

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

***QUALIDADE DA CARCAÇA, DETERMINAÇÃO DE
COMPOSTOS RESPONSÁVEIS PELO ODOR SEXUAL E
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SALAME ELABORADO COM
CARNE DE SUÍNO MACHO INTEIRO***

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Andrea Gomes Viana, aprovada pela Comissão Julgadora em 01 de dezembro de 2000.

Autor/Médica Veterinária: Andrea Gomes Viana

Orientador: Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício

Campinas, 01 de dezembro de 2.000


Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Presidente da Banca

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

CAMPINAS
Estado de São Paulo - Brasil

2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V 654q	
V.	Ex.
TOMBO BC	43743
PROC.	16-392101
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	13/02/01
N.º CPD	

CM-00154281-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

V654q Viana, Andrea Gomes
Qualidade da carcaça, determinação de compostos responsáveis pelo odor sexual e avaliação sensorial de salame elaborado com carne de suíno macho inteiro / Andrea Gomes
Viana. – Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientador: Pedro Eduardo de Felício
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Carne suína – Qualidade. 2.Avaliação sensorial. I.Felício, Pedro Eduardo de. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

P. E. de Fuchs


Dr. Nelson José Beraquet

[Handwritten signature]

Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira
(membro)

Campinas, de de 2000.

"Ide tranqüilamente entre o tumultuo e a pressa e lembrai-vos da paz que pode existir no silêncio. Sem alienação, vivei tanto quanto possível em bons termos com todas as pessoas. Dizei calma e claramente vossa verdade, e ouvi os outros, mesmo o pobre de espírito e o ignorante; eles também têm sua história. Evitai os indivíduos barulhentos e agressivos, eles são um insulto para o espírito. Não vos compareis com ninguém: correríeis o risco de vos tornar vaidosos. Sempre há alguém maior ou menor que vós...

Desfrutai vossos projetos assim como vossas realizações, sede sempre interessados em vossa carreira, por mais modesta que seja: é uma verdadeira posse nas prosperidades mutáveis do tempo. Não sejais cego no que concerne à virtude que existe: vários indivíduos buscam os grandes ideais e em toda parte a vida é repleta de heroísmo. Sede vós mesmos. Sobretudo não simuleis a amizade! Tampouco sede cínico no amor, porque em face de qualquer esterilidade e de qualquer desencanto ele é tão eterno quanto a relva...

Aceitai com bondade o conselho dos anos renunciando com graça a vossa juventude. Fortalecei a prudência de espírito para vos proteger em caso de infortúnio repentino. Mas não vos aborreceis com quimeras! Numerosos temores nascem do fadiga e da solidão... Para lá de uma disciplina sadia, sede ternos convosco mesmos. Sois filhos do universo, tanto quanto as árvores e as estrelas: tendes o direito de estar aqui...

Estai em paz com Deus, qualquer que seja vossa concepção dele e, quaisquer que sejam vossas obras e vossos sonhos, guardai no desconcerto ruidoso da vida a paz em vossa alma. Com todas as suas perfídias, as suas tarefas fastidiosas e os seus sonhos desfeitos, o mundo é belo!

Prestai atenção... Tratai de ser felizes."

(Encontrado numa velha igreja em Baltimore em 1692. Autor desconhecido)

Aos meus pais,
Durval e Idalcy,
por todo amor, carinho, compreensão,
incentivo e apoio.

Dedico.

Agradecimentos

Ao Prof. Pedro Eduardo de Felício pela valiosa oportunidade, orientação, dedicação e incentivo dados durante a concepção e em todas as fases de realização deste trabalho, além da amizade e apoio.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, e ao Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos que proporcionaram as condições necessárias para a realização deste estudo.

Ao Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira pela enorme colaboração para a realização deste trabalho, não hesitando de forma alguma quanto ao apoio material, técnico e financeiro junto a FAPESP e ao ITAL, além da correção da tese, apoio profissional e amizade.

Ao Dr. Nelson José Beraquet pelos valiosos comentários e sugestões feitos durante a fase de correção da tese, além do apoio e amizade.

Ao Prof.º Dr. Roberto de Oliveira Roça pelas sugestões, correção e enriquecimento do trabalho.

Ao Dr. Jorge J.J.V. Oliveira pesquisador do Centro de Química do ITAL, pela orientação e apoio quando da realização das análises cromatográficas.

À Perdigão Agroindustrial Ltda. que cedeu parte dos animais e as instalações frigoríficas para a realização dos abates, coletas de dados e produção do salame tipo milano.

À Seara Alimentos S.A. e a Aurora - Cooperativa Central do Oeste Catarinense que cederam parte dos animais e as instalações frigoríficas para a realização dos

abates, coletas dos dados e transporte das matérias-primas cárneas para as instalações do CTC em Campinas, SP.

Aos estagiários Susie e Eduardo pela dedicação, apoio e amizade fundadas durante a realização deste trabalho.

Gostaria de agradecer a todos os Pesquisadores, Técnicos e Funcionários do Centro de Tecnologia de Carnes pela compreensão, incentivo e colaboração durante a realização deste trabalho e em todos esses anos de convivência. Meu sincero obrigado!

Aos meus amigos Denise (Dedé), Marcelo, Luís (Loiro), Walfrido (Malfrito), Renata (Brô), Giovana (Barreto), Maria Teresa (Teress), Ana Lúcia e Giovana (Gí) que sempre me apoiaram e deram a maior força para realização e principalmente na cobrança para a finalização deste trabalho. Valeu ...

A todos aqueles que estiveram ligados direta ou indiretamente com o meu evoluir...

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	ix
GENERAL ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	01
 CAPÍTULO 1	 02
 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	 02
1. Introdução	02
2. Compostos responsáveis pelo aparecimento do odor sexual	06
2.1. Androstenona	07
2.2. Escatol	09
2.3. Incidência dos compostos responsáveis pelo odor sexual	10
3. Métodos analíticos para a detecção dos compostos responsáveis pelo odor sexual.....	12
3.1. Métodos cromatográficos	13
3.1.1. Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)	13
3.1.2. Cromatografia gasosa	15
3.2. Métodos Imunológicos	16
3.3. Métodos desenvolvidos através do uso de sensores	16
3.4. Extração por fluido super crítico e cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa	18
3.5. Métodos rápidos realizados na linha de matança.....	19
3.5.1. Colorimétrico	19
3.5.2. Pirólise e espectrometria de massa	19
3.6. Métodos indiretos de detecção do odor sexual	20
3.6.1. Avaliação do esteróide 16-androstene em glândula salivar	20
3.6.2. Avaliação do tamanho da glândula bulbo-uretral	20

4. Efeitos da não castração sobre a qualidade da carne de suínos	21
4.1. Rendimento e composição da carcaça.....	22
4.2. Conteúdo e qualidade da gordura	23
4.3. Incidência de carne PSE e DFD	25
5. Fatores que influenciam e métodos de controle do odor sexual	26
5.1. Efeito genético.....	26
5.2. Efeito da nutrição.....	28
5.3. Efeito do meio ambiente.....	29
5.4. Efeito do peso e da idade.....	29
5.5. Imunocastração	31
6. Utilização da carne de suíno macho inteiro em processamento	32
7. Análise sensorial	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

CAPÍTULO 257

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS RESPONSÁVEIS PELO ODOR SEXUAL E ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE DE QUATRO GRUPOS GENÉTICOS SUÍNOS

1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1. Local e período.....	60
2.2. Animais	60
2.3. Abate	62
2.4. Características avaliadas.....	63
2.4.1. Análise de pH.....	63
2.4.2. Medida de temperatura	63
2.4.3. Peso da carcaça.....	64
2.4.4. Espessura de toucinho.....	64

2.4.5. Capacidade de retenção de água	64
2.5. Análise por cromatografia gasosa da androstenona e escatol	65
2.6. Análise de testosterona (radioimunoensaio)	67
2.7. Análise estatística.....	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
3.1. pH e temperatura.....	71
3.2. Peso da carcaça e espessura de toucinho	75
3.3. Capacidade de retenção de água.....	77
3.4. Concentração de androstenona e escatol	79
3.5. Concentração de testosterona.....	84
3.6. Conclusões.....	88
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

CAPÍTULO 3	98
-------------------------	-----------

AVALIAÇÃO SENSORIAL ATRAVÉS DE TESTE DISCRIMINATIVO E DE ACEITAÇÃO DE SALAME "TIPO" MILANO ELABORADO COM CARNE DE SUÍNO MACHO INTEIRO

1. INTRODUÇÃO	98
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	103
2.1. Elaboração do embutido fermentado.....	103
2.2. Análise sensorial	107
2.2.1. Pré seleção dos candidatos	107
2.2.2. Seleção e treinamento dos provadores.....	108
2.2.3. Teste de Diferença do Controle com provadores Treinados	108
2.2.4. Teste sensorial afetivo (localização central).....	110
2.2.5. Análise estatística	113
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	114
3.1. Pré seleção dos candidatos.....	114
3.2. Seleção da equipe final de provadores.....	114

3.3.	Perfil sensorial das amostras.....	115
3.4.	Caracterização da população para o teste de aceitação.....	120
3.5.	Aceitação das formulações de salame	122
4.	CONCLUSÕES	126
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXOS.....		131

SUMÁRIO DE TABELAS

CAPITULO 2

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos valores de pH avaliados em 1 e 24 horas <i>post mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> em função da categoria de sexo avaliada.	71
Tabela 2. Médias e desvios padrão dos valores de temperatura avaliados em 1 e 24 horas <i>post-mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> em função da categoria de sexo avaliada.	72
Tabela 3. Médias e desvios padrão dos valores de pH avaliados em 1 e 24 horas <i>post-mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> dos machos inteiros com 5 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudados.....	73
Tabela 4. Médias e desvios padrão dos valores de pH avaliados em 1 e 24 horas <i>post-mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> dos animais com 7 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudadas.	74
Tabela 5. Médias e desvios padrão dos valores de peso da carcaça e espessura de toucinho dos suínos machos inteiros com 5 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudados.....	76
Tabela 6. Médias e desvios padrão dos valores de peso da carcaça e espessura de toucinho dos suínos machos inteiros com 7 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudados.....	77
Tabela 7. Médias e desvios padrão dos valores G, relativos a CRA, da carne dos diferentes sexos estudadas.	78
Tabela 8. Médias e desvios padrão dos valores G, relativos a CRA, da carne dos diferentes linhagens de machos inteiros estudadas.	79
Tabela 9. Médias e desvios padrão dos valores de concentração de androstenona ($\mu\text{g/g}$) nos machos inteiros de 5 meses de idade de diferentes genótipos	80
Tabela 10. Médias e desvios padrão dos valores de concentração de androstenona ($\mu\text{g/g}$) nos machos inteiros de 7 meses de idade e de diferentes genótipos.	82
Tabela 11. Correlação entre os parâmetros de qualidade da carne e concentração de testosterona e de androstenona.....	86

CAPITULO 3

TABELA 1. Tratamentos de acordo com os níveis de androstenona presente no toucinho costo-lombar utilizadas nas formulações de salame.	103
Tabela 2. Formulação básica do salame “tipo” milano.	104
Tabela 3. Médias e desvios padrão dos valores de intensidade de odor e sabor estranho avaliados nas formulações com diferentes teores de androstenona.	115
Tabela 4. ANOVA dos resultados de intensidade de odor dos tratamentos frente ao Teste de Diferença do Controle.	116
Tabela 5. ANOVA dos resultados de intensidade de sabor dos tratamentos frente ao Teste de Diferença do Controle.	116
Tabela 6. ANOVA dos resultados dos valores da avaliação sensorial das formulações escolhidas para o teste de aceitação.	123
Tabela 7. Aceitação média das formulações de salame tipo milano.	123
Tabela 8. Resultado da intenção de compra dos provadores das amostras de salame tipo milano selecionadas para o teste afetivo.	124

SUMÁRIO DE FIGURAS

CAPITULO 2

Figura 1. Histograma de frequência caracterizado por genótipo, para concentrações de androstenona de animais de 5 meses de idade. 80

Figura 2. Histograma de frequência caracterizado por genótipo, para concentrações de androstenona de animais de 7 meses de idade. 82

Figura 3. Gráfico das médias das concentrações de testosterona periférica em suínos machos inteiros das diferentes linhagens, em períodos diferentes de idade dos animais. 83

CAPITULO 3

Figura 1. Representação da escala estruturada utilizada no Teste de Diferença do Controle. 109

Figura 2. Planejamento experimental utilizado na avaliação das amostras salames. 110

Figura 3. Representação da escala hedônica utilizada no Teste de Aceitação. 111

Figura 4. Histogramas de frequência caracterizados por tratamento para os valores de intensidade de odor. 117

Figura 5. Gráfico de caixas categorizados por tratamento para valores de intensidade de odor estranho. 118

Figura 6. Histograma de frequência categorizados por tratamento para valores de intensidade de sabor estranho. 118

Figura 7. Gráfico de caixas categorizados por tratamento para valores de intensidade de sabor estranho. 119

Figura 8. Gráfico da correlação entre as respostas de intensidade de odor e sabor estranhos dos tratamentos em estudo. 120

Figura 9. Gráfico representativo da faixa etária e do sexo dos indivíduos que participaram do Teste de aceitação do salame tipo milano. 121

Figura 10. Gráfico da distribuição dos entrevistados nas categorias quanto a classe social.	121
Figura 11. Gráfico representativo do grau de instrução dos entrevistados.	122

SUMÁRIO DE FOTOGRAFIAS

CAPITULO 2

Fotografia 1. Suínos machos inteiros Landrace com 210 dias de idade, na pocilga de espera do matadouro-frigorífico	61
---	----

CAPITULO 3

Fotografia 1. Salames tipo milano dos diferentes tratamentos processo de fermentação.	106
Fotografia 2. Cabina sensorial móvel onde foi realizado o teste de aceitação com consumidores.	112

RESUMO GERAL

O presente estudo, realizado em duas etapas, objetivou quantificar os compostos responsáveis pelo odor sexual em suínos machos inteiros de diferentes genótipos e avaliar sensorialmente um embutido fermentado seco elaborado com carne contendo diferentes níveis de concentração de androstenona.

A primeira etapa consistiu no abate de 208 machos inteiros (107 com 150 dias e 101 com 210 dias de idade); 110 suínos castrados e 116 fêmeas, ambos com 150 dias de idade. Avaliou-se o efeito do sexo e do genótipo na qualidade da carne bem como da idade e do genótipo nas concentrações de androstenona, escatol no toucinho costal lombar, e testosterona no sangue dos animais. Os resultados mostraram que o macho inteiro apresentou um pH_1 *post-mortem* de 5,83, próximo ao considerado carne PSE, no entanto a CRA não confirmou essa tendência, o que indica diferença entre os sexos quanto a qualidade de carne. Em relação aos grupos genéticos o Híbrido apresentou maior tendência ao aparecimento de carne PSE ($p < 0,05$; $pH_1 = 5,4$; $G = 0,32$). As concentrações médias de androstenona dos machos inteiros abatidos aos 150 e 210 dias variaram de 0,27 a 0,41 $\mu\text{g/g}$ e 0,28 a 0,65 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Em consequência a incidência de carcaças contendo concentração de androstenona $\geq 0,50 \mu\text{g/g}$ foi influenciada pela idade de abate. Os genótipos Híbrido e Large White apresentaram respectivamente a maior (21%) e menor (4%) incidência aos 150 dias, enquanto o Duroc (20%) e Landrace (4%) apresentaram menor incidência aos 210 dias. A contribuição do escatol no aparecimento do odor sexual não foi importante, pois sua concentração e incidência foram consideradas muito baixas. Quanto aos níveis de testosterona o Large White apresentou as menores concentrações ($p < 0,05$), o que indica uma menor precocidade sexual.

Na segunda etapa, salames tipo milano contendo carnes com diferentes níveis de concentração de androstenona, foram submetidos à análise sensorial com painel de provadores treinados e a teste de aceitação com consumidores. Na análise

sensorial verificou-se que o odor e sabor tem igual importância na avaliação e que o intervalo detecção da androstenona foi de 0,62-0,73µg/g. No teste de aceitação constatou-se que o consumidor percebe diferença ($p<0,05$) entre o salame controle e os tratamentos, mas não os rejeita. Isto porque o índice de intenção de compra dos salames, mesmo com altas concentrações de androstenona, foi satisfatório.

SUMMARY

The goal of the present study was to evaluate the compounds responsible for boar taint in meat of entire male pork pertaining to different genetic groups. In addition, a sensory analysis was conducted to assess the use of meats containing different androstenone concentrations in the manufacture of a fermented dry sausage.

In the first phase of the research project pigs were slaughtered, 208 entire male pigs (107 were 150 days old and 101 were 210 days old); 110 castrates and 116 gilts at 150 days old. The effect of the genotype on the levels of androstenone, skatole in backfat and testosterone in blood was also evaluated. The results showed that entire pigs presented a pH_1 *post-mortem* value (5,83) close to that of PSE meat. However, the CRA value does not present the same tendency, indicating that there is no difference ($p > 0,05$) in terms of quality between the meat of the two genders. As for the meat of different genetic groups, the Híbrido genotype strongly tended to produce PSE meat ($p < 0,05$; $pH_1 = 5,4$; $G = 0,32$). The average androstenone concentrations varying from 0,27 to 0,41 $\mu\text{g/g}$ and 0,28 to 0,65 $\mu\text{g/g}$ in entire males at 150 and 210 days old, respectively. The highest levels of androstenone $\geq 0,50 \mu\text{g/g}$ were affected by genotype. At the 150 days old the Híbrido and Large White genotype presented the highest (21%) and the lowest (4,8%) concentrations of androstenone. At 210 days, Duroc and Landrace genotype presented the highest (20%) and lowest (4%) androstenone levels $\geq 0,50 \mu\text{g/g}$, respectively. In relation to testosterone levels, the Large White genotype presented the lowest concentrations ($p < 0,05$), indicating lower sexual precocity compared to the other genotypes. The contribution of skatole to the formation of boar taint does not seem to be very significant, since both the concentration and incidence levels of this compound were considered to be very low.

In the second phase of the project, research efforts concentrated on evaluating specific quality aspects of Milano salami sausages made from the meat of entire

male pigs containing different levels of androstenone. The salami samples were submitted to both sensory analysis carried out by a trained panelists and a consumer acceptance test. The results of the sensory tests carried out with trained panelists clearly showed that odor and taste are equally important for quality assessment. The concentration interval detected by the panel members was 0,62-0,73 μ g/g. The consumer acceptance test showed that, although consumers do perceive some kind of difference between products made from meat containing different leves of androstenone, the average consumer does not reject the product since the intention of purchasing the product, even when it contains high concentrations of androstenone, was rated as satisfactory.

INTRODUÇÃO GERAL

A castração na produção animal tem sido uma prática utilizada ao longo dos anos, por uma série de razões que incluem a facilidade no manejo dos animais e a precocidade de terminação, esta última, interessante na produção de bovinos e ovinos de corte. A prática da castração também é adotada na suinocultura para se prevenir o aparecimento do odor sexual. Apesar das vantagens econômicas que a não castração proporciona a criação de suínos, continua forte a restrição ao abate de machos inteiros, devido a possibilidade do aparecimento do odor sexual em algumas carcaças. Por outro lado, a indústria processadora também teme a insatisfação dos consumidores em relação a carne e produtos produzidos com carne que apresenta odor e sabor desagradáveis.

Atualmente, com os avanços no conhecimento da fisiologia da formação dos compostos responsáveis pelo aparecimento do odor sexual e o desenvolvimento de métodos de análise para a detecção desses compostos, vários países, como Inglaterra, Irlanda, Espanha, Dinamarca e Austrália, já não castram mais os machos. Isto porque a carne dos machos sem o odor sexual possuem as mesmas características de qualidade daquelas provenientes de castrados e fêmeas. Além disso, os efeitos do processamento podem aumentar a aceitabilidade da carne com odor. No entanto, estudos sobre o uso de carnes com diferentes teores dos compostos responsáveis pelo odor sexual, precisam ser conduzidos para que se possa conhecer melhor o efeito de cada processo sobre a diminuição do odor sexual.

O objetivo deste trabalho foi pesquisar na literatura especializada os conhecimentos existentes sobre odor sexual de suínos machos inteiros, métodos analíticos para quantificação dos compostos responsáveis por esse odor, qualidade da carcaça e da carne, características de processamento e sensoriais de produtos com carne com odor, além de alternativas para se diminuir ou eliminar a presença do odor sexual nas carcaças .

CAPITULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. INTRODUÇÃO

O setor da carne suína abrange o maior volume de carnes consumidas do mundo, representando cerca de 42,1% do consumo total de proteínas de origem animal (SILVEIRA, 1996).

No Brasil, a cadeia produtiva de suínos movimenta um valor superior a 8 bilhões de reais, ou cerca de 1% do PIB do país. A suinocultura está presente em cerca de 3,5% das 5,8 milhões de propriedades rurais existentes no Brasil, predominantemente pequenas, e emprega um contingente significativo de mão-de-obra, parte preponderantemente de origem familiar (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 1999).

O setor vem percorrendo a mesma trajetória do segmento de aves, e para isso tem tentado mudar a imagem da carne suína e dos padrões de criação, frente ao consumidor. Os produtores de suínos, com algum grau de integração, tem como objetivo a busca de melhor qualidade e padronização da matéria-prima e maior integração com a indústria processadora.

Atualmente, cerca de 49,2% do rebanho nacional de suínos está localizado na região Sul, junto à maior parte da indústria de abate e transformação; 16% encontram-se na região Sudeste, que vem modernizando a tecnologia empregada na atividade; 9,2% encontram-se no Centro-Oeste, onde existem boas perspectivas de expansão, em função do aumento na produção de milho e soja na região; nas regiões Norte e Nordeste os rebanhos são de subsistência e correspondem a respectivamente 5,4% e 20,2% do rebanho

total nacional, porém a instalação de indústrias já vem modificando esse quadro na região (ANUALPEC, 1999).

O preço do suíno vivo vem diminuindo nos cinco últimos anos, em várias regiões do país, justamente em função do mercado estar com a demanda desaquecida em decorrência da diminuição do poder aquisitivo da população. Concomitantemente, o produto vem enfrentando concorrência com a carne de frango. Tem-se observado que os preços pagos aos produtores tem caído, e os insumos continuam altos, diminuindo sensivelmente as margens de ganho do produtor.

Para reverter esse quadro a suinocultura brasileira tem apresentado crescentes índices de produtividade, especialmente após a implantação da tipificação eletrônica de carcaças, nos Estados do Sul do país, em 1996. Atualmente, os índices de produtividade do sul do país apresentam-se em igualdade de condições com as nações mais representativas da suinocultura internacional. Além disso, o setor tem procurado implantar novas tecnologias de manejo, sanidade reprodução e nutrição, com objetivo de reduzir ainda mais os custos de produção. Neste sentido, dentre os aspectos de interesse comum aos segmentos que compõem a cadeia produtiva da carne suína no país, nenhum é tão polêmico como o da produção, abate e industrialização de suínos machos inteiros.

Diferente do que já acontece na União Européia, além de países como a Austrália e Nova Zelândia, a restrição ao abate de suínos machos inteiros, no Brasil consta da legislação. O Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), de 1950, Artigo 121, determina que "é proibida a matança de suínos não castrados ou que mostrem sinais de castração recente", além disso o Artigo 172 define carnes repugnantes, "são assim consideradas e condenadas as carcaças que apresentam mau aspecto,

coloração anormal ou que exalem odores medicamentosos, excrementiciais, sexuais e outros considerados anormais”.

A Circular nº 135/BR de 1972, informou que respeitando-se o limite de seis meses de idade, faculta-se o abate de suínos machos inteiros para algumas Estações de Avaliação, para pesquisas genéticas. Em 1998, nova Circular para regulamentação do abate de suíno macho inteiro foi editada, onde permitiu-se o abate de suínos não castrados que façam parte de programas de melhoramento genético e que devem ter suas carcaças avaliadas.

Porém, a produção de suínos machos inteiros tem-se mostrado uma prática bastante atrativa sob o ponto de vista da eficiência econômica. Segundo informações apresentadas por FÁVERO (1999)*, quando se leva em consideração a conversão alimentar o percentual de carne magra na carcaça, e o índice de mortalidade, o macho inteiro apresenta um lucro médio de aproximadamente 6% sobre o valor de venda de um animal de abate, quando comparado com o animal castrado. Em estudos realizados no Canadá, LANGE & SQUIRES (1995) observaram que a venda de um macho inteiro em relação a um castrado, representava lucro de US\$ 5,60 para um animal de 105 Kg e US\$ 8,60 para um animal de 115 Kg.

Além das vantagens econômicas, existem outros aspectos favoráveis ao abate de machos inteiros, listados a seguir:

- melhoramento genético: possibilita condições de testar maior número de machos por leitegada, permitindo a aplicação de seleção mais intensa para

* FÁVERO, A.J. Vantagens do abate de machos suínos para o produtor e a indústria. Palestra em: Reunião temática Sobre Abate de Suínos Inteiros. Realizado em Concórdia, SC., em jun. 1999.

características de importância econômica e cria oportunidades para se melhorar geneticamente o rebanho em poucas gerações;

- bem estar animal: o fato de não se realizar o procedimento de castração nos primeiros dias de vida, confere ao animal uma situação de conforto, além de evitar perdas por mortalidade que podem ocorrer devido a complicações surgidas no pós operatório;
- economia de mão de obra: aparentemente é uma economia pequena, pois refere-se ao treinamento específico de funcionários responsáveis pela prática da castração, visto que este trata-se de um procedimento cirúrgico que deve ser realizado dentro de normas rígidas de segurança e higiene;
- diminuição da poluição: pelo fato do suíno macho inteiro aproveitar melhor o nitrogênio presente na ração, ocorre uma redução na excreção do mesmo ao ambiente, o que diminui o nível de poluentes nas granjas modernas;
- maior teor de ácidos graxos insaturados: os altos níveis de ácidos graxos insaturados ocorrem principalmente devido ao aparecimento do ácido graxo linoléico (18:2, Ω -6) (FRIEND *et al.*, 1989).

Apesar das vantagens anteriormente citadas, a produção do suíno macho inteiro é bastante contestada, e a principal restrição ocorre devido à possibilidade do aparecimento de um odor desagradável, conhecido como odor sexual. Este odor pode ser percebido na indústria e pelo consumidor, quando a carne ou produto processado é submetido ao cozimento.

