**, V.69, p. 397-405, 2000.
- WARNER, R. D., KAUFFMAN, R.G., GREASER, M.L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat Science.**, v. 45, n.3, p.339-352. 1997.
- WARRIS, P. D., BROWN, S. N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pigs muscle. **Meat Science.** , v. 20, p. 65-74, 1987.
- WOOD, J. D., BROWN, S. N., NUTE, G. R., WHITTINGTON, F. M., PERRY, A. M., JOHNSON, S. P., ENSER, M. Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. **Meat Science.** ,v. 44, p. 105-112, 1996.

APÊNDICE

Tabela 1A: Resumo da análise de variância do efeito dos grupos genéticos sobre os índices de rendimento de carcaça.

Índices de Rendimento Carcaça			
Características	FV	GL	QM
PCAR	GRUPO GENÉTICO	2	119,5361*
	Erro	448	30,1445
IDADE	GRUPO GENÉTICO	2	23685,3600**
	Erro	446	170,0074
CCMB	GRUPO GENÉTICO	2	127,2624**
	Erro	450	17,5773
CCMA	GRUPO GENÉTICO	2	66,5016**
	Erro	448	12,2900
ETRC	GRUPO GENÉTICO	2	748,4105**
	Erro	451	32,4381
ETUC	GRUPO GENÉTICO	2	38,8572 ^{ns}
	Erro	451	23,7328
ETUVL	GRUPO GENÉTICO	2	569,1600**
	Erro	451	38,8820
ETAUVL	GRUPO GENÉTICO	2	786,4317**
	Erro	451	40,4994
EP2	GRUPO GENÉTICO	2	443,4765**
	Erro	392	34,7055
PROFLOM	GRUPO GENÉTICO	2	418,1331**
	Erro	394	26,3436
AOL	GRUPO GENÉTICO	2	163,2318**
	Erro	392	15,5566
P2	GRUPO GENÉTICO	2	275,4650**
	Erro	451	14,8399

** F significativo a 1% de probabilidade

* F significativo a 5% de probabilidade

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade

Tabela 2A: Resumo da análise de variância do efeito dos grupos genéticos sobre as características de qualidade de carne.

Índices de Qualidade de Carne			
Características	FV	GL	QM
PH ₄₅	GRUPO GENÉTICO	2	0,2132 ^{ns}
	Erro	441	0,0773
PH _u	GRUPO GENÉTICO	2	0,1845**
	Erro	450	0,0131
L	GRUPO GENÉTICO	2	11,2357 ^{ns}
	Erro	450	4,0122
a	GRUPO GENÉTICO	2	1,2775 ^{ns}
	Erro	450	0,5735
b	GRUPO GENÉTICO	2	1,7964**
	Erro	450	0,3732
h	GRUPO GENÉTICO	2	133.7571 ^{ns}
	Erro	466	51.1858
c	GRUPO GENÉTICO	2	1.4542**
	Erro	450	0.2803
%Mb	GRUPO GENÉTICO	2	55,8539 ^{ns}
	Erro	434	219,6892
%MMb	GRUPO GENÉTICO	2	125,4394**
	Erro	434	25,4431
%MbO ₂	GRUPO GENÉTICO	2	29,2322 ^{ns}
	Erro	434	140,3228
GORINT	GRUPO GENÉTICO	2	0,9316*
	Erro	311	0,2437
PG	GRUPO GENÉTICO	2	15,6190**
	Erro	450	3,1467
PC	GRUPO GENÉTICO	2	200,2166**
	Erro	445	5,8705
PT	GRUPO GENÉTICO	2	315.2271**
	Erro	469	62.1600
FC	GRUPO GENÉTICO	2	6802,8689**
	Erro	445	699,4644
VALOR R	GRUPO GENÉTICO	2	0,0124 ^{ns}
	Erro	123	0,0110

** F significativo a 1% de probabilidade

* F significativo a 5% de probabilidade

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade

Tabela 3A: Resumo da análise de variância dos índices de rendimento para os efeitos de sexo e grupos contemporâneos.