2. COMPOSTOS RESPONSÁVEIS PELO APARECIMENTO DO ODOR SEXUAL

O odor sexual na carne suína foi citado em literatura pela primeira vez em 1936, e foi relacionado pelos consumidores com odor de urina, transpiração, fezes e cânfora (PATTERSON, 1968). Essa diversidade de odores dava as primeiras indicações de que mais de um composto poderia estar envolvido no aparecimento deste odor estranho.

CRAIG *et al.* (1962), demonstraram que os agentes responsáveis pelo odor sexual de suíno macho inteiro estavam localizados na fração insaponificável dos tecidos gordurosos. PATTERSON (1967) observou uma mistura de fenóis no fluído prepucial de machos e classificou-o como responsável pelo odor “externo” do macho inteiro. Este odor externo relacionava-se com odores fenólicos, ácidos e pútridos. Posteriormente o mesmo PATTERSON (1968) identificou, através da análise por cromatografia gasosa, o composto conhecido como androstenona.

Estudos realizados por HANSSON *et al.* (1980), demonstraram que 36%, 33% e 7% do aparecimento de odor sexual era atribuído respectivamente a androstenona, escatol e indol.

Atualmente, é amplamente estabelecido no meio científico que o odor estranho, que a carne de alguns suínos machos inteiros em peso de abate apresentam, está relacionado com a presença dos compostos androstenona e escatol no tecido adiposo desses animais (BONNEAU, 1982; BOOTH, 1984; VOLD, 1970; REED *et al.*, 1974; PERRY, 1980; ABERGAARD & LAVE, 1993). No entanto, ainda existem muitas dúvidas e controvérsias sobre qual dos compostos tem efeito predominante sobre o aparecimento do odor sexual.

2.1. Androstenona

A androstenona (5α - androst - 16 ene - 3 ona) é um esteróide sintetizado nos testículos dos suínos sexualmente maduros. Este composto como já citado foi identificado pela primeira vez por PATTERSON em 1968 e apresenta intenso odor de urina e transpiração. A presença da 16-insaturação na molécula deste composto, indica uma atividade não hormonal, mas uma função de ferormônio (REED *et al.*, 1974 e PERRY, 1980). Ferormônios são compostos voláteis de extrema importância na transmissão das informações sexuais, principalmente na indução do estro nas fêmeas, para que ocorra o acasalamento. A sua biossíntese é um tanto diferente da síntese dos hormônios sexuais, apesar de apresentarem os mesmos precursores, a pregnenolona, e de serem sintetizados nas células de Leydig, no testículo. Em consequência disso, tanto a androstenona quanto os hormônios anabólicos testiculares podem ser secretados em paralelo, porém através de vias metabólicas separadas (CLAUS, 1994).

Depois de sintetizada, a androstenona é secretada na corrente sangüínea através da via espermática, é transportada e armazenada no tecido adiposo, de maneira reversível. Quando ocorre diminuição da sua produção, sua saída do tecido adiposo ocorre de maneira lenta, pois a meia vida da androstenona é de cerca de 4 a 14 dias (CLAUS, 1994)

A 5α -androstenona, também se acumula nas glândulas salivares, devido a sua afinidade com a proteína feromaxeína, sintetizada nesta glândula (BOOTH, 1984; BABOL & SQUIRES, 1995). Esta associação ocorre com a finalidade de promover em meio aquoso a liberação de grandes quantidade de esteróides 16-androstene, de odor almiscarado no ambiente. Em contato com o ar, esses compostos se desligam da proteína e se volatilizam (BOOTH, 1987). Isto explica a presença de saliva viscosa, espessa e espumosa, em

machos adultos, que liberam ferormônios sinalizadores para desenvolver resposta positiva das fêmeas para o acasalamento (ARANTES, 1995).

A androstenona se acumula no tecido adiposo devido à sua propriedade hidrofóbica. Os níveis de androstenona nas glândulas salivares são cerca de 10 a 100 vezes maiores que no tecido adiposo. SQUIRES *et al.* (1991) encontraram correlação positiva entre os níveis de androstenona nas glândulas salivares, com os resultados de avaliações sensoriais, quanto à presença do odor sexual.

No entanto, a maioria dos autores quando realiza investigações sensoriais com produtos contendo carne de suíno macho inteiro, prefere utilizar o tecido adiposo como órgão de eleição para a quantificação dos teores de androstenona e escatol. (DESMOULIN *et al.* 1982; GARCIA-REGUEIRO *et al.* 1986; DIESTRE *et al.* 1990; BONNEAU *et al.* 1992a, 1992b; HANSEN-MOLLER, 1992; GIBBIS & FISCHER, 1993; BONNEAU *et al.* 1993; MORTENSEN *et al.* 1986; BEJERHOLM & BARTON-GADE, 1993; OLIVEIRA *et al.* 1999.

Segundo SELLIER & BONNEAU (1988) os níveis de concentração da androstenona podem ser influenciados pelo peso, maturidade sexual e composição genética dos animais. O meio ambiente também pode exercer algum tipo de influência, visto que a variação da luminosidade nas diversas estações do ano, estimula o hipotálamo, que produz o hormônio regulador da gonadotrofina (GnRH), que induz a produção de hormônio luteizante (LH), que por sua vez estimula a produção de andrógenos, entre eles a androstenona, nos testículos.

2.2. Escatol

O escatol (3 - metil - indol), isolado pela primeira vez em 1970, apresenta intenso odor fecal e é considerado altamente sinérgico ao odor desagradável da androstenona (VOLD, 1970). SQUIRES *et al.*, (1993) sugeriram que escatol e androstenona possuem um carreador comum no sangue. No entanto, diferentemente da androstenona, o escatol não está correlacionado com aumentos de ganho de peso diário e rendimento de carne magra da carcaça. Este composto é um metabólito da degradação do aminoácido triptofano, presente na composição da ração do animal. Esta reação ocorre na ausência de energia, devido à ação de bactérias lácticas presentes no colón intestinal, mais precisamente no reto. Alternativamente, também pode ser convertido a ácido indolacético. Esta etapa, também pode ser realizada por vários tipos de bactérias, mas a síntese do escatol é restrita à ação de determinadas bactérias lácticas, altamente especializadas (YOKOYAMA *et al.* 1979). O escatol absorvido pelo trato gastrointestinal, vai para a corrente sangüínea onde uma parte é transportada até o tecido adiposo, onde se acumula e outra é eliminada através da urina. Sabe-se que os hormônios sexuais e de crescimento favorecem a sua formação. Entretanto, outros fatores podem influir na formação e concentração do escatol como o regime alimentar, o suprimento de água e as condições de manejo (tipo de piso das instalações, densidade populacional e periodicidade de higienização das instalações) (CLAUS *et al.*, 1994).

Uma dieta com alto teor de fibras pode causar a não absorção de alguns nutrientes, que por sua vez são carreados até o intestino grosso, resultando em aumento de substrato para utilização das bactérias e consequente aumento da produção de escatol neste local, devido a atividade microbiana (JENSEN & COX, 1995). Além disso, dietas com baixos teores de fibras auxiliam no aumento da digestibilidade de proteínas, o que provoca aumento

da absorção do triptofano pelo organismo, diminuindo desta forma, a sua disponibilidade para bactérias presentes no trato gastrointestinal.

BABOL & SQUIRES (1995) observaram que a elevação do pH fecal, devido ao tipo de alimentação dos suínos, pode baixar a concentração de escatol nas fezes; conseqüentemente, a concentração no tecido adiposo também diminui.

Neste sentido, CLAUS (1994), sugeriu uma dieta pré-abate composta de frutooligossacarídeos não digestíveis, bicarbonato e com redução da energia, para se prevenir o aparecimento do escatol.

2.3. Incidência dos compostos responsáveis pelo odor sexual

Os dois compostos relacionados com o aparecimento do odor sexual, apresentam-se ofensivos para o olfato humano. O odor desagradável, relacionado com a presença de altos níveis de concentração de androstenona é normalmente associado pelos provadores treinados e consumidores com odor de urina, transpiração e cânfora. Entretanto, a habilidade de se perceber este odor é determinada geneticamente e é mais predominante em mulheres que em homens. Cerca de 56% dos homens e 92% das mulheres são capazes de detectar a androstenona (DESMOULIN *et al.* 1982). Além disso, segundo alguns autores (DESMOULIN *et al.* 1982 e SELLIER & BONNEAU 1988), nem todos os indivíduos que percebem o odor da androstenona o caracterizam como desagradável.

SELLIER & BONNEAU (1988) relataram que os teores de androstenona no tecido adiposo de suínos machos inteiros variavam de 0,0 a 5,0 µg/g.

DESMOULIN *et al.*, (1982) BONNEAU *et al.*, (1993) e DIESTRE *et al.*, (1990) reportaram em seus estudos, como limite de rejeição de androstenona por

parte dos consumidores e provadores treinados, valores de 0,50 µg/g de concentração.

Na Alemanha 0,5 µg/g foi considerado um nível muito elevado (ENDER, 1993). Em relação a testes realizados com consumidores, os níveis de rejeição da androstenona ainda não estão estabelecidos com precisão e variam entre 0,5 a 1,0 µg/g. Variações nesses valores são resultados de diferentes métodos e procedimentos de análise sensorial, diferenças na percepção do odor por parte dos provadores e diferenças nos hábitos alimentares entre os diversos países.

Segundo BONNEAU *et al.* (1992a, 1992b) e DESMOULIN *et al.* (1982), na França, cerca de 33% dos machos inteiros apresentaram níveis de androstenona no tecido adiposo costo lombar acima de 0,50 µg/g. Na Austrália, 50% dos machos inteiros apresentaram níveis de androstenona acima de 0,50 µg/g e 23% acima de 0,1 µg/g (HENNESSY *et al.*, 1995). Na Inglaterra cerca de 10% dos machos inteiros apresentaram níveis de androstenona superiores a 1,0 µg/g (WARRIS, 1996).

No Canadá, SQUIRES (1990) e SQUIRES *et al.* (1991), estudando concentrações de androstenona na glândula salivar de machos inteiros submaxilar observaram que 8,3% a 11,3% das raças puras Yorkshire, Landrace e Hampshire e 53,3% de Duroc, apresentaram níveis de androstenona acima de 0,55 ppm.

Os odores relacionados com níveis de concentração elevados de escatol, conferem à carne do suíno macho inteiro odor fecal e sabor amargo (HANSSON *et al.*, 1980). Por ser um produto de degradação de um nutriente presente na ração, também pode aparecer em suínos castrados e em fêmeas. No entanto, os motivos pelos quais os teores de concentração em machos

inteiros são mais elevados que em castrados ou fêmeas, ainda não estão bem compreendidos. FRIIS (1993) afirmou que a degradação metabólica do escatol no fígado pode ser reduzida em alguns machos inteiros, causando níveis mais altos de escatol na gordura desses animais que em fêmeas e castrados.

Os níveis de concentração de escatol na gordura de machos inteiros, variam entre 0,0 a 0,8 $\mu\text{g/g}$ embora, alguns animais possam apresentar até 1,5 $\mu\text{g/g}$. Os limites de rejeição para o escatol estão relativamente estabelecidos entre 0,20 a 0,25 $\mu\text{g/g}$ (MORTENSEN *et al.*, 1986; BEJERHOLM & BARTON-GADE, 1993).

3. MÉTODOS ANALÍTICOS PARA A DETECÇÃO DOS COMPOSTOS RESPONSÁVEIS PELO ODOR SEXUAL

Tradicionalmente avaliações sensoriais têm sido realizadas, para se detectar a presença de odor sexual em machos inteiros na linha de matança. Entretanto, esses métodos são muito subjetivos, tem baixa acurácia e repetibilidade, pois estão sujeitos a variações, visto que dependem muito da eficiência do indivíduo que realiza o teste e de como as amostras são preparadas. Sendo assim, vários são os estudos encontrados no acervo bibliográfico sobre desenvolvimento de métodos para a determinação das concentrações dos compostos responsáveis pelo odor sexual.

No Brasil, ARANTES, *et al.* (1995), estudando a influência da raça e da idade sobre a carcaça de machos inteiros, relataram a necessidade de se desenvolver métodos práticos, para a identificação na linha de matança, dos animais que apresentarem odor sexual.

A determinação do odor sexual é importante, para que se possa decidir se os níveis dos compostos presentes na carcaça são suficientemente baixos para que a mesma possa ser destinada à elaboração de produtos frescos ou direcionada para o processamento.

3.1. Métodos Cromatográficos

Os métodos cromatográficos têm a vantagem de avaliar um certo número de compostos relacionados ao mesmo tempo, além de serem específicos e não sofrerem a influência de compostos interferentes. Sua execução, entretanto, requer longos períodos de tempo, aplicação de técnica especializada, bem como utilização de equipamentos sofisticados. Por esses motivos, esses métodos têm sido utilizados para investigações científicas e não para avaliações de rotina dos compostos responsáveis pelo odor sexual em carcaças na linha de matança.

3.1.1. Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

GARCIA-REGUEIRO *et al.*, (1986) descreveram um método de HPLC em fase reversa utilizando detetor de ultra violeta (UV), e GARCIA-REGUEIRO e DIAZ, (1989) desenvolveram um método de HPLC em fase normal com detetor UV, para a determinação de escatol e indol, mas os procedimentos de extração e “clean up” mostraram-se muito trabalhosos para estes métodos.

HANSEN-MOLLER, (1992) desenvolveu o método para a determinação de compostos indólicos em gordura suína pela extração em fase sólida e cromatografia líquida de alta eficiência com detecção fluorimétrica. Os indóis foram separados dos lipídeos durante a extração em fase sólida. O sistema de

gradiente e a cromatografia foram capazes de separar cerca de 13 diferentes compostos indólicos incluindo o indol e o escatol, em cerca de 20 minutos.

Em 1993, GIBBIS & FISCHER (1993) desenvolveram um método em HPLC com detetor de fluorescência para a determinação de indol e escatol em gordura costo-lombar suína. Para a extração dos compostos utilizou-se metanol. A eliminação da gordura foi realizada através de congelamento e filtração. O limite de detecção foi de 5µg / kg de gordura e foi possível a realização de 200 análises por semana por analista por equipamento.

Um método para a detecção rápida de indol e escatol, em gordura costo-lombar, foi desenvolvida por DEHNARD *et al.* (1993). Este método tem a sua extração dividida em duas etapas, uma onde se utiliza hexano na gordura derretida e outra onde se utiliza a mistura em vortex de acetonitrila-água (75:25 v/v). Através deste método uma pessoa pode realizar a análise de 100 amostras por dia em duplicata.

HANSEN-MOLLER, (1994) estabeleceram uma metodologia onde se determinava simultaneamente a androstenona, escatol e indol por HPLC. A etapa de extração dos compostos ocorre por uma simples homogeneização do tecido adiposo em metanol e os interferentes lipídicos são extraídos por precipitação após resfriamento e centrifugação. Os componentes foram separados usando-se um gradiente com um tempo total de 15 minutos. A acuidade, rapidez, reprodutibilidade e simplicidade tornam este um método útil para estudos em larga escala, porém a sua completa automação ainda não é economicamente viável.

3.1.2. Cromatografia gasosa

GARCIA-REGUEIRO *et al.* (1985), descreveram um método sensível para a determinação de androstenona por cromatografia gasosa e detecção por captura de elétron (EC) após derivação da amostra purificada com pentafluorbenzil hidroxilamina (PFBHA). Em 1989 os mesmos autores utilizaram a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa para a determinação de androstenona e androstenis, mas o procedimento de extração e “clean up” se mostraram muito laboriosos.

Foram testados dois métodos de detecção da androstenona, escatol e indol pela amostragem estática e dinâmica do espaço livre. As amostras para espaço livre estática foram mantidas a 150°C durante uma hora e depois injetadas no cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massa com detetor de chama ionizante (CG-MS/FID). O experimento mostrou que as concentrações de indol e escatol na fase de vapor constituíram cerca de 20-30% da concentração de gordura e a androstenona somente 5%. As amostras do espaço livre dinâmico foram aquecidas a 120°C durante uma hora com vapor de gás hélio a 50 ml/min. e os voláteis foram coletados em um compartimento de carvão grafitado, que foi desodorizado por energia de microondas. O escatol e o indol puderam ser determinados pelo espaço livre dinâmico, utilizando-se um padrão interno, mas foram requeridas temperaturas mais elevadas para a detecção da androstenona. Segundo BAEK (1997), este procedimento permite um mínimo tratamento das amostras, no entanto a sua reprodutibilidade precisa ser melhorada.

OLIVEIRA *et al.* (1999) desenvolveram um método através da utilização da cromatografia gasosa com detetor de chama ionizante, para a determinação simultânea de androstenona e escatol. Esta metodologia permite a análise de

nove amostras por dia, contemplando 18 determinações ao incluir escatol e androstenona no mesmo cromatograma.

3.2. Métodos imunológicos

Os métodos imunológicos baseam-se nas reações específicas que ocorrem entre antígeno-anticorpo. Normalmente o anticorpo deve-se ligar especificamente aos compostos que estão sendo testados e não a outros compostos. A quantidade de anticorpos ligados é então quantificada usando-se radioisótopos no caso de ensaio radioimunológico (RIA) ou uma enzima que produz um componente colorido no caso de ensaio enzimático (ELISA).

ANDERSEN, (1979) e UZU & BONNEAU, (1980) desenvolveram um método através do uso do ensaio radioimunológico para a detecção de androstenona.

CLAUS *et al.*, (1988) desenvolveram um ensaio imunológico utilizando enzima, para a determinação de androstenona em gordura suína. Este ensaio permite a realização da análise em 4,5 horas e uma pessoa pode executar 64 amostras por dia.

3.3. Métodos desenvolvidos através do uso de sensores

A detecção dos compostos que causam o odor sexual na linha de matança através do uso de imunossensores, sensores eletrônicos ou sensores químicos, tem sido a grande busca dos pesquisadores neste momento.

Imunossensores conjugam reações antígeno-anticorpo para um sinal eletrônico gerado por transdutor. No imunossensor de ressonância plasmática superficial, as reações antígeno-anticorpo causam uma mudança no índice refrativo na

interface líquido-metal que é detectada por uma variação na intensidade do raio laser refletido.

Sensores eletrônicos são compostos de semicondutores orgânicos, nos quais as características mudam quando uma substância particular é absorvida na superfície. Esses sensores foram elaborados para detecção de gases de trufa no entanto, esteróides como a 16-androstenona podem ser adsorvidas fortemente à superfície dos semicondutores, inviabilizando a reutilização do sensor (BAEK, 1997). É possível, que no futuro se construa um sensor combinado com a capacidade de determinação tanto da androstenona como do escatol simultaneamente.

Quanto aos sensores químicos, o princípio de funcionamento é fundamentado no fato de reações químicas específicas para escatol e androstenona serem convertidas em sinais eletrônicos. Isto pode ser conseguido através do uso de detetores ópticos, que detectam reações coloridas, mas essa reação deve ser reversível para que o sensor possa ser reutilizado.

BERDAGUE & TALOU, (1990) utilizaram gases semicondutores para tentar distinguir entre gordura de macho inteiro com odor sexual e gordura de fêmeas suínas. A presença do odor sexual foi confirmada através de teste olfativo durante a aplicação de ferro aquecido a 250°C diretamente na gordura costal-lombar da carcaça. A diferença entre as amostras apareceu, no entanto não foi suficientemente importante devido às flutuações do sinal dos gases sensores, durante um período de tempo. Os gases sensores são muito sensíveis às variações na atmosfera que cerca o aparelho. Este problema poderá ser solucionado num futuro próximo (BAEK, 1997).

BOURROUNEET *et al.* (1995) utilizaram um aparelho com sensor multi gás para quantificar níveis de androstenona. Os sensores de gás podem distinguir

entre grupos de amostras que apresentaram concentrações abaixo de 0,75µg de androstenona / grama de gordura ou acima de 1,7µg de androstenona / grama de gordura. Os resultados mostraram que 84,2% das amostras foram classificadas com sucesso nos seus respectivos grupos.

3.4. Extração por fluido supercrítico e cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa

Este método apresenta-se promissor na determinação de androstenona e escatol e está fundamentado no uso de gases pressurizados. O poder de solvência dos fluidos pressurizados pode ser regulado através da densidade do fluido que é dependente da pressão e temperatura. Este fato possibilita a separação dos componentes extraídos do solvente pressurizado, através da redução da pressão do fluido. O método não requer aquecimento excessivo, nem procedimentos especiais de evaporação, aspectos considerados importantes quando trata-se de voláteis como o escatol e a androstenona. (ZABOLOTSKY *et al.*, 1995)

ZABOLOTSKY *et al.* (1995) constataram que o emprego deste método de extração permitiu a remoção de $97 \pm 2\%$ de androstenona (extração a 40°C durante 5 minutos) e $65 \pm 3\%$ de escatol (extração a 40°C durante 20 minutos) utilizando 0,5g de toucinho costal.

MAGARD *et al.* (1995) desenvolveram um novo método de análise da androstenona baseado na extração de fluido supercrítico com dióxido de carbono e análise final em CG-MS. Amostras de 0,12 a 1g foram suficientes e os resultados da determinação de androstenona tiveram boa correlação com os métodos por RIA e HPLC.

3.5. Métodos rápidos realizados na linha de matança

3.5.1. Colorimétrico

MORTENSEN (1982) desenvolveu uma metodologia para a determinação das concentrações de escatol na linha de matança. De cada carcaça, na linha de abate, é retirada uma amostra de 0,6g de gordura com o auxílio de uma pistola. Através do uso de um tubo transportador pneumático, a amostra é enviada para o laboratório automatizado. Neste laboratório a amostra é processada e analisada e o resultado é expresso em unidades de escatol (100 vezes a medida em ppm). O princípio analítico da determinação é o espectrofotométrico. A capacidade de realização deste sistema é de 200 amostras por hora. O resultado está disponível em cerca de 12 minutos após a amostragem ter sido realizada.

Segundo o autor, este sistema proporciona a possibilidade de selecionar-se as carcaças com odor sexual comprovado das normais, após completar-se o resfriamento.

3.5.2. Pirólise e espectrometria de massa

BERDAGUE *et al.*, (1995) testaram a pirólise por espectrometria de massa e o processamento dos dados com rede neural artificial, como uma técnica para a predição dos níveis de androstenona em gordura suína.

Os resultados foram muito promissores, mostrando ser possível a classificação de amostras de acordo com o seu teor de androstenona em poucos minutos. Mesmo assim muitos pontos precisam ser aperfeiçoados para que esta técnica possa tornar-se uma realidade na seleção de carcaças com odor sexual na linha de matança (BAEK, 1997).

3.6. Métodos indiretos de detecção do odor sexual

3.6.1. Avaliação do esteróide 16-androstene em glândula salivar

SQUIRES (1990) desenvolveu um método colorimétrico para a determinação do esteróide 16-androstene em glândula salivar assim como para a gordura. Entretanto, esta metodologia mostrou-se muito laboriosa. Em um estudo conduzido por BABOL *et al.* (1995) a correlação obtida entre as concentrações de 16-androstene em glândulas salivares e concentrações de androstenona em gordura, foi considerada satisfatória.

3.6.2. Avaliação do tamanho da glândula bulbo-uretral

Além dos métodos químicos de avaliação, existe um método simples da estimativa do odor sexual. Este método baseia-se na medida do tamanho de glândulas sexuais acessórias, no caso a glândula bulbo-uretral.

Os níveis do esteróide 16-androstene em suínos machos inteiros está positivamente relacionado com os níveis de andrógenos e estrógenos (SQUIRES *et al.* 1991). Sendo assim, o desenvolvimento das glândulas acessórias em suínos machos inteiros está diretamente relacionada com os efeitos destes dois grupos de hormônios (BABOL, 1997).

Vários autores tem demonstrado correlações significativas entre o tamanho da glândula bulbo-uretral e as altas concentrações de androstenona e o aparecimento de odor sexual (BONNEAU *et al.*, 1980; BONNEAU & RUSSEIL, 1985, BOOTH *et al.*, 1986). Entretanto, no Brasil, ARANTES *et al.* (1995) descartaram a mensuração das glândulas bulbo-uretrais como indicador da intensidade de odor, pois o seu desenvolvimento não diferiu entre as raças testadas no decorrer do tempo.

Sendo assim, a utilização exclusiva deste método para a estimativa do aparecimento de odor sexual, pode resultar em rejeição de carcaças que não apresentem odor estranho. Deste modo, recomenda-se o uso deste, somente como um método preliminar para a identificação de carcaças suspeitas, e a decisão final deve ser tomada com base em resultados de análises químicas (BABOL, 1997).

4. EFEITOS DA NÃO CASTRAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS

A prática da castração, na suinocultura, previne o desenvolvimento do odor sexual em machos, mas também acaba com a produção dos esteróides testiculares (BONNEAU, 1982; BABOL & SQUIRES, 1995). O resultado disso é a diminuição da eficiência produtiva em castrados, quando comparados com suínos inteiros.

Os agentes anabólicos naturais, produzidos nos testículos, são os responsáveis pela melhora na eficiência alimentar e no aumento do teor de carne magra na carcaça dos machos inteiros. Os andrógenos predominantes são o 5-androstenediol, dehidroepiandrosterona (DHA) e a testosterona (BONNEAU, 1982). Estes esteróides e seus metabólitos têm pronunciado efeito anabólico na estimulação do crescimento muscular, retenção de nitrogênio, fósforo, crescimento do tecido esquelético e, além disso, realizam a distribuição dos nutrientes da síntese da gordura subcutânea para outras partes do corpo. O conjunto dessas ações irá resultar em uma melhora na conversão alimentar, com redução da gordura subcutânea e um aumento de tecido muscular nos machos inteiros, quando comparados com castrados e fêmeas.

4.1. Rendimento e composição da carcaça

O rendimento de carcaça dos suínos machos inteiros, é menor, quando comparado com as demais categorias (fêmeas e castrados). Os machos inteiros apresentam cerca de 2 a 2,5% menor rendimento de carcaça que as fêmeas (ELLIS *et al.*, 1983; SATHER *et al.*, 1991). Em alguns estudos, entretanto os autores não encontraram diferença entre as demais categorias e o macho inteiro (HANSSON *et al.*, 1975; KNUDSON *et al.*, 1985). Estas diferenças podem ser resultado das diferentes técnicas de toalete aplicadas aos tecidos escrotais, nas carcaças dos machos inteiros.

Alguns autores explicam essas diferenças de rendimento como sendo resultado da presença dos testículos e outros tecidos acessórios sexuais, nos machos inteiros (WOOD & RILEY, 1982; SATHER *et al.*, 1991). O trato reprodutivo do macho inteiro representa cerca de 2 a 5% do peso total da carcaça, enquanto que em fêmeas e castrados representa cerca de 0,5 a 1,0%, respectivamente (SATHER *et al.*, 1993). Aliado a isso, os machos inteiros também apresentam os rins, a cabeça, pés e vísceras mais pesados que fêmeas e castrados (WOOD & RILEY, 1982), o que pode contribuir para a redução da percentagem do rendimento das carcaças.

Quanto a composição de carcaça, a principal diferença entre machos inteiro e as demais categorias, está no conteúdo de carne magra. Carcaças de machos inteiros apresentam cerca de 5% mais carne que os animais castrados (WALSTRA, 1974; JUDGE *et al.*, 1990). Fêmeas normalmente apresentam índices de percentagem de carne magra intermediários e mais próximos dos índices dos machos inteiros que dos animais castrados (SATHER *et al.*, 1991).

Em estudos conduzidos por BRADSHEID *et al.*, (1993) e UTTARO *et al.*, (1994), constatou-se que a fórmula normalmente utilizada para a predição de

carne magra em carcaças, subestima em cerca de 2 a 3% a quantidade de carne magra em carcaças de machos inteiros.

Alguns autores observaram a diferença na distribuição do tecido muscular em machos inteiros, quando comparados com fêmeas e castrados. Entretanto, esses dados são inconsistentes. FORTIN *et al.* (1987) demonstraram que machos inteiros, comparados com fêmeas e castrados, apresentam os músculos do tórax e pescoço mais pesados e os do pernil mais leves. Outros autores relataram, no entanto, que músculos do pernil e da paleta pesaram mais em relação aos da barriga, em machos inteiros (ELLIS *et al.*, 1983; UTTARO *et al.*, 1994). HAZAS (1986) observou, que o macho inteiro é superior no peso de todos os cortes comerciais em relação a fêmeas e castrados.

A ossatura dos machos é mais pesada do que a das fêmeas e castrados (HANSSON *et al.*, 1975; SATHER *et al.*, 1991). Entretanto, este fato não tem grande impacto no rendimento em carne magra, quando se compara suíno inteiro e castrado.

4.2. Conteúdo e qualidade da gordura

Machos inteiros apresentam cerca de 5% menos gordura separável, que suínos castrados e fêmeas (HANSSON *et al.*, 1975; KEMPSTER & LOWE, 1993; SATHER *et al.*, 1993) e 24 a 32% menos gordura total (PRESCOL & LAMMING, 1967 *apud* BABOL, 1997; KNUDSON *et al.*, 1985).

O tecido adiposo de machos inteiros contém mais água, proteína e menos lipídeos que o de castrados e fêmeas (WOODS & ENSER, 1982; BARTON-GADE, 1987; WOOD *et al.*, 1989). A fração lipídica em machos inteiros, apresenta altas concentrações de ácidos graxos insaturados (MALMFORS *et*

al., 1978). O alto nível dessas insaturações ocorre devido às altas concentrações dos ácidos graxos linoléico (18:2) e linolênico (18:3) (FRIEND *et al.*, 1989). BABOL, (1997) considera que a maior quantidade de ácidos insaturados, que os machos inteiros apresentam, oferecem um saudável balanço de ácidos graxos para os consumidores.

Por outro lado, devido a esse alto nível de insaturação, gorduras provenientes de machos inteiros são moles e causam algumas dificuldades na preparação e exposição dos cortes para a venda (KEMPSTER *et al.*, 1986 e WOOD *et al.*, 1986).

Outro aspecto, salientado por alguns autores, é o fato dos ácidos graxos insaturados serem mais susceptíveis à oxidação do que os saturados. MALMFORS & NILSSON (1978) demonstraram que a gordura em cortes provenientes de suínos machos inteiros rancificava mais rapidamente que a gordura de fêmeas e castrados. Para minimizar o problema da oxidação lipídica, FRIEND *et al.*, (1989) sugeriram uma redução dos níveis de ácidos graxos insaturados na dieta dos machos inteiros e COX *et al.* (1993) recomendaram o aumento dos níveis de antioxidante.

CHEN *et al.*, (1993) recomendaram o cozimento *pré-rigor* da carne de machos inteiros, com o objetivo de evitar a oxidação lipídica e também diminuir o odor sexual. Cozinhando-se a carne *pré-rigor*, está terá um alto pH e consequente inibição da oxidação lipídica. O efeito inibitório do pH sobre a oxidação lipídica não está completamente esclarecido. Entretanto, a utilização da carne *pré-rigor* pode ser uma boa alternativa para a industrialização da carne de suíno macho inteiro.

4.3. Incidência de carne PSE e DFD

O aparecimento tanto da carne pálida, flácida e exsudativa (PSE) como da carne escura, firme e seca (DFD), são condições que exprimem alteração na qualidade da carne suína. Estas alterações na qualidade são resultantes do estresse agudo ou crônico sofrido pelos animais no período que antecede o abate (WARRISS, 1987).

O suíno macho inteiro é considerado um animal de temperamento mais agressivo e, portanto, apresenta-se mais susceptível ao estresse e, consequentemente, ao aparecimento de PSE e DFD. No entanto, a frequência do aparecimento de PSE, nesses animais não diferiu da encontrada nas demais categorias (WARRISS & BROWN, 1985; LUNDSTRÖN *et al.* 1987).

Em relação à incidência de DFD, alguns autores tem observado uma maior tendência ao seu aparecimento em machos inteiros do que em fêmeas e castrados. TARRANT *et al.* (1979) encontraram valores de pH final significativamente altos comparados com fêmeas. Entretanto, esses resultados não concordam com aqueles obtidos por outros autores (MOTTRAN *et al.*, 1982 e BARTON-GADE, 1987) que demonstraram não haver diferença significativa entre as demais categorias, quanto à incidência de carne DFD.

Outro aspecto, relacionado com o temperamento agressivo que esses animais podem apresentar, são as lesões e escoriações na pele. Essas lesões podem aparecer devido a brigas entre animais pertencentes a lotes diferentes. WARRISS & BROWN (1985), encontraram uma significativa correlação entre a concentração de cortisol, glucose e escoriações na pele dos machos inteiros

Vários autores (WARRISS, 1984; LUNDSTRÖM *et al.*, 1987; BABOL, 1997), acreditam que cuidados devem ser tomados no manejo pré-abate desses animais, no sentido de se prevenir o aparecimento tanto das anomalias na qualidade da carne, como das escoriações na pele.

5. FATORES QUE INFLUENCIAM E MÉTODOS DE CONTROLE DO ODOR SEXUAL

Muitos autores, têm sugerido métodos de controle para se tentar reduzir o aparecimento do odor sexual em suínos machos inteiros, e estes métodos têm sido fundamentados em conhecimentos adquiridos através de estudos sobre a fisiologia da formação dos compostos responsáveis pelo odor sexual.

No atual estágio de conhecimento, existem vários fatores que podem ser controlados para se reduzir a incidência do odor sexual nos animais de abate. Os níveis de escatol podem ser diminuídos quando controladas as condições de ambiente e alimentação e para a androstenona os melhores resultados podem ser obtidos através da seleção genética (BONNEAU, 1997).

5.1. Efeito genético

Existe uma correlação significativa entre a genética dos animais e as suas concentrações de androstenona e escatol. A grande variação no conteúdo de androstenona é resultado da ação de dois diferentes mecanismos. Um deles está relacionado com diferenças quanto a chegada da maturidade sexual, que pode ocorrer em diferentes idades e peso. O outro relaciona-se com potenciais diferenças fisiológicas no mecanismos de produção da androstenona. Ambos são determinados geneticamente (WILLEKE, 1993).

UNICAMP

FOUILLOUX *et al.* (1997), demonstraram a existência de um gene dominante que controla os níveis de deposição de androstenona no tecido adiposo.

A razão pela qual alguns machos, mesmo após a puberdade, apresentam baixos níveis de androstenona pode ser interpretada como um fator genético. Essa inabilidade para a síntese de grandes quantidades de androstenona ocorre possivelmente devido a uma alteração na atividade do sistema enzimático β -sintetase. Além disso, a herdabilidade dos níveis de concentração de androstenona no toucinho costal-lombar pode ser alta chegando a estimativas de herdabilidade de $0,87 \pm 0,47$ em raças como Landrace. (BONNEAU, 1988; BAEK, 1997).

WILLEKE (1993) relatou algumas estimativas de herdabilidade na seleção de suínos com baixas concentrações de androstenona. Neste estudo, os machos foram selecionados em duas linhagens durante cinco gerações, uma alta e outra baixa para concentração de androstenona na gordura. A seleção assinalou o aumento da diferença entre as duas linhagens. Depois de três gerações a resposta à seleção foi menor, o que indica problemas na seleção quando a concentração de androstenona alcança níveis muito baixos. O valor obtido após três gerações foi de $0,12\text{ppm} \pm 0,1$ e maiores progressos se mostraram impossíveis de se conseguir. Entretanto, este valor está abaixo dos propostos como níveis de do limiar de percepção que são 0,5 e 1ppm. Neste sentido, a seleção para a redução dos teores de androstenona pode ser uma alternativa promissora.

De acordo com BONNEAU *et al.* (1979) existem diferenças significativas de concentração de androstenona entre machos da raça Pietran e Landrace Belga, e isto se deve à diferença de idade na puberdade. Neste estudo a raça Pietran mostrou-se mais precoce.

FRISS (1993) sugeriu que poderia existir um polimorfismo na isoenzima P-45 no fígado, que poderia ser responsável pelo metabolismo de oxidação do escatol. Esta proposição surgiu da observação da inabilidade ou incapacidade que alguns suínos têm de metabolizar o escatol. BAEK, (1997) acredita ser este o motivo, porque algumas raças puras apresentam diferentes níveis de escatol.

SQUIRES & LOU (1995) analisaram os níveis de escatol em toucinho costal-lombar suíno em três raças puras (Duroc, Landrace, Yorkshire e Hampshire). Não foram encontradas grandes diferenças, entretanto a raça Hampshire apresentou os maiores níveis de escatol e a Yorkshire os mais baixos.

5.2. Efeito da nutrição

Várias alternativas têm sido estudadas, para se diminuir a formação do escatol no intestino de suínos, através da adição de compostos na ração.

A alimentação líquida, com menores teores de proteína e com adição de Virginiamicina, como promotor de crescimento, reduziu os níveis de odor sexual. (ALLEN *et al.* 1997). No entanto, a utilização da alimentação líquida para suínos, requer altos investimentos para adequação das instalações. Além disso, o mecanismo pelo qual a alimentação líquida reduz os teores de escatol em suínos ainda não está esclarecido.

Segundo JENSEN (1992), a Virginiamicina, o Avotan e a Tilosina, mostraram-se efetivos na diminuição dos microorganismos responsáveis pela formação do escatol *in vitro*. Na Dinamarca, estudos têm demonstrado que o uso de antibióticos na ração de suínos, nos períodos entre 50Kg, 60Kg e 100Kg de peso vivo, tem diminuído as concentrações de escatol na gordura de machos comparados com animais controle (BAEK, 1997).

CLAUS *et al.* (1994) demonstraram que alimentando-se suínos com uma mistura de insulina e bicarbonato durante alguns dias antes do abate, pode-se obter uma importante redução nos níveis de escatol na gordura.

A adição de vitaminas do complexo B, álcool, cobre, ferro e triptofano não tiveram nenhum efeito nas concentrações de escatol na gordura. Já a adição de leveduras elevou o teor de escatol encontrado no toucinho costal-lombar PEDERSEN *et al.* (1986).

5.3. Efeito do ambiente

Os níveis de escatol podem ser fortemente influenciados pelas condições ambientais. Fatores como acesso irrestrito à água, limpeza e boa ventilação podem contribuir na redução da concentração de escatol na gordura (LUNDSTRÖM *et al.* 1988)

HANSEN *et al.* (1995) relataram que suínos que permaneceram, no mínimo uma semana, alojados em instalações sujas, contendo grandes quantidades de fezes e urinas em piso de concreto, e em temperatura de 25°C, apresentaram níveis mais altos de escatol na gordura subcutânea do que os animais controle, mantidos em instalações limpas de piso ripado, na mesma temperatura. Os autores sugerem que o escatol das fezes e urina poderia passar através da pele, ou ser absorvido na forma de gases, pelos pulmões. E desta forma acumular-se no tecido adiposo desses animais.

5.4. Efeito do peso e da idade

A União Europeia através da Regulamentação (64/433/EEC, 1993), que trata do comércio entre os países membros, permite que machos inteiros sejam abatidos até o peso de carcaça de 80Kg (cerca de 100Kg de peso vivo).

Carcaças acima de 80Kg devem ser testadas para o odor sexual. Normalmente o peso de abate coincide com a fase final da instalação da puberdade nos animais.

No entanto, BONNEAU (1998) acredita que o problema com esta regulamentação está no fato de não existirem evidências científicas que deem suporte ao limite de peso de carcaça de 80Kg. Além disso, ainda não existe uma metodologia objetiva e economicamente viável para se avaliar o odor sexual na linha de matança.

No Brasil em estudos sensoriais com painel de degustação, NUNES (1980) constatou que a inclusão da carne de suínos machos inteiros com idade inferior a 149 dias, em produtos servidos frios, foram bem aceitos em teste com provadores treinados.

NUNES *et al.* (1993) demonstraram que animais da raça Large White, com peso acima de 97Kg, apresentaram odores mais intensos na carcaça do que machos Landrace de menor peso. ARANTES *et al.* (1995), avaliando carcaças de 70 a 114Kg de peso e idade de 150 a 210 dias, observaram que o peso da carcaça e a idade não influenciaram a intensidade do odor sexual dos animais testados.

SQUIRES *et al.* (1993) acreditam que quando os animais estão pesados e perto da maturidade sexual, o esteróide 16-androstene, torna-se o mais importante componente do odor sexual, visto que, a síntese destes esteróides aumentam na puberdade, e em alguns animais, essa síntese excede a de testosterona.

No entanto, mais investigações neste sentido precisam ser realizadas, para se entender como fatores como idade, peso e dieta podem afetar os níveis de odor sexual em machos inteiros.

5.5. Imunocastração

Devido à biossíntese comum da androstenona e dos hormônios esteróides, produzidos no testículo, uma das forma mais viáveis de se diminuir as concentrações de androstenona seria através da imunização ativa e seletiva contra a androstenona ou seus precursores (CLAUS, 1994).

A imunocastração então surgiu como uma possibilidade de se evitar o aparecimento do odor sexual, e ainda aproveitar-se dos efeitos dos anabolizantes naturais produzidos no testículos dos machos inteiros ao longo da sua vida produtiva. A aplicação das vacinas duas ou três semanas antes do abate mostrou-se suficiente para reduzir o conteúdo de androstenona (BONNEAU *et al.* 1982).

A imunização contra o fator de liberação do hormônio regulador do hormônio luteizante (LH-RH) reduziu a produção de esteróides testiculares. E um significativo decréscimo na concentração de androstenona na gordura de animais imunizados contra LH-RH foi observado por BONNEAU *et al.* (1994).

Estudos mais recentes estão sendo conduzidos no sentido de se desenvolver vacinas e programas de vacinações que possam ser utilizados na criação. HENNESSEY (1997) demonstrou que a imunocastração pode ser uma alternativa para se controlar tanto os níveis de escatol como de androstenona.

6. UTILIZAÇÃO DA CARNE DE SUÍNO MACHO INTEIRO EM PROCESSAMENTO

As características da qualidade da carne de suínos machos inteiros, para o processamento, não diferem das demais categorias abatidas. A carne de suíno macho inteiro, comprovadamente sem odor sexual, pode ser comercializada tanto *in natura*, através de cortes especiais, quanto sob a forma de produtos processados. O principal alvo de estudos dos pesquisadores têm se concentrado na melhor forma de aproveitamento da carne de suíno macho inteiro com diferentes níveis de odor sexual.

Muitos autores têm demonstrado o benefício dos efeitos do processamento na aceitabilidade da carne de macho inteiro comprovadamente com odor sexual (BONNEAU 1979; BONNEAU & DESMOULIN, 1980; NUNES *et al.* 1984; GULLET *et al.* 1993; BONNEAU *et al.* 1992a e 1992b).

Uma proporção da quantidade de androstenona, armazenada na gordura, desaparece durante o processamento (BONNEAU, 1980) e o limiar de percepção ao odor estranho aumenta em produtos processados. Especialmente naqueles consumidos à temperatura ambiente (DEMOULIN *et al.* 1982; NUNES *et al.* 1984a).

BONNEAU *et al.* (1992b) utilizaram painel de provadores treinados para carne e produtos cárneos suínos. Os produtos foram formulados, de acordo com os seus teores de escatol e androstenona. Observou-se que houve uma considerável mudança dos valores de limiar de percepção do odor sexual. Esses valores mostraram-se três vezes mais altos para o presunto cozido que para a carne fresca (androstenona 1,5ppm contra 0,50ppm; escatol 0,75ppm contra 0,25ppm), o que indica que uma fração dos compostos responsáveis

pelo odor estranho, desaparece com o processamento.

CLAUS *et al.* (1985) observaram uma redução próxima a 45% dos níveis de androstenona em produtos cárneos cozidos e defumados. BONNEAU *et al.* (1980) relataram que o processo de cura e defumação, sem o tratamento térmico, reduziu os níveis de androstenona. Entretanto, outros autores não constataram esse fato (MOTTRAM *et al.* 1982; CLAUS *et al.* 1985).

NUNES *et al.* (1984a) estudaram a aceitação de hambúrguer com carne de suínos machos inteiros em comparação com a de fêmeas. Observaram que as etapas do processo podem reduzir a detecção do odor sexual.

Outra forma de aproveitamento da carne suína com odor, é a sua diluição em determinadas proporções com carne sem odor. WALTRA (1974), mostrou que 25% da carne com odor pode ser utilizada na produção de embutidos defumados, se estes forem consumidos a frio. E ainda recomenda 6 a 12% de adição em produtos consumidos a quente. PLIMPTON *et al.* (1976) adicionaram 75% de carne com odor em salsicha e 50% em mortadela, sem diminuir a qualidade organoléptica do produto final.

O uso da carne de suínos machos inteiros, para a elaboração de frios (salsichas, salames, presuntos e apresuntados), tem sido recomendado por muitos autores, como WILLIAMS *et al.* (1963), CARROL e KRIDER (1971), PEARSON *et al.* (1971) *apud* NUNES *et al.* (1980), pelo fato do odor sexual só ser perceptível quando do aquecimento do produto, devido a volatilização dos compostos responsáveis pelo odor sexual. NUNES *et al.* (1983) indicaram que à carne de suíno macho inteiro pode ser destinada ao preparo de produtos servidos a frio, como os salames, copas e presuntos. Consequentemente, a utilização da carne de macho inteiro com odor comprovado, tem sido

desaconselhada para o processamento de linguiças e demais produtos servidos a quente (LUCIANO e NICOLAIEWSKY, 1979 e NUNES *et al.* 1979).

Alguns autores têm ainda reportado o efeito que alguns condimentos apresentam, de mascarar o sabor e odor estranho da carne de macho inteiro. PLIMPTON *et al.* (1976) recomendam a adição de 0,15% de erva doce, pois esta aumentou significativamente a aceitabilidade de mortadela.

Apesar de existirem vários estudos sobre a utilização da carne com odor sexual, investigações mais específicas ainda devem ser conduzidas no sentido de se estabelecer as melhores formas de utilização desta carne por parte da indústria processadora.

7. ANÁLISE SENSORIAL

Os primeiros métodos descritos, para a detecção do odor sexual em carcaças suínas, na linha de matança, fundamentavam-se em testes sensoriais olfativos.

O mais antigo método citado em literatura é o chamado “panela aberta”. Este baseia-se no aquecimento de uma amostra de gordura do animal, em panela, um dia após o abate. Mas, devido a sua pouca praticidade, foi substituído pelo método do ferro de soldagem (ferro quente). Neste método, o ferro de soldagem aquecido a altas temperaturas, é colocado diretamente na gordura e a detecção é feita através do olfato do operador.

O mecanismo de reconhecimento das substâncias odoríferas dos objetos, geralmente inicia-se pela chegada dos voláteis às fossas nasais por intermédio do ar. Estas substâncias se difundem através da membrana

mucosa para, finalmente entrar em contato com os terminais nervosos. O cérebro então interpreta o estímulo recebido de cada substância como um odor (ACKERMAN, 1990). Algumas pessoas não percebem odores e esta condição é conhecida como anosmia. Por esse motivo, os autores procuram conduzir as suas análises sensoriais com painéis formados por provadores treinados para detecção do odor sexual. Desta forma, evita-se a presença de indivíduos que não são sensíveis principalmente a androstenona.

Em se tratando de análise sensorial, para investigações referentes ao aparecimento do odor sexual em carne de suíno macho inteiro, os principais parâmetros a serem enfocados são o odor, o aroma e o sabor.

Portanto, torna-se importante diferenciar-se odor de aroma. O primeiro se refere a percepção de substâncias voláteis - fragrantes ou fétidas - por meio do nariz. E o transmissor destas substâncias é o ar. Ao contrário do odor, no aroma a detecção ocorre depois que o alimento é colocado na boca. Neste caso, o ar não é o meio de transmissão da substância, e sim a membrana mucosa do paladar. (ANDALZÚA-MORALES, 1994).

Quanto ao sabor, o seu mecanismo de percepção parece estar ligado a um reconhecimento da estrutura das substâncias, ou seja, da sua configuração química. O gosto dos alimentos é detectado pelas papilas gustativas, e o estímulo nervoso é levado ao cérebro, onde é interpretado. Em geral, o sabor dos alimentos consiste de uma combinação de gosto e aroma, e estima-se que a maior contribuição ao sabor se deve ao aroma (ANDALZÚA-MORALES, 1994).

Vários métodos de análises sensorial, procedimentos para a preparação e apresentação das amostras tem sido desenvolvidas para a realização de treinamentos de provadores (BABOL & SQUIRES, 1995). E estes fatores, tem dificultado bastante a comparação entre os resultados dos diferentes estudos.

Em 1992 na Dinamarca, na reunião da EAAP Working Group on Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs, procurou discutir-se a padronização de métodos de análise sensorial para detecção de odor sexual em carnes e derivados.

Os métodos sensoriais mais utilizados nas investigações com carne com odor sexual são testes discriminativos e os testes afetivos.

Os testes descritivos são aqueles em que se consideram respostas objetivas, onde geralmente se trabalha com provadores treinados. Nestes tipos de testes, espera-se uma alta reprodutibilidade dos provadores, fruto de um treinamento, onde se controla a veracidade e consistência das respostas. Dentro desse grupo estão os testes discriminatórios.

Os testes afetivos consideram as respostas subjetivas. Estes testes são realizados com indivíduos sem nenhum tipo de treinamento prévio, nas técnicas de avaliação sensorial. Portanto, espera-se respostas que resultem de reações espontâneas, dos provadores ao provarem ou avaliarem um alimento. Estes testes são utilizados para se determinar a aceitabilidade e preferência dos produtos, além da sua intensão de compra (ALMEIDA *et. al.*, 1999).

Em estudos a nível de consumidor, realizados por RODHES (1971 e 1972) e LESSER *et al.* (1977), foram oferecidos bacon e pernil suíno de macho inteiro

a donas de casa. Observou-se que 1% dos consumidores reclamou quanto a presença de algum tipo de odor estranho.

NUNES *et al.* (1984a) estudaram a aceitação de lombo assado e hambúrguer com carne de suínos machos inteiros em comparação com a de fêmeas em duas diferentes raças (Large White e Landrace). O teste de comparação pareada foi conduzida para os produtos lombo assado e hambúrguer suíno e foi observado que existem diferenças significativas de aceitação entre as macho inteiro e fêmeas. Entretanto, os autores postulam que essas diferenças são atribuídas a outras causas que não o odor sexual, pois 50% dos provadores preferiram a carne dos machos inteiros jovens (com idade média de 149 dias) em detrimento da carne de fêmeas e castrados.

BONNEAU *et al.* (1992a) avaliaram sensorialmente a gordura e a carne de suíno macho inteiro para verificar a influência da androstenona e do escatol nas suas propriedades sensoriais. Utilizaram painel de provadores treinados para carne e produtos processados com carne suína, no entanto os provadores não foram treinados para androstenona nem escatol. A análise sensorial mostrou que os atributos sensoriais da gordura e de bistecas de lombo foram mais favoráveis em machos inteiros que apresentaram baixos níveis de androstenona e escatol

NUNES *et al.* (1984b), realizaram um estudo de aceitação de frios processados com carne de suíno macho inteiro a nível de consumidor e observaram que de um total de 133 provadores, 129 (ou 97%) gostaram e apenas quatro (ou 3%) não gostaram do presunto cozido oferecido. De um total de 74 consumidores, 72 (ou 97,3%) gostaram do presunto cozido defumado e apenas 2 (ou 6,8%) não apreciaram o produto. Fato semelhante aconteceu com o apresuntado, onde de um total de 44 consumidores, cerca de

41 (ou 93,2%) gostaram do produto e apenas três (ou 6,8%) não apreciaram o produto.

Analizando sensorialmente a aceitação de lingüiça frescal, processada com carne de suíno macho inteiro com diferentes pesos vivo (100 e 130 kg), NUNES *et al.* (1984b), demonstraram que os produtos elaborados com carne de animais mais pesados não foram tão bem aceitas quanto os elaborados com carne de castrados.

BONNEAU *et al.* (1992b) aplicaram teste de comparação pareada onde, utilizaram painel de provadores treinados para carne e produtos cárneos suínos. No entanto, nenhum tipo de treinamento foi realizado para sensibilidade ao escatol e androstenona. Os produtos foram formulados de acordo com os seus teores de escatol e androstenona. Os resultados mostram que os presuntos com carne de macho inteiro e castrados não apresentaram diferença estatística para odor. No entanto, para incidência de odor estranho houve maior correlação com os níveis de androstenona que com o escatol. Outro aspecto interessante deste trabalho foi a mudança dos valores do limiar de percepção, que foram três vezes mais altos para o presunto cozido que para a carne fresca. Além disso, também observaram que a percepção humana ao odor sexual, é dificultada quando o produto é servido a temperatura ambiente.

GULLETT *et al.* (1993) conduziram um estudo para determinar a aceitabilidade da carne fresca e curada originária de fêmeas, intersex (pseudo hermafrodita), animais criptorquídicos e machos inteiros. O método de análise realizado foi o teste de aceitação com nove pontos em escala hedônica para os atributos aroma, odor, textura, suculência e aceitabilidade global. Os resultados mostraram que não houve diferença ($p>0,05$) entre os sexos em relação ao

aroma, "flavour" e aceitabilidade global. No entanto, foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre as médias de maciez e suculência. Quanto ao bacon, a Análise de Variância revelou que existe efeito significativo do sexo quanto ao atributo "flavour" ($p < 0,047$) e aceitabilidade global ($p < 0,039$), no entanto essa diferença não ocorreu entre o macho inteiro, fêmeas e criptorquídicos, apareceu só no intersex.

Um estudo sensorial desenvolvido recentemente por pesquisadores da União Européia, com equipes de provadores treinados em sete países membros observaram que: as equipes de provadores conseguem distinguir entre a androstenona e o escatol e entre os diferentes níveis destas substâncias em carne de macho inteiro; comumente o escatol é descrito como odor fecal e androstenona como urina, mas outros descritores foram utilizados como naftalina e pocilga, e não foi observado efeito sinérgico entre o escatol e a androstenona no desenvolvimento do odor sexual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABERGAARD, N.; LAUE, A. Absorption from gastrointestinal tract and liver turnover of skatole. **Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs**, Paris: M. Bonneau. INRA Editions, 1993, p. 107-112.
- (2) ALLEN, P.; JOSEPH, R.L. LYNCH, P.B. **Effects os nutrition in management on the incidence of boar taint. In: Boar taint in entire male pigs.** ed. M. Bonneau, EAAP Publication vol. 92, p. 88-91, 1997.
- (3) ALMEIDA, T.C.A.; HOUG G.; DAMÁSIO, M.H.; da SILVA, M.A.A.P. **Avanços em Análise Sensorial.** 1º ed. São Paulo: Varela Editora, 1999. 286p.
- (4) ANDRESEN, O. Rapid radioimmunological evaluation of the androstenone content of boar fat. **Acta Veterinarian Scand.** vol. 20, p. 343-350, 1979.
- (5) ANUALPEC 99. **Anuário da Pecuária Brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1999.
- (7) ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** 1st ed. Zaragoza: Acribia, S.A., 1994. 197p.
- (8) ARANTES, V.M.; NUNES, J.R.V.; ROÇA, R.O. Influência da raça e da idade sobre o peso da carcaça, desenvolvimento sexual e avaliação sensorial da gordura de varrões. In: **I Conferência Internacional sobre Ciência e Tecnologia de Produção e Industrialização de Suínos**, Campinas. vol.1, p.143, 1995.

- (9) BAEK, C. A. **Isolation and Identification of Metabolites of skatole and development of new methods for analysis of the causal relations to boar taint.** Roskilde, 1997. 164p. Tese de doutorado - The Royal Danish School of Pharmacy Department of Analytical and Pharmaceutical Chemistry.
- (10) BABOL, J.; SQUIRES, E.J.; GELLETT, E.A. Factors affecting the level of boar taint as determined by trained consumer sensory panels. In: PROCEEDING EAAP WORKING GROUP PRODUCTION AND UTILIZATION OF MEAT FROM ENTIRE MALE PIGS, 1995, Milton Keynes. **Proceedings.** INRA. p.162 a 170.
- (11) BABOL, J.; SQUIRES, E.J. Quality of meat from entire male pigs. **Food Research International**, vol.28, p.201-212, 1995.
- (12) BABOL, J. **Biochemical basis for boar taint.** Uppsala, 1997 105p. Doctor's dissertiaion - Swedish University of Agricultural Sciences.
- (13) BARTON - GADE, P. A. Meat quality in boars, castrates and gilts. **Livestock Production Science**, vol. 16, p. 187-96, 1987.
- (14) BEJERHOLM, A. C.; BARTON-GADE, P. The relationship between skatole/androstenone content and odour/flavour of meat from entire male pigs. **Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs**, Paris: M. Bonneau. INRA Editions, 1993, pp. 75-80.
- (15) BERDAGUE, J.L.; TALOU, T. Exemples d'application aux produits carnés des senseurs de gaz à semiconducteurs. **Science Alimentaire**, vol. 13, p. 141-148, 1993.

- (16) BERDAGUE, J.L; TALOU, T ; BONNEAU, M. Estimation of androstenone content in backfat samples, using semiconductor gas sensors or pyrolysis-mass-spectrometry. In: **Proceedings of a Meeting of the EAAP Working Group, Production and Utilization of Meat from Entire Males Pigs**, Milton Keynes, United Kingdom, 27-29 sep., 1995. 5p.
- (17) BONNEAU, M.; DESMOULIN, B.; FROUIN, A. Conséquences des processus technologiques de transformation des viandes de porc mâle sur la teneur en andosténenone des graisses. **Annales de Technologie Agricole**, vol 29, p. 69-73, 1980.
- (18) BONNEAU, M. Compounds responsible for boar taint, with especial emphasis on androstenone: a review. **Livestock Production Science**, vol.9, p.687-707, 1982.
- (20) BONNEAU, M.; RUSSEIL, P. The size of Cowpwer's (bulbo-urethral) gland as na estimate of boar taint on the slaughter line. **Livestock Production Science**, vol. 13, p. 329-334, 1985.
- (21) BONNEAU, M.; LE DENMAT, M.; VAUDELET, J.C.; NUNES, J.R.V.; MORTENSEN, A.B.; MORETENSEN H.P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory atributes of fat and pork meat. **Livestock Production Science**, vol. 32, p. 63-80, 1992a
- (22) BONNEAU, M.; Le DENMAT, M.; VAUDELET, J.C.; NUNES, J.R.V.; MORTENSEN, A.B.; MORETENSEN H.P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: II. Eating quality of cooked hams. **Livestock Production Science**, vol.32, p.81-88, 1992b.

- (23) BONNEAU, M.; LE DENMAT, M.; MORTENSEN A.B.; MORTENSEN, H.P. Relationships between fat androstenone and skatole levels and organoleptic assessment of pork and cooked ham. **Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs**, Paris: M. Bonneau, INRA Editions, p. 81-86, 1993.
- (24) BONNEAU, M.; DUFOUR, R.; CHOUVERT, C.; ROULET, C; MEADUS, W.; SQUIRES, E.J. The effect of immunization against Luteinizing Hormone-Releasing Hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, vol 72, p. 14-20, 1994.
- (25) BONNEAU, M. Use of entire male for pig meat in the European Union. **Meat Science**. vol. 49, p.257-272, 1998.
- (26) BOOTH, W. D. Sexual dimorphism involving steroidal pheromones and their binding protein in the submaxillary gland of the Göttingen miniature pig. **Journal of Endocrinology**, vol.100, p.195-202, 1984.
- (27) BOOTH, W.D. Factors affecting the pheromone composition of voided saliva. **Journal of Reproduction and Fertility**, vol 81, p. 427-431, 1987.
- (28) BOURROUNEET, B.; TALOU, T.; GASET, A. Application of a multi-gas-sensor device in the meat industry for boar taint detection. **Sensory Actuators**, vol 26, p. 250-254, 1995.
- (29) BOOTH, W.D.; WILLIAMSON, E.D.; PATTERSON, R.L.S. 16- Androstenone steroids in the submaxillary salivary gland of the boar in

the relation to production of boar taint in carcasses. **Animal Production**, vol. 42, p. 145-152, 1986.

- (30) BRANSCHIED, W.; FISHER, K.; KÜHNE, D., KLETTNER, P.-G.; DOBROWLSKI, A. Investigations on slaughter value, meat quality and suitability for processing of boars. In: 44th ANNULA MEETING EUROPEAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION, Aarhus. **Proceedings**, 1993. P. 87-94.
- (31) CARROL, W.E.; KRIDER, J.L. **Swine Production**, 4th ed. New York: Mc Graw-Hill, 1971, p. 528.
- (32) CHEN, W.; FORREST, J.C.; PENG, C.I.; PRATT, D.E. & JUDGE, M.D. Palatability of prerigor cooked boar meat. **Journal of Animal Science**, vol. 71, p.645-650, 1993.
- (33) CLAUS, R.; FISHER, A. & VOGELBACHER, B. Konzentrationen des Ebergeruchsteroids im Schlachtkörper des Ebers und daraus ergestellter Fleischerzeugnisse. **Fleischwirtschaft**, vol. 65, p. 375-7. 1985.
- (34) CLAUS, R.; MAHLER, G.; MEUNSTER, E. Determination of boar taint steroids 5-androst-16-en-3-one in adipose tissue of pigs with a rapid microutre plate enzyme-immunoassay. **Archiv fuer Lebensmittelhygiene**, vol. 39, p. 87-90, 1988.
- (35) CLAUS, R.; WEILER, U. Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig: a review. **Livestock Production Science**. Vol. 68, p. 245-260, 1994.

- (36) CRAIG, H.B. PEARSON, A.M.; WEBB, N.B. fraction of the component (s) responsible for the Sex odour in pork. **Journal of Food Science**, vol. 27, p.29-35, 1962.
- (37) CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 2., 1996, Campinas. **Anais**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. V1.
- (38) COX, E. J.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; LYNCH, P. B.; GRAY, J. I. Effect of dietary vitamin E and selenium on pig meat quality. In: **International Congress of Meat Science and Technology**, 1993, Calgary. p. 71.
- (39) DEANHARD, M.; CLAUS, R.; HILLENBRAND, M.; HERZOG, A. High-performance liquid chromatographic method for the determination of 3-methylindole (skatole) and indole in adipose tissue of pigs. **Journal of Chromatography** vol. 616, p. 205-209, 1993.
- (40) DESMOULIN, B.; BONNEAU, M. FRONIN, A., BIDARD, J.P. Consumer testing of pork and processed meat from boars: The influence of fat androstenone level. **Livestock Production Science**, vol. 9, p. 707, 1982.
- (41) DIESTRE, A.; OLIVER, M. A.; GISPERT, M.; ARPA, I. & ARNAU, J. Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. **Animal Production**, vol. 50, p. 519-30, 1990.

- (42) ELLIS, M.; SMITH, W. C.; CLARK, J. B. K. & INNES, N. A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. I. On farm performance carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. **Animal Production**, vol. 37, p. 1-9, 1983.
- (43) ENDER, K. Boar odour, limit value for androstenone and possibilities to reduce androstenone and skatole by different treatments. **Measurements and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs**, ed: M. Bonneau. INRA Editions, 1995, p.179-83.
- (44) FOUILLOUX, M.N.; Le ROY, P.; GRUAND, J. RENARD, C. SELLIER, P. ; BONNEAU, M. Support for single major genes influencing fat androstenone level and development of bulbo-urethral glands in young boars. **Genetics Selection Evolution**, vol. 29, p. 357-366, 1997.
- (45) FRIEND D. W.; FORTIN, A.; BUTLER, G.; POSTE, L. M.; KRAMER, J. K. G.; BURROWS, V.D. Naked oats (*Avena Nuda*) with and without lysine supplementation, for boars and barrows: growth, carcass and meat quality, energy and nitrogen metabolism. **Canadian Journal of Animal Science**, vol. 69, p. 765-78, 1989.
- (46) FRIIS, C. Distribution, metabolic fate and elimination of skatole in pig. In **Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs**, Paris: M. Bonneau. INRA Editions, p. 113-116, 1993.
- (47) FORTIN, A.; WOOD, J. D. & WHELEHAN, O. P. Breed and sex effects on the development, distribution of muscle, fat and bone, and the partition of fat in pigs. **Journal of Agriculture Science**, vol.108, p. 141-153, 1987.

- (48) GARCIA-REGUEIRO, J. A.; HORTOS, M.; ARNAU, C.; MONFORT, J. R.
Determination of skatole and indole in back fat of pigs by HPLC.
Journal of High Resol. Chromatography and C. Communications.
vol. 9, p. 362-363, 1986.
- (49) GARCÍA-REGUEIRO, J. A. & DIAZ, I. Evaluation of the contribution of
skatole, indole, androstenone and androstenols to boar-taint in back fat
of pigs by HPLC and capillary gas chromatography (CGC). **Meat
Science**, vol. 25, p. 307-316, 1989.
- (50) GIBBIS, M.; FISCHER, A. Methode zur Schnellbestimmung von indol und
skatole in fettgeweben von schweinen durch hocheleistungs-
flüssigchromatografie (HPLC). **Daustchland Lebensm-Rundsch**, vol
10, p.313-316, 1993.
- (51) GULLET, E.A.; PARTLOW, G.D.; FISHER, K.R.S.; HALINA, W.G.;
SQUIRES, E.J. Effect of pig sex on consumer ratings for pork chops
and bacon. **Food Quality and Preference**, vol. 4, p. 201-205, 1993.
- (52) HANSEN-MÖLLER, J. Determination of indolic compounds in pig fat by
solid phase extraction and gradient high performance liquid
chromatography with special emphasis on the boar taint compounds
skatole. **Journal of Chromatography**, vol. 624, p. 479-490, 1992.
- (53) HANSEN-MÖLLER, J. Rapid HPLC method for simultaneous
determination of androstenone, skatole and indole in back fat from
pigs. **Journal of Chromatography**, vol. 661, p. 219-230, 1994.

- (54) HANSSON, I.; LUNDSTRÖM, K.; MALMFORS, B. Effect of Sex and weight on growth, feed efficiency and carcass characteristics of pigs. 2. Carcass characteristics of boars, barrows and gilts, slaughtered at four different weights. **Swedish Journal of Agriculture**, vol 5, p. 69-80, 1975.
- (55) HANSSON, K. E.; LUNDSTRÖM, K.; FJELKNER-MODIG, S.; PERSON, J. The importance of androstenone and skatole for boar taint. **Swedish Journal of Agriculture**, vol.10, p. 167-173, 1980.
- (56) HAZAS, Z. Carcass quality and fattening of pigs kept under industrial conditions. **World Animal Production**, vol. 22, p. 9-11, 1986.
- (57) HENNESSEY, D.; MCCOLL, M.; MOSBEY, J. SALVATORE, L.; SALI, L.; WALDRON, D. **The control of boar taint by manipulation of LHUH**. In: Proceedings of the EAAP Working Group on Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs, Milton-Keynes, UK, 1995.
- (58) HENNESSEY D.P.; COLANTONI, C.; DUNSHEA, F.R. ; HOWARD, K.; JACKSON, P.; LONG, K.; LOPATICKI, S.; SALI, L.; SIMONS, J.; WALKER, J. **Elimination of boar taint: a commercial boar taint vaccine for male pigs**. In: Boar taint in entire male pigs. Ed. EAAP Publication, vol 92 p.141-144, 1997.
- (59) JENSEN, M.T.; COX, R.P.; Jensen, B.B. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs fed given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. **Journal of Animal Science**, p.61, 1995.

- (60) JUDGE, M. D.; MILLIS, E. W.; ORCUTT, M.W.; FORREST, J. C.; DIEKMAN, M. A.; HARMON, B. G.; LIN, R.S.; NICHOLLS, L.L. Utilization of boar meat: composition, quality and odour incidence in relation to androstenone and skatole. **Journal of Animal Science**, vol. 68, p. 1030-1033, 1990.
- (61) KEMPSTER, A.J.; DILWORTH, A.W.; EVANS, D.G. & FISHER, K.D. The effects of fat thickness and sex on pig meat quality with special reference to the problems associated with overleanness. I Butcher and consumer panel results. **Animal Production**, vol. 43, p. 517-533. 1986.
- (62) KEMPSTER, A. J. & LOWE, D. B. Meat production with entire males. Growth performance and carcass characteristics as influenced by genotype and environment. **44th Ann. Mtg. European Association of Animal Production**, Aarhus, 1993.
- (63) KNUDSON, B. K.; HOGBERG, M. G.; MERKEL, R. A.; ALIEN, R. E.; MAGEE, W.T. Developmental comparisons of boars and barrows: I. Growth rate, carcass and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, vol. 61, p. 789-96, 1985a.
- (64) KNUDSON. B. K.; HOGBERG, M. G.; MERKEL, R. A.; ALIEN, R. E.; MAGEE, W.T. Developmental comparison of boars and barrows: II. Body composition and bone development. **Journal of Animal Science**, 61, 797-801, 1985b.
- (65) LANGE, C.F.M.; SQUIRES, E.J. Entire males vs. Castrates for pork production - financial benefits to the producer. **Ontario Swine Research Review**. vol. 295, p.41-44, 1995.

- (66) LUCIANO, S.R.; NICOLAIEWSKY, S. Qualidade da carcaça de carne e dos produtos embutidos de macho castrados e inteiros. **In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais**, Curitiba, 1979.
- (67) LUNDSTRÖM, K.; MALMFORS, B.; MALMFORS, G. & STERN, S. Meat Quality in boars and gilts after immediate slaughter or lairage for two hours. **Swedish Agriculture Res.**, vol. 17, p. 51-6, 1987.
- (68) MAGARD, M.; BERG, H.; TAGESSON, V. JAREMO, M.; KARLSSON, L.; MATHIASSEN, L.; BONNEAU, M.; HANSEN-MÖLLER, J. Determination of androstenone in pig fat using supercritical fluid extraction and gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, vol. 43, p. 114-120, 1995.
- (69) MALMFORS, B.; NILSSON, R. Meat quality traits of boars in comparison with castrates and Ots. **Swedish Journal of Agriculture Res.**, vol. 8, p.209-217, 1978.
- (70) MALMFORS, B.; LUNDSTRÖM, K.; HANSSON, I. Fatty acid composition of porcine back fat and muscle lipids as affected by Sex, weight and anatomical location. **Swedish Journal Agriculture**, vol. 8, p.25-28, 1978.
- (71) MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**, nº 30.691 de 29 de mar. 1952, alterado pelos Decretos nºs 1.255 de 25 de jun. 1962, 1.236 de 02 de set. 1994, 1812 de 08 fev. 1996 e 2.244 de 05 jun. de 1997. Brasília, 1997.

- (72) MORTENSEN, A.B.; BEGERHOLM, C.; PEDERSEN, J. K. Consumer test of meat from entire males in relation to skatole in backfat. In: **Proceedings of 32nd European Meeting on Meat Research Workers**, Ghent, 1986, p. 23-26.
- (73) MOTTRAM, D. S.; WOOD, J. D.; PATTERSON, R. L. S. Comparison of boars and castrates for bacon production. 3. Composition and eating quality of bacon. **Animal Production**, vol. 35, p. 75-80, 1982.
- (74) NUNES, J.R.V. **Odor sexual na carne e na gordura de suínos machos inteiros**. 1980, 112p. Tese de doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal.
- (75) NUNES, J.R.V.; COSTA, P.M.; PEREIRA, A. S.; SILVA, M.A.; TORRES, C.A.A. Detecção do odor sexual na carne de suínos machos inteiros, por painel de degustação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 13, p. 95-103, 1984a.
- (76) NUNES, J.R.V.; COSTA, P.M.; PEREIRA, A. S.; SILVA, M.A.; PEREIRA, J.A.A. Aceitação da carne de suínos machos inteiros pelo consumidor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 13, p. 95-103, 1984b.
- (77) OLIVEIRA, J.J.V., SILVEIRA, E.T.F. e VIANA, A. G. Determinação de escatol e androstenona em toucinho costal-lombar e glândula salivar submaxilar de suínos. **Revista Brasileira de Análise de Alimentos**, vol. 5, p. 12-20, 1999.

- (78) PATENT DK 155200 B. MORTENSEN, A.B. **Fremgangsmade til detektering af uberhagelig lugt, sasom ornelugt, hos individuelle dyrekroppe, fortrinsvis slagtekroppe eller dele heraf**, 1982.
- (79) PATTERSON, R.L.S. A possible contribution of phenolic components to boar odour. **Journal of Science in Food Agriculture**, vol. 18, p. 8- 10, 1967.
- (80) PATTERSON, R.S. 5α -androst-16-en-3-one: compound responsible for boar taint in boar fat. **Journal of Science Food Agriculture**, vol 19, p., 31, 1968.
- (81) PEDERSEN, J.K.; MORTENSEN, A.B.; MADSEN, A. Foderets indflydelse paa ornelugt i svinekod. **Statens Husdybrugsforsog**, vol 1, p. 638, 1986.
- (82) PERRY, G.C.; PATTERSON, R.L.S.; MACKFIE, H.J.H; STINSON, C.G. Pig courtship behaviour: pheromonal property of androstenone steroids in male submaxillary secretion. **Animal Production Science**, vol.331, p. 191-199, 1980.
- (83) PLIMPTON, R. F.; OCKERMAN, H. W . ; CAHILL, V. R. & HILT, E. The effect of boar odour level, meat block dilution and addition of fennel spice on the acceptability of cooked frankfurters processed from boar pork. In: **Proceedings of 22nd European Meeting of Meat Research Workers**, Malmd, p. A7: I-A7:6, 1976.
- (84) REED, H. C. B.; MELROSE, D. R. PATTERSON, R. L. S. Androgen steroid as an aid to detection of estrus in pig artificial insemination. **British Veterinarian Journal**, 130. p.61-66, 1974.

- (85) SATHER, A. P. ; JONES, S. D. M. & JOYAL, S.. Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White market-weight pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, vol. 71, p. 29-42, 1991.
- (86) SATHER, A. P. ; SQUIRES, E. J.; JEREMIAH, L. E.; JONES, S. D. M. & SCHAFFER, A. L. (1993). Farming for the future project . **Meat quality and consumer acceptance of pork from entire males**, Alberta Agriculture, Edmonton. 1993, p.92.
- (87) SELLIER, P.; BONNEAU, M. Genetic relationship between fat androstenone level in males and development of male and female genital tract in pigs. **Journal of Animal Breeding Genetic**. vol.105, p. 1-20, 1988.
- (88) SILVEIRA, E.T.F. Impacto da qualidade na industrialização da carne suína. In: **Anais da II Conferencia Internacional sobre Ciência e Tecnologia de Produção e Industrialização de Suínos**. Campinas, Brasil, 1996, p. 99-121.
- (89) SQUIRES, E. J. Studies on the suitability of a colorimetric test for androst-16-ene steroids in the submaxillary gland and fat of pigs as a simple chemical test for boar taint. **Canadian Journal of Animal Science**, vol. 70, p. 1029-1026, 1990.
- (90) SQUIRES, E. J.; GULLET, E. A.; FISHER, K. R. S.; PARTLOW, G. D. Comparison of androst-16-ene steroid levels determined by a calorimetric assay with boar taint estimated by a trained sensory panel. **Journal of Animal Science**, vol. 69, p.1092-1100, 1991.

- (91) SQUIRES, J.E.; ADEOLA, O.; YOUNG, L.G.; HACKER, R.R. The role of growth hormones, β -adrenergic agents and intact males in pork production: **A Review. Canadian Journal of Animal Science**, vol.73, p.1-23, 1993.
- (92) SQUIRES E.J.; LOU, Y.; GIBSON J.P. Boar taint: how much is too much ? Presenter at Symposium **Ontario Pork Carcass Appraisal Project Symposium**. Proceedings, p. 01-04, 1996.
- (93) SQUIRES, E.J.; LOU, Y. Levels of boar taint in purebred entire male pigs in Ontario. **Ontario Swine Research Review**, OAC Publication, University of Guelph, 1995, 102p.
- (94) TARRANT, P. V.; GALLWEY, W. J. & MCGLOUGHLIN, P. Carcass pH values in Irish Landrace and Large White pigs. **Irish Journal of Agriculture Research**, vol. 18, p. 167-72, 1979.
- (95) UTTARO, B.; AKER, C. & BALL R. O. Growth characteristics and lean Distribution in Ontario purebred swine. **Ontario Swine Research Review**, OAC Publication # 0294 ISSN 0842-9839, University of Guelph, Guelph, Canada, p. 53-5, 1994.
- (96) UZU, G.; BONNEAU, M. Relations entre la production spermatique et la teneur en androsténone dans les graisses du jeune verrat. **Annuaire du Zootechnia**. Vol. 29, p.23-30, 1980.
- (97) VOLD, E. Fleischproductionseigenschaften bei Ebern und Castraten. IV. Organoleptische und Gaschromatografische Untersuchungen Wasserdampf-flüchtiger Stoffe des Rückmspeckes von Ebern. **Norwegian Landbrukshoegsk.**, vol. 49, p. 1-25. 1970.

- (98) WALSTRA, P. Fattening of young boars: quantification of negative and positive aspects. **Livestock Production Science**, vol. I, p.187-96, 1974.
- (99) WARRISS, P. D. Incidence of carcass damage in slaughter pigs. In: **Proceedings of 30th European Meeting Meat Research Workers**, Bristol, p. 1- 8, 1984.
- (100) WARRISS, P.D.; BROWN, S. N. The physiological responses fighting in pigs and the consequences for meat quality. **Journal of Science Food Agriculture**, **36**. 87-92, 1985.
- (101) WARRISS, P.D. **The effect of time and conditions of transport and lairage on pig meat quality**. In: Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs, ed. P.V. Tarrant, G. Eikelenboom & G. Monin. Martinus Nijhoff Publishers, 1987, 245-264p.
- (102) WILLIAMS, L.D.; PERSON, A.M.; WEBB, N.B. Incidence of Sex odor in boar, sows, barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, vol. 22, p. 16-18, 1963.
- (103) WOOD, J.; RILEY, J.E. Comparison of boars and castrates for bacon production. 1. Growth data, and carcass and joint composition. **Animal Production**, vol. 36, p. 55-63, 1982.
- (104) WOOD, J.D.; ENSER, M. Comparison of boars and castrates for bacon production. I. Composition of muscle and subcutaneous fat, and changes in side weight during curing. **Animal Production**, vol.35, p.65-74, 1982.

- (105) WOOD, J. D. ; ENSER, M. ; WHITTINGTON, F. M. ; MONCRIEFF, C. B.: KEMPSTER, A. J. Backfat composition in pigs: differences between fat thickness groups and sexes. **Livestock Production Science**, vol. 22, p. 351-62. 1989.
- (106) WILLEKE, H. Possibilities of breeding for low 5-androstene content in pigs. **Pig News and Information**. vol 14, p. 31-33, 1993.
- (107) ZABOLOTSKY, D.A.; CHEN, L.F.; PATTERSON, J.A.; FORREST, J.A.; LIN, H.M.; GRANT, A.L. Supercritical carbon dioxide extractin of androstenone and skatole from pork fat. **Journal of Food Science**, vol 60, 5, p. 1-3, 1995.
- (108) YOKOYAMA, M.T.; CARLSON, J.R. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract special reference to skatole. **American Journal of Clinical and Nutrition**, vol 32, p.173-178, 1979.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS RESPONSÁVEIS PELO ODOR SEXUAL E DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE DE QUATRO GRUPOS GENÉTICOS SUÍNOS.

1. INTRODUÇÃO

A criação de suínos machos inteiros, em comparação com castrados e fêmeas, oferece à produção e industrialização uma série de vantagens. Os machos inteiros tem alta eficiência alimentar, desenvolvem-se mais rápido e contém maior teor de carne magra e menos gordura em suas carcaças (BABOL, 1997). Evitando-se a prática da castração, eliminam-se as perdas de peso e a mortalidade decorrentes da castração e promove-se a seleção genética do rebanho devido ao aumento do número de animais que podem ser testados. Além disso, melhoram-se as condições de bem estar animal. No entanto, apesar de todas essas vantagens, em muitos países onde se produz carne suína, os animais são castrados ainda nos primeiros dias de vida para se evitar o potencial aparecimento do odor sexual na carne.

A castração dos machos previne o desenvolvimento do odor sexual, mas também cessa com a produção dos esteróides testiculares (CLAUS & WEILER, 1994). O principal esteróide responsável pelo aparecimento do odor na carne de suínos machos inteiros é a androstenona (PATTERSON, 1968). Este esteróide tem função de ferormônio, e também é sintetizado nos testículos, juntamente com a testosterona. Muitos autores têm observado diferenças entre raças quanto aos níveis de concentração de androstenona na carcaça. BONNEAU *et al.* (1979) encontraram concentrações mais elevadas de androstenona na raça Pietran que em Landrace Belga. XUE *et al.* (1995) observaram concentrações mais elevadas na raça Hampshire em relação às raças Duroc, Landrace e Yorkshire. No entanto, SQUIRES & LOU (1995) encontraram maiores níveis de androstenona na raça Duroc que nas raças Hampshire, Landrace e Yorkshire. Além disso, a incidência

de aparecimento da androstenona também foi bem superior na raça Duroc em comparação com as demais raças.

A testosterona é o primeiro esteróide anabolizante passível de ser analisado mediante ensaio radioimunológico (RIA) (NUNES, 1982). Segundo JONSSON *et al.* (1974) existe correlação positiva entre os níveis plasmáticos periféricos de testosterona e de androstenona. Conforme observado por CLAUS *et al.* (1971) e ANDRESEN (1976), o nível periférico de testosterona aumenta com a idade em machos inteiros, assim como também aumenta o odor sexual (CLAUS *et al.*, 1971). Alguns autores têm observado diferentes níveis periféricos de testosterona em diferentes raças, o que está diretamente relacionado com a precocidade sexual dos indivíduos. RHODES (1971) encontrou odores sexuais mais intensos em animais da raça Landrace, em relação aos animais Large White. No Brasil, estudos realizados por NUNES (1982), também mostraram a raça Landrace com maiores níveis de testosterona no plasma em comparação com outras raças.

Os machos inteiros tem menor teor de gordura que fêmeas e castrados. À exceção da gordura intermuscular, que em muitos estudos apresentou-se mais abundante em carcaças de machos inteiros (FORTIN *et al.*, 1987; SATHER *et al.*, 1993), nos demais depósitos de gordura (subcutânea, intramuscular e perirenal) a quantidade em machos inteiros é menor que nas demais categorias (BABOL, 1997).

Quando comparados às demais categorias, os machos inteiros são considerados mais agressivos e, por esse motivo, estariam mais susceptíveis a problemas que provocam desvios na qualidade da carne, devidos ao estresse. Os efeitos do estresse na qualidade da carne são percebidos através do aparecimento das anomalias PSE e DFD. A carne PSE (*pale, soft and exsudative*) é aquela que apresenta-se com uma coloração pálida, flácida e exsudativa, o seu aparecimento pode ser detectado através dos valores de pH 45 minutos *post-mortem*.

Contrariamente à anterior, a carne DFD (*dark, firm and dry*) apresenta-se com uma coloração mais escura, seca ou pegajosa ao toque e de estrutura firme. A forma de detecção desta condição é a medida de pH da carne 24 horas *post mortem*. Em muitos estudos os valores de pH 1 h *post-mortem* não diferiram entre os animais inteiros, castrados e fêmeas (TARRANT *et al.*, 1979; WARRISS e BROWN, 1985). Entretanto, a frequência no aparecimento de carne DFD parece ser maior em machos inteiros que nas demais categorias (TARRANT *et al.*, 1979; ELLIS *et al.*, 1983).

Os objetivos deste experimento foram verificar as relações entre o nível de androstenona e escatol no toucinho costo-lombar e o nível periférico de testosterona em diferentes idades do animal, aspectos de qualidade da carne (pH e capacidade de retenção de água), espessura de toucinho e peso das carcaças de suínos machos inteiros machos castrados e fêmeas provenientes de quatro genótipos diferentes, sendo três raças puras e um cruzamento comercial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL E PERÍODO

A coleta de sangue para a realização das análises de testosterona, o abate dos animais, a coleta dos dados de pH e temperatura, a pesagem das carcaças, a medida da espessura do toucinho e a coleta das amostras para as análises de concentração de androsterona, escatol e para capacidade de retenção de água, realizados neste experimento, aconteceram na região oeste do estado de Santa Catarina, nos períodos de janeiro a abril de 1998.

As análises cromatográficas, dos compostos responsáveis pelo aparecimento do odor sexual, foram realizadas no Laboratório do Centro de Química do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). E as análises de capacidade de retenção água (CRA) e a quantificação dos níveis de testosterona dos machos inteiros, foram realizadas no Centro de Tecnologia de Alimentos (CTC) do ITAL.

ANIMAIS

As amostras foram obtidas de um total de 460 suínos, sendo 208 machos inteiros, 110 castrados e 116 fêmeas. Os genótipos dos animais em estudos foram: Large White, Duroc, Landrace e Híbrido (cruzamento comercial das raças Pietran, Hampshire e Landrace).

O experimento foi realizado em duas etapas, na primeira os animais abatidos foram suínos machos inteiros, castrados e fêmeas com 150 dias de idade. E na segunda foram somente os machos inteiros das diferentes raças com 210 dias de idade. Os animais eram provenientes de Estações de Avaliação Genética e receberam uma alimentação padrão, composta de rações balanceadas compatíveis com as fase de crescimento e terminação.



Fotografia 1. Suínos machos inteiros Landrace com 210 dias de idade, na pocilga de espera do matadouro frigorífico.

Foram retiradas e identificadas as amostras de toucinho costo-lombar e coletados dados para a determinação dos parâmetros de qualidade da carne e da carcaça na linha de matança durante as operações de abate.

ABATE

O transporte dos animais, das granjas de reprodução até os abatedouros, foi realizado por meio de caminhão de carroceria simples. A densidade de animais por caminhão variou de 0,30m² a 0,45m² para cada 100kg de peso vivo.

Estabeleceu-se, como jejum alimentar, o período de 12 - 24 horas antes do abate e forneceu-se água à vontade aos animais. O tempo mínimo de espera dos animais nas pocilgas de abate variou de 2 a 3 horas, enquanto o tempo máximo ficou entre 4 a 8 horas. Depois deste período, os animais foram conduzidos das pocilgas de abate para a área de insensibilização e neste percurso percorriam distâncias de 5 a 15 metros.

Os animais do experimento foram sempre abatidos após os intervalos de trabalho dos funcionários e sempre no período da manhã.

Todos os animais foram insensibilizados eletricamente com o aparelho de corrente alternada calibrado para $220 \pm 20V$, e frequência de 60 Hz e amperagem variando entre 0,8 a 1,2 A.

A sangria aconteceu logo após a insensibilização, com o animal posicionado na horizontal. Após cessarem os reflexos musculares, os animais foram suspensos até a nória para dar prosseguimento às demais operações de abate.

Logo após a entrada das carcaças na área limpa, as mesmas foram identificadas e marcadas. A seguir, as carcaças foram desviadas para o Departamento de

Inspeção Final (DIF), onde realizou-se a coleta das amostras de toucinho costal com o intuito de não se atrapalhar a rotina de trabalho do frigorífico.

CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As características de qualidade da carne avaliadas foram os valores de pH, temperatura e capacidade de retenção de água (CRA), com o objetivo de se observar o estresse pré-abate dos machos inteiros comparados aos demais sexos e entre as raças. Os pesos e as espessuras de toucinho foram obtidos para a análise das características quantitativas da carcaça.

A seguir, são descritas as metodologias utilizadas seguindo sua ordem de realização.

Análise de pH

Estas medidas foram coletadas utilizando-se um pHmetro de punção, diretamente no M. *Longissimus dorsi*, nos tempos de 1 e 24 horas *post-mortem*. Procedeu-se três leituras em cada carcaça. O aparelho utilizado foi um medidor de pH digital portátil Marca DIGIMED, modelo BMV-70 com precisão de 0,01.

Medida de temperatura

Estes dados foram coletados utilizando-se um termometro de punção, diretamente no M. *Longissimus dorsi*, nos períodos de 1 e 24 horas *post-mortem*. Procedeu-se três leituras em cada carcaça. O aparelho utilizado foi um termômetro digital Thermokrom 7200, com precisão de 0,1°C, acoplado ao equipamento de medição de pH.

Peso da carcaça

Todas as meias carcaças foram pesadas em balança de tendal digital, Marca TOLEDO, com resolução de 10g, antes de serem levadas às câmaras de resfriamento de carcaças.

Espessura de toucinho

As medidas de espessura de toucinho foram realizadas logo após a pesagem das meias carcaças, com o uso de um paquímetro, na região entre a 10^a e a 11^a vértebras torácicas.

Capacidade de retenção de água (CRA)

Foi avaliada empregando-se a metodologia descrita por GRAU e HAMM (1954) e modificada por HOFMANN *et al.* (1982). Foram utilizadas amostras compostas, de forma que a coleta de cada 5 animais resultou em uma amostra. Amostras de 0,500g $\pm 0,0005$ foram retiradas do músculo *Semimembranoso* após 24 horas *post-mortem* e colocadas entre dois discos de papel de filtro Wathman n° 1. Estes foram então colocados entre duas placas de acrílico. O conjunto foi submetido em uma prensa hidráulica a uma pressão de 500lb/pol², durante o período de 2 minutos. Após esta operação, realizou-se a medida da área da amostra prensada (A), bem como da área total (T), com um planímetro. O valor G, obtido foi calculado através da relação A/T para cada amostra.

ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DOS COMPOSTOS RESPONSÁVEIS PELO ODOR SEXUAL

A base para os ensaios foi obtida através da metodologia descrita por GARCIA-REGUEIRO e DIAZ (1989) e modificada e otimizada por OLIVEIRA *et al.* (1999) que consiste da extração e da quantificação da androstenona e do escatol presentes no toucinho costo-lombar de suínos.

Várias combinações de solventes foram testadas a fim de se encontrar a polaridade ideal, que extraísse a maior fração possível do escatol e da androstenona, sem arrastar os interferentes. Nos ensaios iniciais a extração foi feita com metanol, que era então totalmente evaporado em ar comprimido, isso porém provocava a oxidação completa do escatol. Utilizou-se a combinação dos seguintes solventes para a percolação da coluna de florisil: 20ml de hexano, 29ml de hexano eter etílico 8:2 e então o diclorometano, mas a androstenona permanecia retida na coluna. Desativou-se então a coluna de florisil com 2% de água. Otimizou-se a análise, eliminando-se a passagem da fração de diclorometano.

O limite de quantificação da metodologia foi testado com adição de padrões de 0,15; 0,5 e 1,0 $\mu\text{g/g}$ de escatol e androstenona em toucinho costo-lombar de fêmeas suínas (amostra ausente desses compostos). Para se calcular os níveis de escatol e androstenona as áreas obtidas das amostras foram comparadas com um padrão de 1 $\mu\text{g/g}$ padrão diluído em hexano.

Para a certificação de que não estavam ocorrendo picos interferentes no mesmo tempo de retenção dos compostos em estudo, foram realizados testes com brancos, ou seja, somente com os solventes e também testes com as testemunhas (toucinho costo-lombar de fêmeas sem adição do padrão).

O ensaio definitivo para a determinação dos compostos escatol e androstenona em cromatografia gasosa está descrito a seguir:

Método de Extração

Na extração de escatol e androstenona em amostras de toucinho costo-lombar foi empregado o método desenvolvido por OLIVEIRA *et al.* (1999). No procedimento de extração foram pesadas 1 ou 2g das amostras em erlenmeyer de 50ml adicionados 13ml de metanol e extraído em misturador automático, durante 50 minutos. A seguir, o extrato foi filtrado em papel de filtro Whatman nº 40, lavado com 5ml de metanol, recolhido em tubo concentrador de 25ml e evaporado até a secagem com N₂ industrial e retomado em 1 ml de hexano p.r.. Para o clean-up dos extratos utilizou-se de uma coluna de vidro de 30cm de comprimento e 1cm de diâmetro, empacotada com 8cm de florisil sem muflar, desativado com 2% de água.

Adicionou-se no topo da coluna 1cm de sulfato de sódio anidro. Percolou-se 5ml de hexano p.r. para condicionar a coluna, descartando-se. Em seguida transferiu-se 1ml do extrato para a coluna, adicionou-se 20ml de hexano, tendo-se o cuidado de lavar o tubo concentrador. Descartou-se esta fase hexânica.

Finalmente, percolou-se pela coluna 20ml de hexano-Eter Etílico (8:2), recolhendo em tubo concentrador. Evaporou-se esta fase com o auxílio de N₂, até o volume de 1ml e injetou-se em cromatógrafo.

Quantificação de Escatol e Androstenona

A quantificação foi realizada em cromatógrafo gasoso Marca HP, Modelo 6890 Series, equipado com Detector de Ionização de Chama (FID) acoplado a um microcomputador Modelo Vectra, operando no sistema Workstation.

O injetor apresentava-se no modo pulse splitless a 200°C, com H₂ a 17,1 psi e fluxo de 29,8ml/min, com purga de 60ml/min. O forno foi programado com temperatura de 40°C (2 minutos) com a primeira rampa a 10°C/min. até 150°C (2 minutos) e segunda rampa a 10°C/min. até 220°C (2 minutos), com pós-corrida até 300°C (6 minutos). A coluna utilizada foi a HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane Capillary 30,0m x 320µm x 0,25µm nominal. O gás de arraste empregado foi o H₂ a 17,1 psi e fluxo de 9,9ml/min até 24 min. e 10ml/min. em "post run" (30 minutos). Detector de ionização de chama (FID) a 300°C, fluxo de H₂ a 40ml/min, ar sintético a 400ml/min e make up com N₂ a 25ml/min.

ANÁLISE DE TESTOSTERONA (RADIOIMUNOENSAIO)

Foram analisadas amostras de plasma sangüíneo dos suínos machos inteiros utilizados neste estudo, para pesquisa de testosterona. As coletas de sangue, para análise, foram realizadas em intervalos de 1 mês de idade, desde o primeiro mês até o quinto e sétimo meses, quando os animais foram para o abate.

A metodologia testada foi descrita por NUNES (1982), e se constitui basicamente na utilização de um kit de radioimunoensaio para testosterona, denominado comercialmente de "Rhode Island Labs". O kit é composto de uma solução de anticorpo e padrão de Testosterona (200ng/ml).

As amostras de sangue coletadas na granja (10ml) sofreram centrifugação (2000 rotações por minuto, durante 10 minutos) foram congeladas e armazenadas sob congelamento (-20°C), no Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves (EMBRAPA – Concórdia, SC) e enviados ao CTC onde foram realizadas as análises. A seguir, são descritas as etapas de realização do radioimunoensaio.

Hidrólise

A hidrólise compreendeu três etapas:

- a) Adição de 15ml polipropileno em tubo de ensaio contendo 1000µl da amostras;
- b) Adição 1000µl de água bidestilada em cada tubo. Esta etapa objetiva eliminar a interferência das proteínas do sangue;
- c) Incubação dos tubos à 60°C durante 1 hora.

Extração da testosterona

O procedimento adotado consistiu das seguintes etapas:

- a) Extração da testosterona utilizando-se 3ml de éter etílico bidestilado, agitação em vortex durante 1 minuto, centrifugação (2000 à 3000rpm) durante 10 minutos. Transferência do sobrenadante para tubos de ensaio de vidro de 15ml;
- b) Colocação do conjunto contendo os tubos de ensaio de vidro em banho-maria, regulado a 37°C e secagem com ajuda de ar comprimido;
- c) Resuspensão do precipitado em 1000µl de solução tampão PBS com gelatina, pH 7,4 (2,08g de KH_2PO_4 ; 11,39g de Na_2HPO_4 ; 9,0g de NaCl; 1,0g de $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$). Separação de 100ml desta solução e diluição para 1000ml, acrescido de 3,72g de EDTA e 1,0g de gelatina bacteriológica) e combinação do processo de agitação (vortex durante 1 minuto) e imersão em banho-maria (60°C durante 1 minuto);
- d) Adição em tubo de polipropileno de 400µl do precipitado acima resuspenso.

Preparação da Curva de Calibração

A curva de calibração foi construída conforme o que se segue:

- a) Adição de 950 μ l da solução tampão PBS em um tubo de centrífuga de vidro e 500 μ l da mesma solução em seis tubos de centrífuga de vidro de 15ml;
- b) Adição de 50 μ l do padrão de testosterona (200ng/ml) no tubo contendo 950 μ l de solução tampão PBS. Após homogeneização em vortex, transferir-se 500 μ l para o outro tubo de centrífuga. Procedimento similar foi realizado para os outros 5 tubos de maneira que 6 deles continham 500 μ l e o último 1000 μ l;
- c) Transferência de 100 μ l de cada tudo de centrífuga acima preparado para tubos de polipropileno em duplicata;

Leitura no Cintilógrafo

- a) Adição nos tubos de ensaio preparados anteriormente (20 proveniente da curva de calibração e tubos contendo amostras) 100 μ l de testosterona tritiada do Kit;
- b) Adição nos tubos referendados, 100 μ l de anticorpo do Kit, exceto nos quatro primeiros tubos da curva de calibração;
- c) Repouso à 7°C durante 1 hora;
- d) Adição 1 hora após, de 500 μ l de uma suspensão de carvão – Dextran (0,5% de carvão – 0,05% de Dextran em tampão PBS) e incubou-se à 4°C durante 10 minutos;
- e) Centifugação (3000-3500 rpm, 4°C durante 10 min);
- f) Transferência do sobrenadante para os tubos viales do cintilógrafo e adição de 5ml de cintilador líquido (4,9g de PPO; 0,1g do POPOP, 666ml de tolueno, 333ml de tritonX100);
- g) Leitura no equipamento: o valor achado pela curva de calibração da amostra é multiplicado pela alíquota inicial (1000l) e dividido pela alíquota pega após a extração (400 μ l). O valor encontrado é multiplicado por 100 e dividido pelo

valor encontrado do fortificado recuperado, então tem-se a concentração em ppt da amostra.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados experimentais provenientes das características de carcaça dos atributos de qualidade da carne e das determinações por radioimunoensaio (testosterona), foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Em seguida, aplicou-se o Teste de Tukey, nas comparações das médias, ao nível de 5% de significância, entre os sexos e entre genótipos. Análises de correlação foram realizadas para verificar-se possíveis relações de causa-efeito.

Os dados obtidos nas análises cromatográficas, dos compostos responsáveis pelo odor sexual, foram utilizados no cálculo de médias e desvios padrão de acordo com a metodologia de dados censurados (HESEL, 1990) e a seguir esses dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey. Construiu-se ainda histogramas de frequência e tabelas com os valores obtidos. Análises de correlação dos resultados entre níveis de concentração de androstenona e testosterona foram realizadas para se observar possíveis relações de causa-efeito.

O programa estatístico utilizado foi o "STATISTICA for Windows" – Release 5.0 A Copyright © Stat Soft, Inc. (1984-1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação de pH na primeira hora *post-mortem* tem sido utilizada como indução da velocidade da glicólise e dos atributos de qualidade final da carne suína (cor, sabor, maciez, CRA e conservação), conforme sugerido por YANG *et al.* (1984).

Nas Tabelas 1 e 2 observam-se os dados de pH e temperatura, respectivamente, no músculo *Longissimus dorsi* (LD) dos suínos machos inteiros, machos castrados e fêmeas, em função do tempo *post-mortem*.

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos valores de pH avaliados em 1 e 24 horas *post mortem* no *M. longissimus dorsi* em função da categoria de sexo.

SEXO	Nº animais	1h <i>post-mortem</i>	24hs <i>post-mortem</i>
Macho	208	5,83 ^a ±0,41	5,55 ^a ±0,19
Castrado	110	6,04 ^b ±0,33	5,63 ^a ±0,26
Fêmea	116	5,95 ^a ±0,38	5,54 ^a ±0,18

Os índices a, b e c na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa

Constatou-se uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de pH₁ em função da categoria de sexo estudado. A média de 5,83 dos machos pode ser considerado um valor potencial para o desenvolvimento de carne PSE, segundo autores como YANG *et al.* (1984); DIESTRE, (1986) e OLIVER *et al.* (1986) (Tabela 1). Estes autores consideram carne PSE aquelas com pH₁ < 5,8. Os valores médios do pH₁ não diferiram ($p > 0,05$) entre machos e fêmeas, porém diferiu dos animais castrados, que apresentaram índices de pH₁ considerados

normais. Os resultados aqui obtidos não se assemelham aos obtidos por TARRANT *et al.*, (1979), MOTTRAM *et al.*, (1982) e WARRISS e BROWN, (1985), que não observaram diferenças nos valores de pH₁ entre machos inteiros, fêmeas e castrados.

Tabela 2. Médias e desvios padrões dos valores de temperatura avaliados em 1 e 24 horas *post-mortem* no *M. longissimus dorsi* em função da categoria de sexo.

SEXO	Nº animais	1h <i>post-mortem</i>	24hs <i>post-mortem</i>
Macho	208	34,49 ^a ±6,428	5,42 ^a ±3,774
Castrado	110	32,45 ^a ±4,903	5,70 ^a ±4,154
Fêmea	116	31,86 ^a ±5,646	5,32 ^a ±4,394

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

WOLTERS DORF & TROEGER, (1990) consideram valores de pH₁ < 5,8 e temperatura da carcaça de 36°C, para o músculo LD, próximos da faixa considerada crítica para o desenvolvimento de carne PSE. Já van der WAL *et al.*, (1995) classificaram o *M. longissimus lumborum* (localizado entre a terceira e quarta vértebra lombar) como músculo PSE para valores de pH₁ = 5,84.

Nas Tabelas 3 e 4 estão descritos os valores de pH 1 e 24 horas *post mortem*, no *M. longissimus dorsi*, relacionados com os diferentes genótipos e idade dos suínos machos inteiros.

Tabela 3. Médias e desvios padrão dos valores de pH avaliados em 1 e 24 horas *post-mortem* no *M. longissimus dorsi* dos machos inteiros com 5 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudados.

GENÓTIPO	Nº animais	1h <i>post-mortem</i>	24hs <i>post-mortem</i>
Híbrido	19	5,46 ^a ±0,206	5,54 ^a ±0,114
Duroc	11	5,95 ^b ±0,282	5,55 ^a ±0,168
Large White	41	6,27 ^c ±0,262	5,63 ^a ±0,137
Landrace	36	6,21 ^{bc} ±0,182	5,67 ^a ±0,148

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

Os resultados médios para os animais Híbridos (LD, $pH_1 = 5,460 \pm 0,20$; $5,402 \pm 0,26$ respectivamente para 5 e 7 meses de idade) podem ser enquadrados, conforme a classificação proposta por LOPEZ-BOTE *et al.*, (1989), e KAUFFMAN *et al.* (1993), para carne PSE, normal e DFD para o músculo LD ($pH_1 = 5,60 \pm 0,591$; $5,61 \pm 0,08$ e $5,70 \pm 0,2$, respectivamente) como carne PSE. Entretanto, a condição DFD favorecida por $pH_{24} \geq 6,0$ (FELÍCIO, 1986) não foi observada em nenhum dos genótipos presentes neste estudo.

van der WALL *et al.* (1988) classificaram a carne de lombo em 3 categorias: DFD, Normal e PSE, conforme os seguintes valores de $pH_{24} = 6,48$ à $6,76$; $5,49$ à $5,78$ e $5,34$ à $5,44$, respectivamente. No presente experimento, os valores de pH_{24} ($5,49$ a $5,78$) obtidos no lombo correspondem à qualidade normal (Tabelas 3 e 4).

Os valores de pH_1 obtidos no presente estudo para os animais de 5 e 7 meses estão compreendidos numa faixa próxima aquela obtida por SILVEIRA (1977). Este autor observou que os animais provenientes do cruzamento de Landrace e Large White para a maioria dos tratamentos investigados, resultou um pH_1 acima de 6,0 nas carcaças de animais fêmeas. Verificou-se ainda, que valores de pH_1

próximos a 5,4 estavam relacionados ao tratamento aplicado (sangria sem insensibilização) independentemente do sexo ou genótipo considerado.

Tabela 4. Médias e desvios padrões dos valores de pH avaliados em 1 e 24 horas *post-mortem* no *M. longissimus dorsi* dos machos inteiros com 7 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudadas.

GENÓTIPO	Nº animais	1h <i>post-mortem</i>	24hs <i>post-mortem</i>
Híbrido	20	5,40 ^a ±0,262	5,49 ^a ±0,127
Duroc	20	6,09 ^b ±0,211	5,78 ^a ±0,131
Large White	36	6,11 ^b ±0,177	5,75 ^a ±0,123
Landrace	25	6,09 ^b ±0,221	5,50 ^a ±0,147

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressão diferença significativa.

Diferentemente do que vem sendo relatado na literatura (TARRANT *et al.*, 1979; LUNDSTRÖM *et al.* 1987), os machos inteiros neste estudo, não apresentaram valores de pH₂₄ característicos de carne DFD. E as médias encontradas se assemelham às apresentadas por MOTTRAM *et al.* (1982) e BARTON-GADE, (1987), que não detectaram diferenças entre machos inteiros.

As médias de temperatura nas primeiras horas *post mortem* LD₁ (31,86° a 34,49°C), (Tabela 2) encontram-se numa faixa ligeiramente inferior àquela relatada no experimento realizado por TROEGER & WOLTERSDORF (1990). É importante ressaltar que o resfriamento mais rápido da carcaça e principalmente dos cortes comerciais favorecem a redução da incidência de carne PSE, além de contribuir para a qualidade microbiológica da carne (PINTO NETO *et al.* 1998).

O acréscimo no metabolismo muscular, constatado pelos baixos valores de pH na primeira hora *post mortem* pode ser considerado um bom critério para diagnosticar a qualidade final da carne (KORTZ *et al.*, 1968; WOLTERSDORF & TROEGER, 1987; BARTON-GADE & BLAABJERG, 1989; TROEGER & WOLTERSDORF, 1990). De maneira geral, a ocorrência de um pH muscular baixo ($\text{pH}_1 \leq 5,8$), combinado com temperatura muscular fisiológica alta ($38^\circ - 40^\circ\text{C}$) pode caracterizar o desenvolvimento de uma carne PSE (YANG & *et al.* 1984).

O resultado estatístico do pH avaliado no músculo LD na primeira hora *post mortem* (Tabela 3 e 4) mostrou que efeito genótipo exerce uma influência significativa quanto a redução do pH do Híbrido em ($\text{pH}_1 = 5,46$ e $5,40$).

ELLIS *et al.* (1995), considerou em suas investigações o lombo com valores de $\text{pH}_1 = 5,66$ e $5,77$ como carne PSE e normal. Considerando os dados desses autores e comparando com os apresentados nos Quadros 3 e 4, observa-se que o lombo proveniente do cruzamento chamado Híbrido avaliado uma hora *post mortem*, resultou em pH de valores ($\text{pH} = 5,54$ e $5,49$) que se enquadrariam na condição PSE. Além disso, essa confirmação foi constatada através da avaliação subjetiva da cor e textura, efetuada no momento do corte e desossa das carcaças no dia posterior ao abate, quando o pH 24 horas da carne do Híbrido apresentava as menores médias.

PESO DA CARÇAÇA e ESPESSURA DE TOUCINHO

Observa-se na Tabela 5, que aos cinco meses de idade os machos inteiros dos genótipos Híbrido e Landrace, mostraram-se significativamente mais pesados que as raças Duroc e Large White. E aos sete meses os animais Híbrido mostraram-se muito mais pesados que os demais genótipos estudados.

Tabela 5. Médias e desvios padrão de peso da carcaça e espessura de toucinho dos suínos machos inteiros com 5 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudados.

GENÓTIPO	Nº animais	Peso da carcaça (kg)	Espessura de toucinho (mm)
Híbrido	19	74,23 ^a ±6,05	14,42 ^a ±2,24
Duroc	11	60,47 ^b ±9,97	12,14 ^b ±1,62
Large White	41	59,57 ^b ±4,37	12,80 ^b ±2,80
Landrace	36	71,22 ^a ±5,31	18,22 ^c ±5,51

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

Quanto à gordura de cobertura e toucinho costal-lombar, machos inteiros apresentam em média 3,0 a 3,6 cm de espessura (SQUIRES *et al.*, 1993). XUE *et al.* (1995) encontraram valores de 13,98mm a 14,18mm nas raças estudadas e WARRISS e BROWN (1993) observaram valores 1,1mm menores em machos inteiros do que em fêmeas.

Na Tabela 5, observa-se que o genótipo Landrace apresentou os maiores valores de espessura de toucinho que os demais (18,22 ±5,51mm) e os genótipos Duroc e Landrace apresentaram os menores valores respectivamente (12,14 ±1,623 e 12,80 ±2,801mm). No entanto aos 7 meses de idade os animais Landrace permaneceram quase que com os mesmos valores médios (18,50 ±3,413mm) e os animais Large White passaram a apresentar os maiores ($p < 0,05$) valores de espessura de toucinho.

O genótipo Híbrido apresentou maior ($p < 0,05$) peso de carcaça junto com o Duroc, e menor ($p < 0,05$) espessura de toucinho aos 7 meses, o que indica um alto teor de carne magra na carcaça desses animais. Através da análise de

Tabela 6. Médias e desvios padrões de peso da carcaça e espessura de toucinho dos suínos machos inteiros com 7 meses de idade em função dos diferentes genótipos estudados.

GENÓTIPO	Nº animais	Peso da carcaça (kg)	Espessura de toucinho (mm)
Híbrido	20	114,45 ^a ±0,262	16,60 ^a ±3,14
Duroc	20	87,47 ^b ±0,211	15,78 ^a ±3,92
Large White	36	100,35 ^c ±0,177	23,60 ^b ±7,43
Landrace	25	105,861 ^{bc} ±0,221	18,50 ^a ±3,41

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

Os valores médios de espessura de toucinho do genótipo Landrace deste estudo são semelhantes aos relatados por SQUIRES & LOU, (1995), que encontraram valores de 18,30mm em machos inteiros com 167 dias de idade e genótipo.

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

O atributo capacidade de retenção de água (CRA), tem fundamental importância tanto para comércio de cortes frescos como para a industrialização. Os resultados da CRA no *M. Semimembranosus* em função do sexo e do genótipo são apresentados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Tabela 7. Médias e desvios padrão dos valores G, relativos a CRA, da carne das diferentes categorias de sexos.

SEXO / CRA	VALOR G
Macho inteiro	0,524 ^b ±0,034
Castrado	0,452 ^a ±0,040
Fêmea	0,460 ^a ±0,038

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

Verifica-se na Tabela 7, que o sexo influenciou ($p < 0,05$) os valores dessa característica de qualidade. O suíno macho inteiro apresentou valor de CRA ($G=0,524$) maior em relação às fêmeas ($G=0,460$) e castrados ($G=0,452$).

Ao considerar a influência da linhagem na CRA (Tabela 8), verificou-se que o Híbrido resultou valor de $G=0,3299$, abaixo da faixa 0,400 e 0,412, considerada por RING & KORTMANN (1988) e SAKATA *et al.* (1989), respectivamente, como carne PSE, enquanto que as outros genótipos apresentaram valores médios de G variando de 0,4776 à 0,4952, correspondendo a uma qualidade de carne considerada normal.

KAUFFMAN *et al.* (1986) entretanto, apresentaram valores médios de G inferiores aos relatados anteriormente. Estes autores classificam como carne normal ($G = 0,36 \pm 0,04$) e PSE ($G = 0,24 \pm 0,04$). Mesmo usando os dados desse autor como referencial, a linhagem Híbrido encontra-se numa faixa considerada crítica para o desenvolvimento da condição PSE. RING & KORTMANN (1988) constataram que valores de CRA menores que 0,400 ou maiores que 0,640 correspondiam, respectivamente, às anomalias conhecidas como PSE e DFD.

Tabela 8. Médias e desvios padrões dos valores G, relativos a CRA, da carne dos diferentes linhagens de machos inteiros estudadas.

GENÓTIPO / CRA	VALOR G	
Híbrido	0,329 ^b	±0,028
Duroc	0,495 ^a	±0,035
Large White	0,477 ^a	±0,708
Landrace	0,487 ^a	±0,243

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

CONCENTRAÇÃO DE ANDROSTENONA E ESCATOL

Observa-se na Tabela 9 e na Figura 1, que aos 5 meses de idade não houve diferença significativa quanto à concentração de androstenona no toucinho costal-lombar nos diferentes genótipos estudados. Apesar do genótipo Large White, ter apresentado os maiores valores médios para concentração de androstenona ($0,41 \mu\text{g/g}$), a incidência do aparecimento de androstenona acima de $0,50 \mu\text{g/g}$ foi a mais baixa (4,8%). DESMOULIN *et al.*, (1982), BONNEAU *et al.*, (1993) e DIESTRE *et al.*, (1990) reportaram em seus estudos, como limite de rejeição de androstenona por parte dos consumidores e provadores treinados, valores de $0,50 \mu\text{g/g}$ de concentração. O genótipo Híbrido que apresentou média ($0,32 \mu\text{g/g}$) inferior ao do genótipo Large White, teve uma maior frequência (21%) no aparecimento da androstenona acima de $0,50 \mu\text{g/g}$ (intervalo de 0,40 a $0,60 \mu\text{g/g}$, conforme o gráfico) superando os demais genótipos testados.

Tabela 9. Médias e desvios padrão de concentração de androstenona ($\mu\text{g/g}$) nos machos inteiros de 5 meses de idade de diferentes genótipos.

GENÓTIPO	Média e Desvio Padrão	Nº animais testados	* N° carcaças positivas	** (%) de carcaças $\geq 0,50$ $\mu\text{g/g}$
Duroc	0,30 ^a $\pm 0,13$	11	4	9
Landrace	0,27 ^a $\pm 0,19$	36	20	8,3
Large White	0,41 ^a $\pm 0,46$	41	9	4,8
Híbrido	0,32 ^a $\pm 0,26$	19	17	21
TOTAL	-	107	50	9,3

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

* N° de carcaças positivas: carcaças que apresentaram concentração de androstenona.

** Percentual de carcaças que apresentaram concentrações igual ou acima do índice considerado como limiar de percepção para carne com odor sexual.

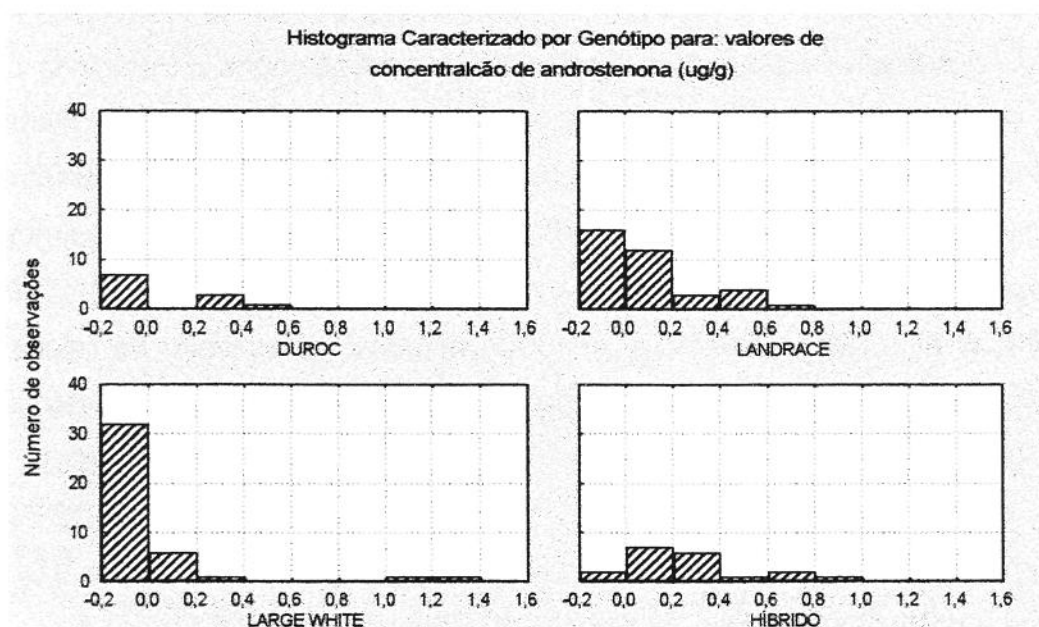


Figura 1. Histograma de frequência caracterizado por genótipo para concentrações de androstenona ($\mu\text{g/g}$) de animais de 5 meses de idade.

Em observações realizadas por BONNEAU *et al.* (1992a, 1992b) e DESMOULIN *et al.* (1982) na França, cerca de 33% dos machos inteiros apresentaram níveis de androstenona no tecido adiposo costal lombar acima de 0,50µg/g. Na Austrália, 50% dos machos inteiros apresentaram níveis de androstenona acima de 0,50µg/g e 23% acima de 0,1µg/g (HENNESSY *et al.*, 1995). Na Inglaterra cerca de 10% dos machos inteiros apresentaram níveis de androstenona superiores a 1,0µg/g (WARRIS, 1996).

No Canadá SQUIRES (1990) e SQUIRES *et al.* (1991) estudando concentrações de androstenona na glândula salivar submaxilar observaram que 8,3% a 11,3% das raças puras Yorkshire, Landrace e Hampshire e 53,3% dos Duroc, machos inteiros, apresentaram níveis de androstenona acima de 0,55µg/g. WILLEKE *et al.*, (1987) encontraram valores médios de concentração de androstenona de 0,28 µg/g em animais Landrace com cerca de 170 dias de idade, que são valores muito próximos aos encontrados neste experimento (0,27 µg/g) para animais Landrace com 150 dias de idade.

Percebe-se na Tabela 10, que os animais Híbrido apresentaram menor ($p<0,05$) concentração (0,28 µg/g) de androstenona que as demais raças em estudo e menor concentração do que a encontrada aos 150 dias de idade, embora esse decréscimo não ser significativo.

WILLEKE *et al.* (1987) observaram o acréscimo das concentrações de androstenona dos 170 aos 210 dias de idade na raças estudadas. Neste experimento verificou-se também acréscimo das concentrações de androstenona dos 150 aos 210 dias de idade em todos os genótipos, à exceção do Híbrido, que apresentou valores médios semelhantes aos 150 e 210 dias de idade.

Tabela 10. Médias e desvios padrões dos valores de concentração de androstenona ($\mu\text{g/g}$) nos machos inteiros de 7 meses de idade e de diferentes genótipos.

GENÓTIPO	Média e Desvio Padrão	Nº animais testados	* N° carcaças positivas	** (%) de carcaças $\leq 0,50$ $\mu\text{g/g}$
Duroc	0,65 ^a $\pm 0,34$	20	10	20
Landrace	0,50 ^a $\pm 0,11$	25	1	4
Large White	0,45 ^a $\pm 0,55$	36	8	5,5
Híbrido	0,28 ^b $\pm 0,20$	20	8	5
TOTAL	-	101	27	9,9

Os índices a, b e c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com o mesmo índice não expressam diferença significativa.

• N° de carcaças positivas: carcaças que apresentaram alguma concentração de androstenona.

** Percentual de carcaças que apresentaram concentrações iguais ou acima do índice considerado como limiar de percepção para carne com odor sexual.

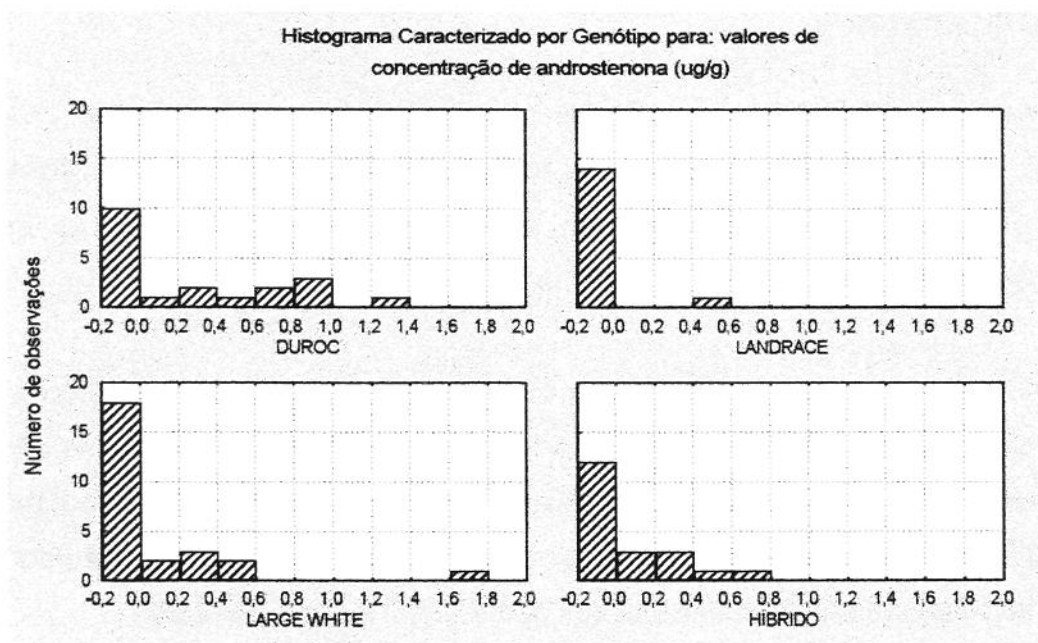


Figura 2. Histograma de frequência caracterizado por genótipo para concentrações de androstenona de animais de 7 meses de idade.

Em animais Landrace germânicos com 210 dias de idade, WILLEKE *et al.* (1987) observaram uma concentração média de androstenona de 0,54 µg/g, que se assemelha à média do genótipo Landrace deste experimento (0,50 µg/g).

JONSSON e PEDERSEN (1974) estimatiram a herdabilidade da característica do genótipo Landrace em $0,54 \pm 0,32$ e JONSSON e JOERGENSEN (1989) encontraram um coeficiente de herdabilidade de $0,81 \pm 0,21$ para raça Landrace Dinamarquesa. SELLIER e BONNEAU (1988), trabalhando com a raça Large White estimaram a herdabilidade em $0,87 \pm 0,47$. Segundo WILLEKE, (1993) a seleção genética pode ser uma boa alternativa para se promover a diminuição ou eliminação da androstenona no rebanho suíno.

Quanto à frequência do aparecimento de concentrações iguais ou acima do limite estabelecido como de rejeição, observou-se que aos 210 dias de idade a raça Duroc apresentou as maiores frequências, cerca de 20%. Nas demais raças esse índice não ultrapassou os 5,5%. Essa tendência também foi encontrada em experimentos realizados por SQUIRES & LOU, (1995), que encontraram índices de frequência para a raça Duroc de 53,3% e nas demais raças estudadas (Hampshire, Landrace e Yorkshire) índices que não ultrapassavam 9,45%.

Os valores da concentração de escatol encontrados no presente trabalho foram considerados muito baixos, ou seja, menores que 0,09 µg/g. Aliado a este fato a frequência de animais que apresentaram este composto foi também reduzida, cerca de 4,3% do total de animais testados. Estes resultados, podem ter ocorrido devido às boas condições de criação e alimentação a que os suínos foram submetidos, ou talvez, conforme sugerido por alguns autores, devido ao uso de promotores de crescimento, conforme verificaram JENSEN (1992) e BAEK, (1997). Nesse sentido, este trabalho foi conduzido considerando a androstenona como o principal composto responsável pelo odor sexual.

CONCENTRAÇÃO DE TESTOSTERONA PERIFÉRICA

Os resultados dos níveis de concentração de testosterona nos diferentes genótipos são apresentados na Figura 3 e nos ANEXOS 5 a 9, onde comprova a existência de uma relação entre o nível de concentração de testosterona e a idade do animal. Esses resultados estão de acordo com os de outros autores que verificaram níveis crescentes do hormônio em função da idade dos suínos machos inteiros (NUNES, 1982).

Os resultados apresentados na Figura 3 indicam que, no quarto e quinto meses, o Híbrido apresentou as maiores ($p<0,05$) concentrações de testosterona que os demais genótipos. Por outro lado, os suínos Large White apresentaram as menores ($p<0,05$) concentrações no quarto, quinto e sétimo meses. No sétimo mês, os animais Duroc e Landrace apresentaram os níveis mais altos ($p<0,05$) que os demais. Estes resultados se assemelham aos obtidos por NUNES (1982), que observou concentração mais altos para o genótipo Landrace em comparação com o Large White. Isto indica uma diferença na maturidade sexual entre estes dois genótipos, e que o genótipo Large White é sexualmente menos precoce que os demais genótipos estudados.

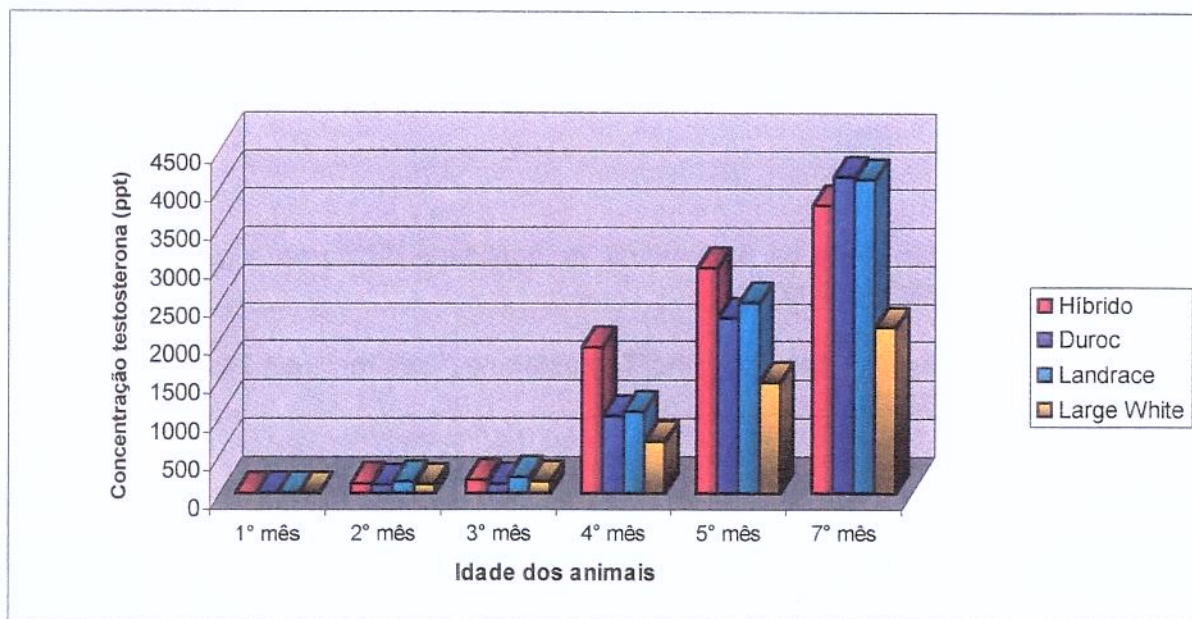


Figura 3. Gráfico das médias das concentrações de testosterona periférica em suínos machos inteiros das diferentes linhagens, em períodos diferentes de idade dos animais.

ANDERSEN (1976) observou que o nível de testosterona aumentava à medida que o animal ficava mais velho, atingindo um platô com 180 dias, para declinar em seguida. Entretanto, HOFFMAN *et al.* (1970), citados por CLAUS *et al.* (1971), encontraram níveis crescentes de testosterona, à medida que aumentava a idade dos machos inteiros, ao passo que CLAUS *et al.* (1971) observaram que, além desse hormônio, o nível do esteróide 5α -androstenona também aumentava com a idade.

Na Tabela 11 estão representados os coeficientes de correlação entre os parâmetros de qualidade da carne e concentração de testosterona e as médias de concentração de androstenona nas diferentes raças estudadas. A partir destes dados observa-se que não houve correlação significativa entre os parâmetros estudados e a concentração de androstenona no toucinho costal.

Apesar da União Européia. basear-se no peso das carcaças para realizar ou não a quantificação dos compostos responsáveis pelo odor sexual, autores como BONNEAU (1998), acham esse critério ainda sem muito fundamento científico.

Tabela 11. Correlação entre os parâmetros de qualidade da carne e concentração de testosterona e de androstenona.

	Peso Carcaça	Esp.Toucinho	Testosterona	pH 1h	pH 24hs	Androstenona
Peso Carcaça						
Esp.Toucinho	0,3185 p = 0,00567					
Testosterona	0,0959 P = 0,4161	-0,0705 p = 0,5506				
PH 1h.	-0,4062 P = 0,0003	0,2236 p = 0,0555	-0,3455 p = 0,0025			
PH 24hs	-0,1539 P = 0,1906	-0,1039 p = 0,3783	0,1727 p = 0,1412	0,1391 p=0,2373		
Androstenona	-0,1862 P = 0,1121	-0,0415 p = 0,7251	0,0282 p = 0,8116	0,1295 p=0,2714	0,0460 p= 0,6972	

Na Tabela 11 pode-se observar a existência de correlação negativa ($r = - 0,406$; $p = 0,0003$), entre o peso da carcaça e o pH₁ hora *post-mortem*. Isto indica que

quanto mais pesado o animal e mais exposto ao estresse mais chance ele tem de apresentar pH₁ hora *post-mortem* mais baixo e desta forma apresenta uma tendência ao aparecimento de carne PSE.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho de pesquisa permitem as seguintes conclusões:

1. Os machos inteiros apresentaram uma leve tendência ao desenvolvimento de carne PSE ($\text{pH}_1 = 5,83$) comparados com machos castrados e fêmeas. Isto se deve a presença do genótipo Híbrido que apresentou forte tendência ao desenvolvimento de carne PSE;
2. O genótipo Híbrido apresentou um grande potencial para o desenvolvimento de carne PSE, em função dos valores de pH 1hora *post-mortem* e da baixa capacidade de retenção de água apresentados;
3. A contribuição do escatol no aparecimento do odor sexual não foi importante pois sua concentração e incidência nos genótipos avaliados foram consideradas muito baixas;
4. A androstenona foi o principal composto responsável pelo odor de suíno macho inteiro;
5. Considerando a idade de 5 meses, o genótipo Híbrido apresentou maior incidência de androstenona igual ou acima do índice de rejeição ($0,50\mu\text{g/g}$), enquanto o Duroc destacou-se por apresentar a maior incidência entre os animais de 7 meses.
6. Os animais Large White apresentaram menor nível de testosterona que os demais genótipos;

7. Considerando-se a possibilidade da indústria da carne nacional abater o suíno macho inteiro, pode-se recomendar o genótipo Large White, em função dos baixos níveis de concentração de testosterona e baixa frequência no aparecimento de androstenona nos níveis estabelecidos como de rejeição ($0,50\mu\text{g/g}$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANDRESEN, O. Concentration of fat and plasma 5α -androstenone and plasma testosterone in boars selected for rate of body weight gain and thickness of back fat during growth, sexual maturation and after mating. **Journal of Reproduction and Fertilization**, vol 48, p. 51-59, 1976.

- (2) BABOL, J. **Biochemical basis for boar taint**. Uppsala, 1997 105p. Doctor's dissertiaion - Swedish University of Agricultural Sciences.

- (3) BAEK, C. A. **Isolation and Identification of Metabolites of skatole and development of new methods for analysis of the causal relations to boar taint**. Roskilde, 1997. 164p. Tese de doutorado - The Royal Danish School of Pharmacy Department of Analytical and Pharmaceutical Chemistry.

- (4) BARTON-GADE, P. Further investigations into relationships between measurements carried out on the slaughter line and pigment quality the day after slaughter. **Roskild, Internal Report**, Danish Meat Institute, 1980.

- (5) BARTON-GADE, P. A. Meat quality in boars, castrates and gilts. **Livestock Production Science**, vol. 16, p. 187-96, 1987.

- (6) BARTON-GADE, P.; BLAABJERG, L.O. Preliminary observations on the behaviour and meat quality of free range pigs. In: 35th International Congress of Meat Science and Technology. **Proceedings**, Copenhagen, Dinamarca, vol 3, p. 1002-1005, 1989.

- (7) BONNEAU, M.; LE DENMAT, M.; VAUDELET, J.C.; NUNES, J.R.V.; MORTENSEN, A.B.; MORETENSEN H.P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. **Livestock Production Science**, vol. 32, p. 63-80, 1992a.
- (8) BONNEAU, M.; Le DENMAT, M.; VAUDELET, J.C.; NUNES, J.R.V.; MORTENSEN, A.B.; MORETENSEN H.P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: II. Eating quality of cooked hams. **Livestock Production Science**, vol.32, p.81-88, 1992b.
- (9) BONNEAU, M.; LE DENMAT, M.; MORTENSEN A.B.; MORTENSEN, H.P. Relationships between fat androstenone and skatole levels and organoleptic assessment of pork and cooked ham. **Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs**, Paris: M. Bonneau, INRA Editions, p. 81-86, 1993.
- (10) BONNEAU, M. Use of entire male for pig meat in the European Union. **Meat Science**. vol. 49, p.257-272, 1998.
- (11) CLAUS, R. HOFFMAN, B. KARG, H. Determination of 5 α - androst-16-en-3-one, a boar taint steroid in pigs, with reference to relationships to testosterone. **Journal of Animal Science**, vol. 33, p.1293-1297, 1971.
- (12) CLAUS, R.; WEILER, U. Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig: a review. **Livestock Production Science**. vol. 68, p. 245-260, 1994.
- (13) DESMOULIN, B.; BONNEAU, M. FRONIN, A., BIDARD, J.P. Consumer testing of pork and processed meat from boars: The influence of fat androstenone level. **Livestock Production Science**, vol. 9, p. 707, 1982.

- (14) DIESTRE, A. **Estudios de investigaciones aplicadas a la calidad de la carne e la canale de cerdos**. In: Jornada técnica INCOPORC - 5, Salones de la Feria de Lérida, 30 de mayo al 2 de junio, 1986 p.110-120.
- (15) OLIVER, M. A.; GISPERT, M.; ARPA, I. & ARNAU, J. Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. **Animal Production**, vol. 50, p. 519-30, 1990.
- (16) ELLIS, M.; SMITH, W. C.; CLARK, J. B. K. & INNES, N. A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. I. On farm performance carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. **Animal Production**, vol. 37, p. 1-9, 1983.
- (17) FELÍCIO, P.E. O ABC do PSE/DFD. **Alimentos e Tecnologia**. vol. 10 p. 54-57, 1986.
- (18) FORTIN, A.; WOOD, J. D. & WHELEHAN, O. P. Breed and sex effects on the development, distribution of muscle, fat and bone, and the partition of fat in pigs. **Journal of Agriculture Science Comb.**, vol.108, p. 141-153, 1987.
- (19) GRAU, R.; HAMM, R. Brühwurstqualität und bestimmung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**. vol 34, p. 36-39, 1954.
- (20) GARCÍA-REGUEIRO, J. A. & DIAZ, I. Evaluation of the contribution of skatole, indole, androstenone and androstenols to boar-taint in back fat of pigs by HPLC and capillary gas chromatography (CGC). **Meat Science**, vol. 25, p. 307-316, 1989.

- (21) HELSEL, D. Statistical treatment of data below the detection limit. **Environmental Science and Technology**, vol 24, n. 12, p.1766-1774, 1990.
- (22) HENNESSEY, D.; McCOLL, M.; MOSBEY, J. SALVATORE, L.; SALI, L.; WALDRON, D. **The control of boar taint by manipulation of LHUH**. In: Proceedings of the EAAP Working Group on Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs, Milton-Keynes, UK, 1995.
- (23) HOFMANN, K.; HAMM, R.; BLUCHEL, E. Neus über die bertimung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**, vol. 62, p. 87-92, 1982.
- (24) JENSEN, M.T.; COX, R.P.; Jensen, B.B. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs fed given differents diets and its relation to skatole deposition in backfat. **Journal of Animal Science**, p.61, 1995.
- (25) JONSSON, P.; PEDERSEN, W.J. Genetics of Sex odours in boars. **Livestock Production Science**, vol 1, p. 53-60, 1974.
- (26) JONSSON,P. & JOERGENSEN, J.N. Selection in pig breeding in relation to social dominance. **Archieve für Tiezucht**. vol. 92, p.154-174, 1989.
- (27) KAUFFMAN, R.G.; EIKELENBOOM, G.; WAL, P.G. van der; MERKUS, G.; ZAAR, M. The use og filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. **Meat Science**. vol. 18, p. 191-200,1986.
- (28) KAUFFMAN, R.G.; SYBESMA, W.; SMULDERS, F.J.M.; EIKELENBOOM, G.; ENGEL, B.; LAACK, R.L.J.M. van; HOVING-BOLINK, A.H.; STERRENBURG, P.; NORDHEIM, E.V.; WALTRA, P.; WAL, P.G. van der.

The effectiveness of examining early post mortem musculature to predict ultimate pork quality. **Meat Science**. vol 34, p. 283-300, 1993.

- (29) LOPEZ-BOTE, C.; SANCHO, G.; MARTINEZ, M.; VENTANAS, J. Meat quality in male pigs: effect to castration and trembolone acetate implanting. In: International congress on Meat Science and Technology, Copenhagen, **Proceedings**, p. 1032-1035, 1989.
- (30) LUNDSTRÖM, K.; MALMFORS, B.; MALMFORS, G. & STERN, S. Meat quality in boars and gilts after immediate slaughter or lairage for two hours. **Swedish Agriculture Res.**, vol. 17, p. 51-6, 1987.
- (31) MOTTRAM, D. S.; WOOD, J. D.; PATTERSON, R. L. S. Comparison of boars and castrates for bacon production. 3. Composition and eating quality of bacon. **Animal Production**, vol. 35, p. 75-80, 1982.
- (32) NUNES, J.R.V. **Odor sexual na carne e na gordura de suínos machos inteiros**. 1982, 112p. Tese de doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal.
- (33) OLIVEIRA, J.J.V., SILVEIRA, E.T.F. e VIANA, A. G. Determinação de escatol e androstenona em toucinho costal-lombar e glândula salivar submaxilar de suínos. **Revista Brasileira de Análise de Alimentos**, vol. 5, p. 12-20, 1999.
- (34) OLIVER, S.W; GISPERT, M.; DIESTRE, A. **Estudio del pH₁ de los musculos longissimus dorsi y semimembranosus en canales porcinos comerciales**. In: Sesiones técnicas sobre canales porcinos. Monells, IRTA, 1986.

- (35) PATTERSON, R.S. 5α -androst-16-en-3-one: compound responsible for boar taint in boar fat. **Journal of Science Food Agriculture**, vol 19, p., 31, 1968.
- (36) PINTO NETO, M.; SILVEIRA, E.T.F.; VIANA, A.G. COUTINHO, L.L. The effects of blast air and cryogenic chilling on hot boned PSE pork cuts ; In: International Congress of Meat Science and Technology, 48. **Proceedings...**, Barcelona, Espanha, 1998. Vol 2, p. 494-495.
- (37) RHODES, D.N. Consumer testing of bacon from boar and gilt pigs. **Journal of Science in Agriculture**, vol. 22, p. 485-490, 1971.
- (38) RING, C; KORTMANN, R. Efecto de la insensibilización eléctrica en cerdos sobre la calidad de la carne. **Fleischwirtschaft**, español, vol. 1, p. 21-24, 1988.
- (39) SAKATA, R.; DEGUCHI, T.; NAGATA, Y. Assessment of rapid method for determining water holding capacity of meat. In: International Congress of Meat Science and Technology, 39. **Proceedings...**, Copenhagen, Denmark, 1989. Vol 3, p. 181-183.
- (40) SATHER, A. P. ; SQUIRES, E. J.; JEREMIAH, L. E.; JONES, S. D. M. & SCHAFFER, A. L. (1993). Farming for the future project. **Meat quality and consumer acceptance of pork from entire males**, Alberta Agriculture, Edmonton. 1993, p.92.
- (41) SELLIER, P.; BONNEAU, M. Genetic relationship between fat androstenone level in males and development of male and female genital tract in pigs. **Journal of Animal Breeding Genetic**. vol.105, p. 1-20, 1988.

- (42) SQUIRES, E. J. Studies on the suitability of a colorimetric test for androst-16-ene steroids in the submaxillary gland and fat of pigs as a simple chemical test for boar taint. **Canadian Journal of Animal Science**, vol. 70, p. 1029-1026, 1990.
- (43) SQUIRES, E. J.; GULLET, E. A.; FISHER, K. R. S.; PARTLOW, G. D. Comparison of androst-16-ene steroid levels determined by a calorimetric assay with boar taint estimated by a trained sensory panel. **Journal of Animal Science**, vol. 69, p.1092-1100, 1991.
- (44) SQUIRES, J.E.; ADEOLA, O.; YOUNG, L.G.; HACKER, R.R. The role of growth hormones, β -adrenergic agents and intact males in pork production: **A Review**. **Canadian Journal of Animal Science**, vol.73, p.1-23, 1993.
- (45) SQUIRES, E.J.; LOU, Y. Levels of boar taint in purebred entire male pigs in Ontario. **Ontario Swine Research Review**, OAC Publication, University of Guelph, 1995, 102p.
- (46) TARRANT, P. V.; GALLWEY, W. J. & MCGLOUGHLIN, P. Carcass pH values in Irish Landrace and Large White pigs. **Irish Journal of Agriculture Research**, vol. 18, p. 167-72, 1979.
- (47) TROEGER, K.; WOLTERS DORF, W. Electrical stunning and meat quality in the pig. **Fleischwirtschaft**, vol. 70, p. 901-904, 1990.
- (48) WALL, P.G. van der; BOLINK, A.H.; MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**. vol 24, p. 79-84, 1988.

- (49) WARRISS, P.D.; BROWN, S. N. The physiological responses fighting in pigs and the consequences for meat quality. **Journal of Science Food Agriculture**, **36**. 87-92, 1985.
- (50) WARRISS, P.D. ; BROWN, S.N. A survey of mortality in slaughter pigs during transport and lairage. **Veterinary Rec.** Vol. 134, p. 513-515, 1994.
- (51) WARRIS, P.D. Considerations on methods of assessing pork meat quality. In: I Conferência Internacional sobre Ciência e Tecnologia de Produção e Industrialização de Suínos. **Anais...** Campinas, Brasil 1995, vol.1, p.143.
- (52) WILLEKE, H.; CLAUS, R.; MÜLLER, F.; PIRCHNER, F.; KARG, H. Selection for high and low level of 5 α -androst-16-en-3-one in boars. **Journal of Animal Breeding Genetic**. Vol. 104, p. 64-63, 1987.
- (53) WILLEKE, H. Possibilities of breeding for low 5-androstene content in pigs. **Pig News and Information**. vol 14, p. 31-33, 1993.
- (54) WOLTERSDORF, W.; TROEGER, K. Mejoamiento de la calidad de la carne de cerdos mediante refrigeracion extra rápida. **Fleischwirtschaft espanhol**, vol. 1, p. 26-37, 1990.
- (55) XUE, J.L.; DIAL, G.D.; BARTSH, S.; KERKAERT, B. SQUIRES, E.J.; MARSH, W.E.; FERRE, G. Influence of a gonadotropin-releasing hormone agonist on circulating concentration of luteinizing hormone and testosterone and tissue concentrations of compounds association with boar taint. **Journal of Animal Science**, vol 72, p. 1290-1298, 1995.
- (56) YANG, T.S.; HAWRYSH, Z. J.; PRICE, M.A.; AHERNE, F.N. Identification of PSE in the *Longissimus* muscle og pigs stunned by captive-bolt. **Meat Science**. vol. 10, p.243-251, 1984.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO SENSORIAL, ATRAVÉS DE TESTE DISCRIMINATIVO E TESTE DE ACEITAÇÃO, DE SALAME TIPO MILANO ELABORADO COM CARNE DE SUÍNO MACHO INTEIRO CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ANDROSTENONA.

INTRODUÇÃO

Vários estudos econômicos, realizados em diversos países, têm demonstrado as inúmeras vantagens da produção de suínos machos não castrados (inteiros). Entre as principais vantagens citadas estão a redução nos custos de produção, a melhoria na eficiência produtiva (WOOD & RILLEY, 1982; SATHER *et al.*, 1995 e SQUIRES *et al.* 1993) e o aumento na produção de carne magra (MALMFORS & LUNDSTROM, 1983; CLIPLEF *et al.* 1984; DIESTRE *et al.* 1990 e JUDGE *et al.*, 1990).

No entanto, a presença ocasional de um determinado tipo de odor, relacionado com urina, fezes e transpiração, denominado odor sexual, tem sido a principal restrição para a produção destes animais em alguns países (GRAIG *et al.*, 1961; BABOL, 1995).

As duas principais substâncias responsáveis pelo aparecimento do odor sexual em suínos machos inteiros são o escatol e a androstenona. WYSOCKI & BEAUCHAMP, (1984) observaram que a capacidade de se perceber a androstenona é determinada geneticamente, sendo que 92% das mulheres e 56% dos homens são capazes de detectar esta substância, e que as mulheres o percebem como desagradável, muito mais que os homens (AMOORE *et al.* 1977; e DESMOULIN, 1982). Já o escatol parece ser percebido pela maioria das pessoas independente de sexo, como odor desagradável e ofensivo. DIESTRE *et*

al. (1990), sugeriram que existem diferenças de percepção a androstenona, entre populações diversas.

Existe uma gama muito grande de metodologias de análises sensoriais e procedimentos de preparação e apresentação de amostras sendo utilizados, nas pesquisas, o que dificulta as comparações dos resultados.

Num estudo BONNEAU *et al.* (1992b), aplicaram teste de comparação pareada onde, foi utilizado um painel de provadores treinados para carne e produtos cárneos suínos. Nenhum tipo de treinamento foi realizado para sensibilidade ao escatol e androstenona. Os produtos foram formulados de acordo com os seus teores de escatol e androstenona. Os resultados mostram que os presuntos com carne de macho inteiro e castrados não apresentaram diferença estatística para odor. Para incidência de odor estranho houve maior correlação com os níveis de androstenona que com o escatol. Outro aspecto interessante deste trabalho foi a mudança dos valores de “threshold” que se mostraram três vezes mais altos para o presunto cozido que para a carne fresca (androstenona 1,5ppm contra 0,50ppm; escatol 0,75ppm contra 0,25ppm), o que indica que uma fração dos compostos responsáveis pelo odor estranho, desaparece com o processamento.

Neste mesmo estudo BONNEAU, *et al.* (1992b), também observaram, assim como LUCIANO e NICOLAIEWSKY, (1979) e NUNES *et al.*, (1979) que a percepção humana ao odor sexual, é dificultada quando o produto é servido a temperatura ambiente, que quando servido a quente.

NUNES *et al.* (1984a) realizaram teste de comparação pareada para lombo assado e hambúrguer suíno e observaram diferença significativa de aceitação entre produtos formulados com carne de machos inteiros e fêmeas em duas diferentes raças (Large White e Landrace). Os autores postulam que essas diferenças são atribuídas a outras causas que não o odor sexual, pois 50% dos provadores treinados preferiram a carne dos machos inteiros jovens (com idade média de 149 dias) em detrimento da carne de fêmeas e castrados. Quanto ao

hambúrguer os autores concluíram que o processamento (inclusão do toucinho e a trituração da carne) reduz a detecção do odor sexual por parte dos provadores. Em estudos com consumidores aplicados em uso doméstico, realizados por RODHES (1971 e 1972), foram oferecidos bacon e pernil suíno de macho inteiro a donas de casa. Observaram que somente 1% dos consumidores reclamou quanto a presença de algum tipo de odor estranho.

GULLETT *et al.* (1993), conduziram um estudo, com consumidores aplicado em escala laboratorial, para determinar a aceitação de carne fresca e curada provenientes de fêmeas, intersex (pseudo hermafroditas), animais criptorquídicos e machos inteiros. Os produtos avaliados foram fatias de lombo com 1,5 cm de espessura e 4 mm de gordura de cobertura e o bacon. O método de análise realizado foi o teste de aceitação com nove pontos em escala hedônica para os atributos aroma, odor, textura, suculência e aceitabilidade global. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os sexos em relação ao aroma, “flavour” e aceitação global dos lombos. No entanto, foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as médias de maciez e suculência. Quanto ao bacon, a Análise de Variância revelou que existe efeito significativo do sexo quanto ao atributo “flavour” ($p < 0,047$) e aceitação global ($p < 0,039$), no entanto essa diferença não ocorreu entre o macho inteiro, fêmeas e criptorquídicos, apareceu somente para o intersex.

BONNEAU *et al.* (1992a) avaliaram sensorialmente a gordura e a carne de suíno macho inteiro para se verificar a influência da androstenona e do escatol nas suas propriedades sensoriais. Utilizou painel de provadores treinados para carne e produtos processados com carne suína, no entanto os provadores não foram treinados para androstenona nem escatol. A análise sensorial mostrou que os atributos sensoriais na gordura e no lombo fatiado foram mais favoráveis em machos inteiros que apresentaram baixos níveis de androstenona e escatol

NUNES *et al.* (1984b), realizaram um estudo de aceitação com consumidores em escala laboratorial, de frios processados com carne de suíno macho inteiro, observaram que de um total de 133 provadores, 129 (ou 97%) gostaram e apenas quatro (ou 3%) não gostaram do presunto cozido oferecido. De um total de 74 consumidores, 72 (ou 97,3%) gostaram do presunto cozido defumado e apenas 2 (ou 6,8%) não apreciaram o produto. Fato semelhante aconteceu com o apresuntado onde de um total de 44 consumidores, cerca de 41 (ou 93,2%) gostaram do produto e apenas três (ou 6,8%) não apreciaram o produto.

Analizando sensorialmente a aceitação de lingüiça frescal, processada com carne de suíno macho inteiro com diferentes pesos vivo (100 e 130 kg), NUNES *et al.* (1984b), demonstraram que os produtos elaborados com carne de animais mais pesados não foram tão bem aceitas quanto os elaborados com carne de castrados. Conclui-se desta forma, que a grande restrição a lingüiça com carne de suíno inteiro mais pesado, ocorre devido ao consumo do produto ocorrer a quente, o que facilita a percepção das substâncias voláteis responsáveis pelo odor sexual.

O uso da carne de suínos machos inteiros, para a elaboração de frios (salsichas, salames, presuntos e apresuntados), tem sido recomendado por alguns autores, como WILLIAMS *et al.* (1963), CARROL e KRIDER (1971), PEARSON *et al.* (1971) e NUNES *et al.* (1980), pelo fato do odor sexual só ser perceptível a temperatura de 100°C, devido a volatilização dos compostos responsáveis pelo odor sexual. Consequentemente, a utilização da carne de macho inteiro com odor comprovado, tem sido desaconselhada para o processamento de lingüiças e demais produtos servidos a quente (LUCIANO e NICOLAIEWSKY, 1979 e NUNES *et al.*, 1979).

Dentre os produtos embutidos fermentados secos, os salames são os mais populares e mais consumidos no Brasil. O principal fator que motiva o alto consumo de salame, está baseado na versatilidade deste tipo de produto, ou seja,

no fato deste ser um produto que se ajusta a diferentes formas de consumo e momentos, além de ser prático e dispensar qualquer tipo de preparo.

A fermentação e a secagem, além de serem importantes processos de preservação, também promovem o desenvolvimento de sabor e odor tão típico e apreciados dos produtos fermentados.

Os objetivos deste trabalho, foram elaborar um embutido fermentado seco, na forma de salame “tipo milano” contendo carne com diferentes concentrações de androstenona, para avaliar a aceitação e intenção de compra de consumidores desse tipo de produto e determinar o nível de detecção de androstenona em produto com diferentes quantidades de carne de macho inteiro por painel de provadores treinados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Elaboração do embutido fermentado

Foram elaboradas cinco formulações de salame “tipo milano”, de acordo com as concentrações de androstenona presentes no toucinho costo-lombar, e uma formulação com carne e toucinho sem a presença de odor sexual, provenientes de suínos castrados, que serviu como o controle, na análise sensorial. Os produtos foram processados nas instalações do frigorífico Perdigão Ltda., na cidade de Videira em Santa Catarina. Na Tabela 1 estão representados os intervalos dos níveis de concentração esperado e os realmente encontrados, baseados nas análises de cromatografia gasosa realizados nas amostras de toucinho costo lombar dos animais.

TABELA 1. Tratamentos de acordo com os níveis de androstenona presente no toucinho costo-lombar utilizadas nas formulações de salame.

TRATAMENTO (formulação)	CONCENTRAÇÃO DE ANDROSTENONA ($\mu\text{g/g}$)		NÚMERO DE CARCAÇAS
	(Esperado)	(Encontrado)	
F1	$\leq 0,24$	$\leq 0,24$	25
F2	0,25 - 0,50	0,25 - 0,43	6
F3	0,51 - 0,75	0,62 - 0,73	8
F4	0,76 - 1,00	0,82 - 1,00	4
F5	$\geq 1,01$	1,30 - 1,99	4
* CONTROLE	0	0	40

* Produto processado com carne e toucinho de suíno castrado.

O salame tipo “milano” foi elaborado exclusivamente com carne suína, adicionado de toucinho e condimentos, embutido em tripa artificial, curado, fermentado e dessecado.

Os ingredientes utilizados foram basicamente os mesmos para os seis tratamentos, apenas diferindo nos níveis de androstenona presente na carne e no toucinho costo-lombar utilizado (Tabela 2). O salame tipo milano é considerado o mais suave quanto ao sabor, em relação aos demais tipos de salames existentes no mercado. O seu teor de gordura, é considerado um dos mais elevados

Tabela 2. Formulação básica do salame tipo “milano”.

MATÉRIA-PRIMA CÁRNEA	QUANTIDADE (%)
Paleta suína	79,52
Toucinho costo-lombar	14,52
INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS	QUANTIDADE (%)
Sal	3,00
Nitrito de sódio	0,02
Nitrato de sódio	0,02
Leite em pó	2,00
Dextrose	0,40
Cultura "starter"	0,02
Alho em pó	0,01
Condimentos	0,40
TOTAL	100

Processamento

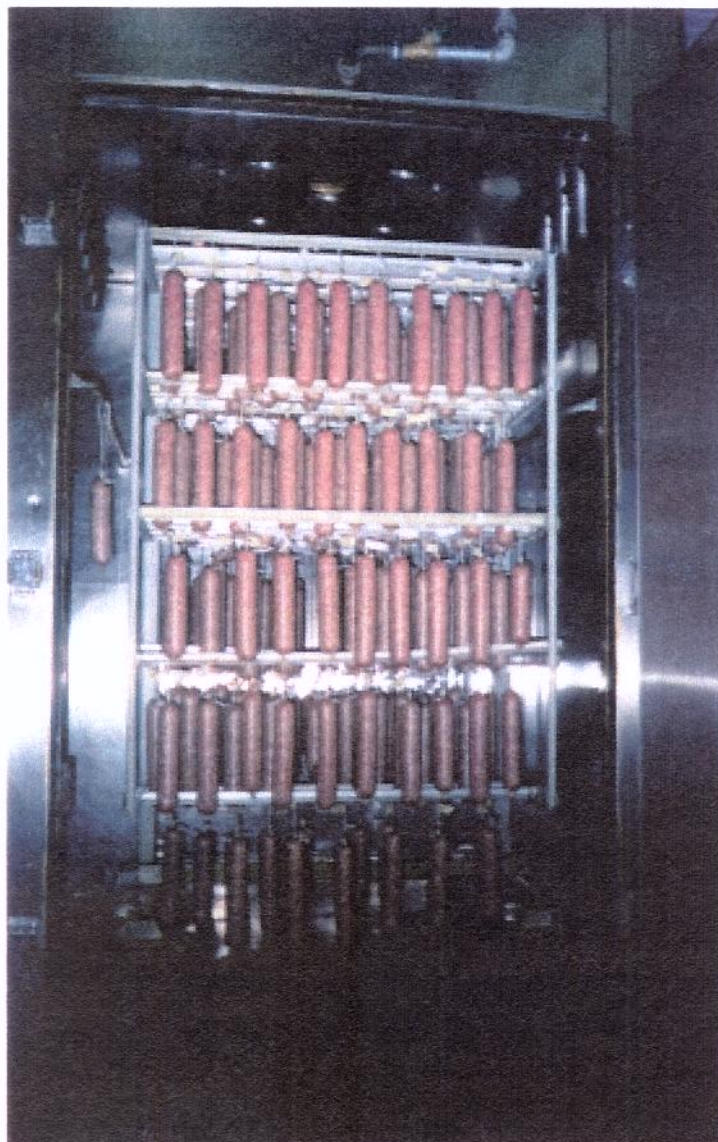
A carne congelada foi inicialmente selecionada de acordo com os níveis de concentração de androstenona presente no toucinho costal dos machos inteiros. A seguir, a carne magra da paleta, foi cortada em cubos, pesada e armazenada novamente na câmara de congelamento à temperatura de -18°C . O toucinho costal, sem a pele, foi cortado em tiras de aproximadamente 7cm de largura por 20 de comprimento, identificado, pesado e armazenado em câmara de congelamento a temperatura de -18°C .

Os condimentos e aditivos foram pesados e identificados para cada tratamento e a cultura “starter” foi misturada com água e preparada para ser adicionada à massa cárnea.

As matérias-primas cárneas congeladas foram trituradas no “cutter” (cortador de bacia com facas giratórias) em baixa velocidade; primeiramente foi colocada a paleta em cubos e depois o toucinho costal.

À matéria-prima cárnea já cominuída, foram adicionados o sal, os agentes de cura, condimentos e a cultura “starter”. O tempo de homogeneização foi curto, para se obter a menor extração de proteínas possível, com o objetivo de se evitar o aspecto de emulsificação da massa.

A massa cárnea foi embutida em tripa celulósica fibrosa de 60 mm. A seguir, as peças foram pesadas, identificadas e colocadas nas gaiolas que foram acondicionadas na estufa de fermentação. O processo de cura e fermentação em estufa foi iniciado a temperatura de 26°C , com umidade relativa de 92% e velocidade do ar de 0,5 m / seg. e durou cerca de 7 dias. Após esse período, os salames foram transferidos para uma estufa de maturação a temperatura de 12°C , umidade relativa de 82% e velocidade de ar de 0,3 m / seg.



Fotografia 1. Salames tipo milano dos diferentes tratamentos, durante o processo de fermentação.

O processo foi considerado finalizado quando o produto atingiu em média um valor de atividade de água (A_w) de 0,85 e valor de pH igual ou abaixo de 5,3.

Foram produzidos cerca de 20Kg de cada um dos tratamentos F1, F2, F3, F4, F5 e 40 kg do tratamento controle. Depois de terminado o período de maturação o produto foi embalado à vácuo e enviado para o laboratório.

2.2. ANÁLISE SENSORIAL

A metodologia utilizada fundamentou-se no Método de Diferença (Discriminativo), através do Teste de Diferença do Controle e pelo Teste Sensorial Afetivo (com consumidores do produto) e avaliação da intenção de compra do produto por parte dos consumidores.

2.2.1. Pré Seleção dos Provadores para o Método de Diferença:

Cinquenta e quatro indivíduos, entre funcionários e estagiários do ITAL, consumidores de salame, foram inicialmente selecionados de acordo com a sua capacidade de detectar diferenças de odores. Observou-se para tanto, os critérios:

- a) interesse e disponibilidade em participar do estudo;
- b) memória sensorial: os candidatos foram inicialmente expostos a aromas conhecidos de acordo com o método sugerido pela ISO 5496 (1992). As substâncias referências foram codificadas com três dígitos e apresentadas em tubos de ensaio com rosca. Em seguida, foi apresentado um segundo conjunto de aromas codificados da mesma forma, perfazendo um total de 20 aromas apresentados. Dentro deste conjunto apresentou-se dois aromas considerados próximos em odor às substâncias de interesse. O critério de pré seleção dos candidatos baseou-se no reconhecimento de pelo menos 60% dos aromas apresentados.

2.2.2. Seleção e treinamento dos provadores

Os provadores foram selecionados de acordo com a sua capacidade de distinguir características específicas, ou seja, a capacidade de perceber acréscimos de concentrações de androstenona. Utilizando-se para este treinamento a metodologia realizada no Danish Meat Research Institute, desenvolvida por BEJERHOLM (1993), com modificação quanto a utilização do controle ou veículo usado. Neste estudo optou-se pelo óleo mineral Nujol®, que apresentou-se inodoro, em comparação com os óleos de girassol e canola.

Foram realizadas duas sessões de treinamento dos provadores para amostras de salame “tipo” milano encontrados no mercado, de modo a gerar descriptors que caracterizassem as amostras sem odor ou sabor sexual. Procurou-se familiarizar os provadores com os sabores e aromas típicos deste produto. Os provadores foram selecionados com base na sua capacidade discriminativa e julgamento consensual com o restante da equipe de provadores.

2.2.3. Teste de Diferença do Controle com Provadores Treinados

As amostras foram analisadas no Laboratório de Análise Sensorial do CTC-ITAL. A avaliação sensorial foi realizada segundo metodologia proposta por LARMOND (1987), em cabines individuais computadorizadas, longe de ruídos e odores.

Para a avaliação do perfil sensorial das amostras, foi escolhido o Método Discriminativo e o teste realizado foi o Teste de Diferença do Controle.

Através deste teste objetivou-se verificar se existe diferença entre as amostras dos diferentes tratamentos, segundo a sua concentração de androstenona e a amostra controle (livre de androstenona), além de se estimar o grau da referida diferença se ela existir.

As amostras de salame foram preparadas em fatias, e servidas a temperatura ambiente em recipiente coberto, para não se dispersar o odor até o momento da análise. Foram oferecidos pão de forma e água, para serem consumidos nos intervalos entre as amostras.

Cada provador recebeu quantidade suficiente de fatias do salame controle e mais duas dos tratamentos codificadas. Foram solicitadas avaliações de cada amostra codificada, comparando-as com o controle, e a indicação do grau de diferença entre as amostras codificadas e o controle. As intensidades dos atributos sensoriais, odor e sabor das amostras, foram avaliadas em escala estruturada verbal de 0 a 9 (0 = nenhuma diferença e 9 = extremamente diferente), com os termos ancorados nas extremidades e no centro. (Figura 1). Durante a fase de treinamento os provadores avaliaram várias amostras de salame “tipo” milano do mercado utilizando a ficha desenvolvida, as definições de cada atributo e as amostras referências, com o objetivo de obter-se um maior consenso entre os julgadores em suas avaliações.

Teste de Diferença do Controle	
1. Escala utilizada para o teste:	
0	nenhuma diferença com o controle
1	
2	
3	
4	moderadamente diferente do controle
5	
6	
7	
8	extremamente diferente do controle

Figura 1. Representação da escala estruturada utilizada no Teste de Diferença do Controle.

Após a etapa de treinamento, os provadores selecionados avaliaram as amostras, e os dados obtidos foram analisados estatisticamente. A equipe de provadores selecionados e treinados, composta por 15 indivíduos, avaliou duas amostras em três repetições, totalizando 90 respostas. Os tratamentos foram alocados segundo o planejamento experimental de blocos incompletos balanceados (desenho 11.3) apresentados por COCHRAN e COX (1957), visando minimizar o efeito da ordem de apresentação das amostras.

Figura 2. Planejamento experimental utilizado na avaliação das amostras salames

Bloco	Rep. I			Rep.II			Rep.III			Rep.IV			Rep.V	
(1)	1	2	(4)	1	3	(7)	1	4	(10)	1	5	(13)	1	6
(2)	3	4	(5)	2	5	(8)	2	6	(11)	2	4	(14)	2	3
(3)	5	6	(6)	4	6	(9)	3	5	(12)	3	6	(15)	4	5

$t = 6, k = 2, r = 5, b = 15, \lambda = 1, E = 0.60, \text{Tipo I.}$

2.2.4. Teste Sensorial Afetivo (Localização Central)

O Teste Sensorial Afetivo de Aceitação de Localização Central, foi conduzido no Extra Hipermercado, Empresa da Companhia Brasileira de Alimentos - Grupo Pão de Açúcar, na Rua Abolição, nº 2013 em Campinas - SP., e contou com o universo de consumidores desta empresa.

Ao longo do dia, foram entrevistados 115 indivíduos. Inicialmente, questionou-se os provadores quanto ao interesse, disponibilidade em participar da análise e se estes eram consumidores de salame. Se os questionamentos anteriores eram respondidos positivamente, realizava-se questionamento quanto a classificação de classe social, segundo questionário (ANEXO 12).

Para otimizar os trabalhos e respeitar as recomendações da metodologia analítica que indica um número de duas a quatro amostras para serem analisadas, procedeu-se a análise com os tratamentos F2 (0,25 - 0,50 μ g/g), F4 (0,76 - 1,00 μ g/g) , F5 ($\geq$ 1,01 μ g/g) e Controle. O tratamento F1($\leq$ 0,24 μ g/g) foi descartado por não ter apresentado no teste sensorial com painel treinado, diferença em relação ao controle. O tratamento F3 (0,51 - 0,75 μ g/g) foi descartado por não apresentar diferença estatística ao nível de 5% no teste de Tukey dos tratamentos F4 e F5, que apresentavam maiores níveis de concentração de androstenona.

Os tratamentos selecionados foram alocados segundo o planejamento experimental de blocos incompletos balanceados (desenho 11.1; COCHRAN & COX, 1957). O teste foi realizado em uma cabina sensorial móvel com sistema computadorizado de análise.

Cada provador recebeu instruções prévias de como utilizar o equipamento sobre o tipo de questionário utilizado. A seguir, o provador recebia duas amostras codificadas, para a avaliação através do uso da escala hedônica estruturada de sete pontos.

Teste de Aceitação dos Salames Tipo Milano	
1. Escala do teste de aceitação:	
☐	gostei muitíssimo
☐	gostei moderadamente
☐	gostei ligeiramente
☐	não gostei / nem desgostei
☐	desgostei ligeiramente
☐	desgostei moderadamente
☐	desgostei muitíssimo

Figura 3. Representação da escala hedônica utilizada no Teste de Aceitação.



Fotografia 2. Cabina sensorial móvel onde foi realizado o teste de aceitação com consumidores.

2.2.5. Análise Estatística

Os dados experimentais provenientes do Teste de Diferença do Controle, relativos à análise sensorial, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e para se comparar o tratamento controle com os tratamentos em pesquisa, foi aplicado o Teste de Dunnett, utilizando-se o nível de significância de 5%. Para se verificar se houve diferença entre os tratamentos, aplicou-se o Teste de Tukey para realizar comparações das médias ao nível de 5% de significância.

Os dados e informações obtidos no Teste de Aceitação de Localização Central, foram primeiramente submetidos a uma análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey, tendo como causas de variação as amostras e provadores. Construiu-se ainda histogramas de frequência com os valores hedônicos recebidos por cada amostra. E os dados de classificação frente ao questionário sobre classe social foi apresentada sob a forma de histogramas de frequência.

Os dados obtidos através do questionário sobre a intenção de compra dos provadores foi apresentado na forma de histogramas de frequência das respostas.

O programa estatístico utilizado foi o “STATISTICA for Windows” – Release 5.0 A Copyright © Stat Soft, Inc. (1984-1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Pré-Seleção dos Candidatos

Verificou-se nos testes de memória sensorial aplicados, que 21 dos 54 provadores conseguiram reconhecer 60% ou mais das substâncias apresentadas, sem cometer erros repetidos, resultados esses que podem ser considerados satisfatórios. Os provadores sentiram maior dificuldade em identificar os aromas de mel e ácido fenólico. Entretanto, conseguiram perceber e até identificar bem os aromas de cânfora e indol, que segundo PATTERSON (1968) são relacionados, pelos consumidores de carne suína, com os odores de androstenona e escatol, respectivamente.

3.2. Seleção da Equipe Final de Provadores

Quanto a capacidade de distinguir características específicas, cada provador realizou três vezes em dias alternados o mesmo teste, onde o importante era poder perceber acréscimos de concentrações de androstenona em uma solução padrão. Este teste mostrou que dos 21 provadores pré selecionados, 15 conseguiram detectar como a primeira amostra diferente de odor da amostra controle, aquela com 0,5ppm de androstenona. BEJERHOLM (1993), observou que provadores bem treinados podem detectar níveis de concentração de androstenona abaixo de 0,3ppm. Sendo assim, aqueles provadores que não conseguiram detectar o nível de concentração de 0,5ppm não continuaram a análise.

Após cada avaliação, sob a supervisão do líder da equipe sensorial, os provadores discutiram os termos levantados, afim de se identificar o que era odor e sabor estranho, desta forma a equipe pode definir consensualmente o que poderia ser um sabor ou odor estranho associado com os padrões de androstenona.

3.3. Perfil Sensorial das Amostras

Na Tabela 3, são apresentados os valores de intensidade de odor e sabor estranho e as médias e desvios padrões. Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 estão representados os histogramas e gráficos de caixas categorizados por tratamento.

Através dos resultados obtidos através do Teste de Dunnett observou-se que os tratamentos F1 e F2, que correspondem, respectivamente, a concentrações de $\leq 0,24\mu\text{g/g}$ e $0,25 - 0,50\mu\text{g/g}$ de androstenona, não diferiram ($p \geq 0,05$) do Controle quanto a intensidade de odor. No entanto, os tratamentos F3, F4, e F5 que correspondem respectivamente as concentrações de $0,51 - 0,75\mu\text{g/g}$, $0,76 - 1,00\mu\text{g/g}$ e $\geq 1,01\mu\text{g/g}$ diferiram ($p \leq 0,05$) do controle.

Tabela 3. Médias e desvios padrões dos valores de intensidade de odor e sabor estranho avaliados nas formulações com diferentes teores de androstenona

TRATAMENTOS	INTENSIDADE DE ODOR		INTENSIDADE DE SABOR	
CONTROLE	2,133	$\pm 0,743$	2,600	$\pm 0,828$
F1	2,333	$\pm 0,723$	3,466	$\pm 1,245$
F2	2,800	$\pm 0,941$	3,400	$\pm 1,404$
F3	3,666*	$\pm 0,975$	3,933*	$\pm 1,279$
F4	4,466*	$\pm 1,125$	3,999*	$\pm 1,099$
F5	6,000*	$\pm 1,603$	5,600*	$\pm 1,352$

* Médias que diferem significativamente do controle ao nível de 5% pelo Teste de Dunnett.

Na análise de variância representada na Tabela 4, verificou-se que os resultados de odor sofreram influência significativa dos teores de concentração de androstenona das amostras.

Tabela 4. ANOVA dos resultados de intensidade de odor dos tratamentos frente ao Teste de Diferença do Controle.

F.V	G.L	S.Q.	S.Q.M.	F	p
Tratamento	5	162,32	32,46	31,78	0,0000
Provador	14	19,96	1,43	1,4	0,9636
Resíduo	70	71,51	1,02		
Total	89	253,71			

Na Tabela 5, pode-se observar que os resultados de intensidade de sabor também sofreram influência significativa dos níveis de concentração de androstenona nas amostras.

Tabela 5. ANOVA dos resultados de intensidade de sabor dos tratamentos frente ao Teste de Diferença do Controle.

F.V	G.L	S.Q.	S.Q.M.	F	p
Tratamento	5	87,79	17,56	14,86	0,0000
Provador	14	44,62	3,19	2,7	0,1981
Resíduo	70	82,71	1,18		
Total	89	215,12			

Para os resultados de intensidade de sabor, ao aplicar-se o Teste de Dunnett, observou-se o mesmo comportamento dos resultados de intensidade de odor. Os tratamentos F1, F2, não diferiram ($p \geq 0,05$) do Controle. Entretanto os tratamentos F3, F4 e F5 diferiram ($p \leq 0,05$) do Controle.

As amostras referentes ao tratamento F5 ($\geq 1,01\mu\text{g/g}$), que contém as maiores concentrações de androstenona, apresentaram os maiores valores tanto para intensidade de odor como de sabor (Tabela 3).

Verificou-se também que o limiar de percepção para os níveis de concentração de androstenona, tanto em relação a sabor e odor, em salame tipo milano, encontra-se acima dos valores propostos para carne fresca.

Enquanto vários autores, indicam o limiar de percepção da androstenona em carne fresca de 0,50ppm, os valores para o salame milano encontram-se entre 0,62 a 0,75µg/g. Entretanto, BONNEAU, *et al.* (1992) analisando o comportamento da carne de suíno macho inteiro com diferentes níveis de androstenona, na produção de presunto cozido, observou que o limiar de percepção aumentava em até três vezes. Sendo assim, conforme o que foi demonstrado por NUNES *et al.* (1984) e BONNEAU *et al.*, (1980), as diversas etapas de processamento, principalmente a etapa de tratamento térmico, podem mascarar o odor sexual e diminuir a detecção mesmo dos provadores treinados.

Especificamente neste tipo de produto, que não sofre nenhum tipo de cozimento e consequentemente não ocorre a volatilização dos compostos responsáveis pelo odor sexual devido ao aumento da temperatura, o limiar de percepção ficou mais próximo ao da carne fresca do que de um produto processado.

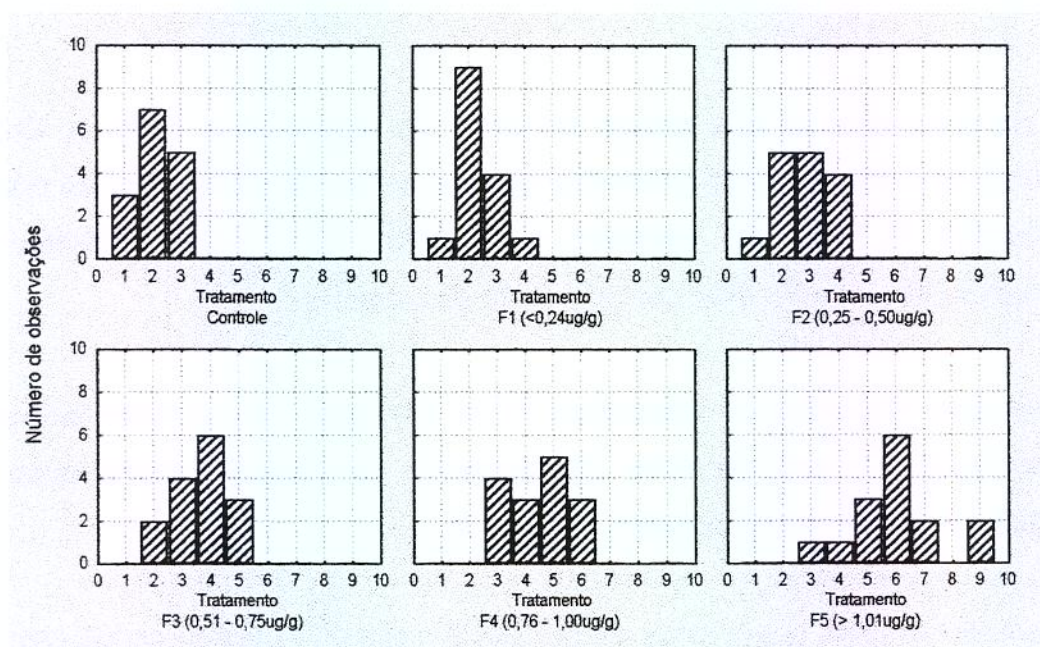


Figura 4. Histogramas de frequência caracterizados por tratamento para os valores de intensidade de odor.

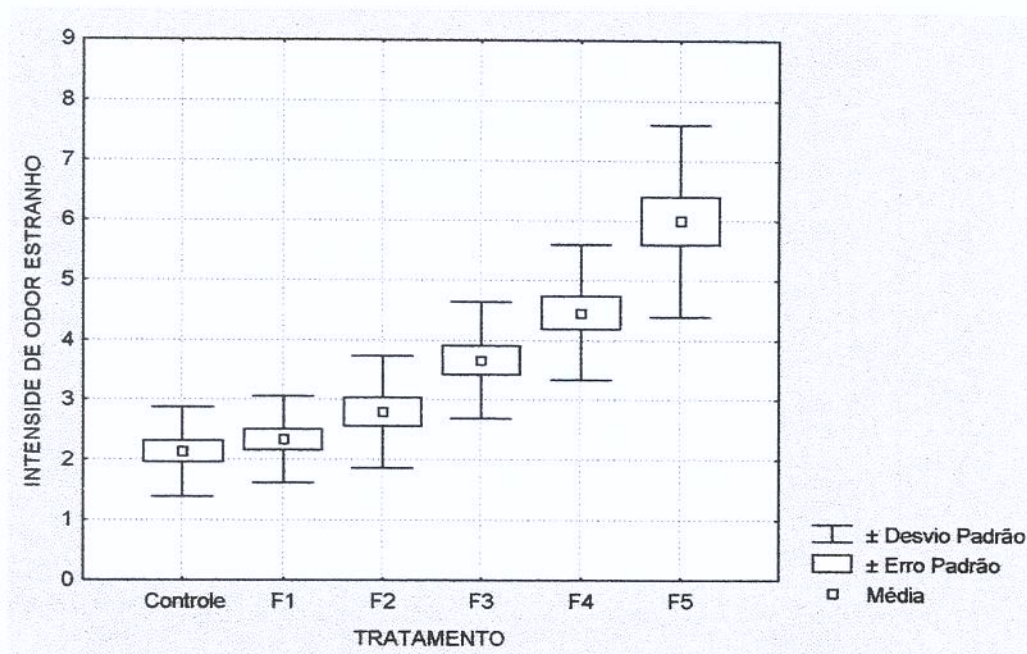


Figura 5. Gráfico de caixas categorizados por tratamento para valores de intensidade de odor estranho.

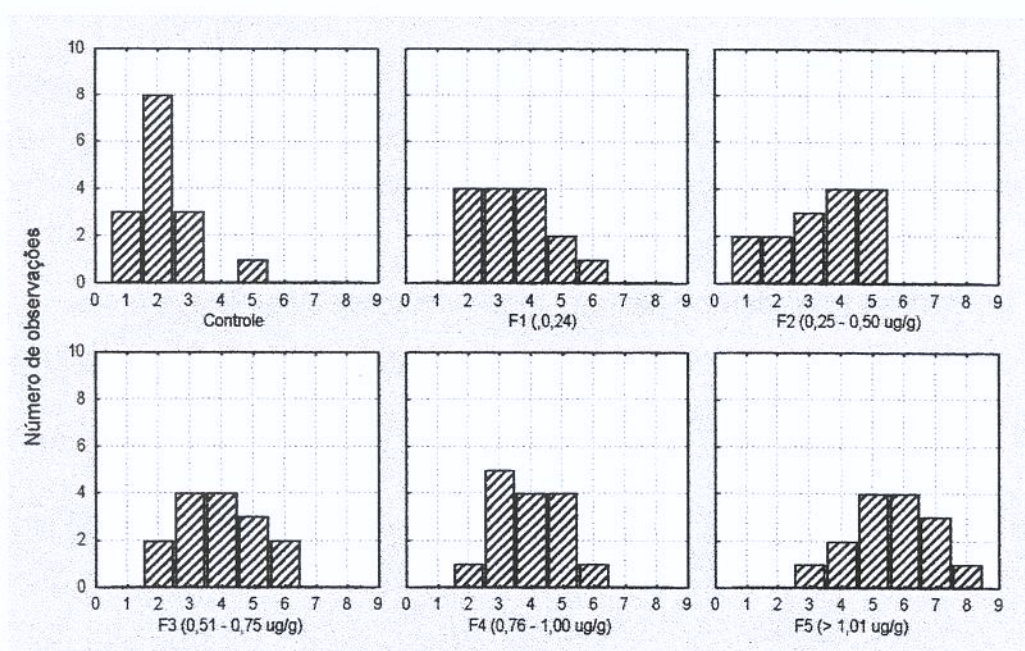


Figura 6. Histograma de frequência categorizados por tratamento para valores de intensidade de sabor estranho.

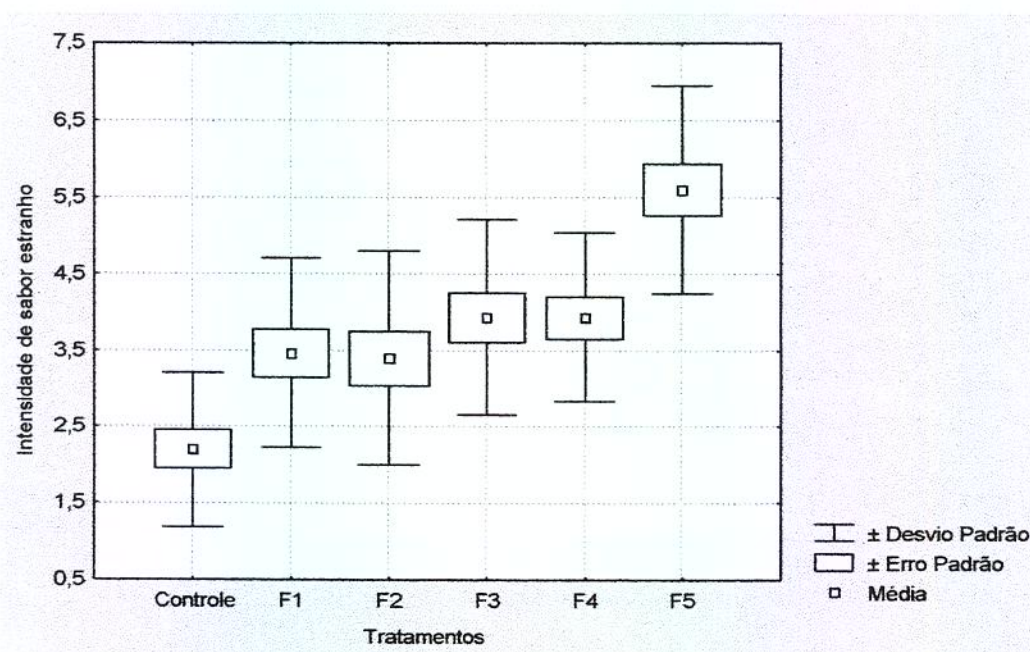


Figura 7. Gráfico de caixas categorizados por tratamento para valores de intensidade de sabor estranho.

Os resultados obtidos neste estudo também concordam com afirmações feitas por BONNEAU *et al.* (1992a), de que a androstenona sozinha tem uma contribuição significativa no aparecimento do odor sexual.

Nos histogramas de distribuição das notas atribuídas aos tratamentos, quanto ao odor (Figura 4) pode-se verificar que a formulação F5 apresentou valores muito diferentes do controle, o que não aconteceu com os demais.

No gráfico de correlação (Figura 8) nas respostas quanto à intensidade de sabor e odor estranho, confirmou-se uma correlação positiva ($r = 0,6489$, $p < 0,0085$) entre esses atributos, o que pode servir de ferramenta para o analista sensorial. Neste caso se só for possível a realização da análise de um só dos atributos poder-se-á saber a tendência das respostas para o outro. Isto porque esses atributos estão sempre ligados, isto é, o sabor é influenciado pelo odor.