FV	Sexo		Grupo		Covariável Peso		Covariável Idade		Erro	
			Contemporâneos		Carcaça					
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
CCMB	1	174,1912 **	3	12,9885 ^{ns}	1	2016,2054**	1	21,5660 ^{ns}	410	10,7582
CCMA	1	129,5465 **	3	5,6518 ^{ns}	1	1306,4511**	1	7,6354 ^{ns}	408	7,6813
ETRC	1	1125,7895**	3	170,6683**	1	556,6681**	1	40,3127 ^{ns}	411	24,4647
ETUC	1	714,4852**	3	42,1210 ^{ns}	1	719,7971**	1	33,0385 ^{ns}	411	18,5581
ETUVL	1	872,2669**	3	79,3961 ^{ns}	1	1168,8645**	1	9,3672 ^{ns}	411	31,1009
ETAUVL	1	1709,5076**	3	42,3139 ^{ns}	1	922,0566**	1	67,2870 ^{ns}	410	32,0416
P2	1	966,8423**	3	12,5686 ^{ns}	1	390,2649**	1	1,9150 ^{ns}	411	11,3259
PROFLOMB	1	703,8602**	3	144,9762**	1	303,3427**	1	2,9904 ^{ns}	356	24,2938
AOL	1	741,7745**	3	42,9891*	1	501,6178**	1	18,4560 ^{ns}	354	11,8832
EP2	1	2302,1124**	3	86,7802*	1	423,8191**	1	6,1583 ^{ns}	354	25,6137
%COR	1	1101,7992**	3	27,3141*	1	177,6123**	1	1,8429 ^{ns}	349	9,5660
%COR + CO	1	1141,2556**	3	72,1215**	1	189,8707**	1	7,0458 ^{ns}	349	10,6253

** F significativo a 1% de probabilidade

* F significativo a 5% de probabilidade

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade

Tabela 4A: Resumo da análise de variância das características de qualidade para os efeitos de sexo e grupos contemporâneos.

FV	Sexo		Grupo		Covariável Peso		Covariável Idade		Erro	
			Contemporâneos		Carcaça					
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
pH ₄₅	1	0.3750 *	3	0.1444 ^{ns}	1	0,0004 ^{ns}	1	0,0635 ^{ns}	400	0.0764
pH _u	1	0.0007 ^{ne}	3	0.1609 ^{ns}	1	0,0015 ^{ns}	1	0,0342 ^{ns}	409	0.0113
L	1	26.1986**	3	7.0673 ^{ns}	1	0,0615 ^{ns}	1	37,4171**	409	3.8417
a	1	0,1073 ^{ns}	3	2,7501*	1	0,5424 ^{ns}	1	0,9783 ^{ns}	409	0,5879
b	1	0,5913 ^{ns}	3	4,0901**	1	0,3061 ^{ns}	1	5,5972**	409	0,3421
h	1	2.3216 ^{ns}	3	252.5593**	1	73.8096 ^{ns}	1	155.3547 ^{ns}	406	52.3859
c	1	1.2892*	3	2.3429* *	1	0.0015 ^{ns}	1	3.2815**	409	0.2538
%Mb	1	300,0628 ^{ns}	3	3100,7358**	1	76.6175 ^{ns}	1	396.6748 ^{ns}	365	196,1164
%MMb	1	31,6948 ^{ns}	3	421,4713**	1	54.4614 ^{ns}	1	219.6195**	365	21,1531
%MbO ₂	1	526,7995*	3	1306,8667**	1	1.8862 ^{ns}	1	25.9809 ^{ns}	365	130,7442
GORINT	1	2.2681**	3	1.2924**	1	0,0032 ^{ns}	1	0,0766 ^{ns}	276	0.1840
PG	1	19.5192**	3	18.5613**	1	32,3123**	1	0,8133 ^{ns}	409	2.9017
PC	1	24.3717*	3	24.4134**	1	82,2119**	1	54,9672**	404	5.4653
PT	1	0.9668 ^{ns}	3	343.8127**	1	176.5797 nd	1	61.4554 nd	409	56.9621
FC	1	2142,2065 ^{ns}	3	1713,9804 ^{ns}	1	50,4853 ^{ns}	1	5129,2976**	404	669,5179
VALOR R	1	0.0095 ^{ns}	3	0.0910**	1	0,0278 ^{ns}	1	0,0969**	98	0.0096

** F significativo a 1% de probabilidade

* F significativo a 5% de probabilidade

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade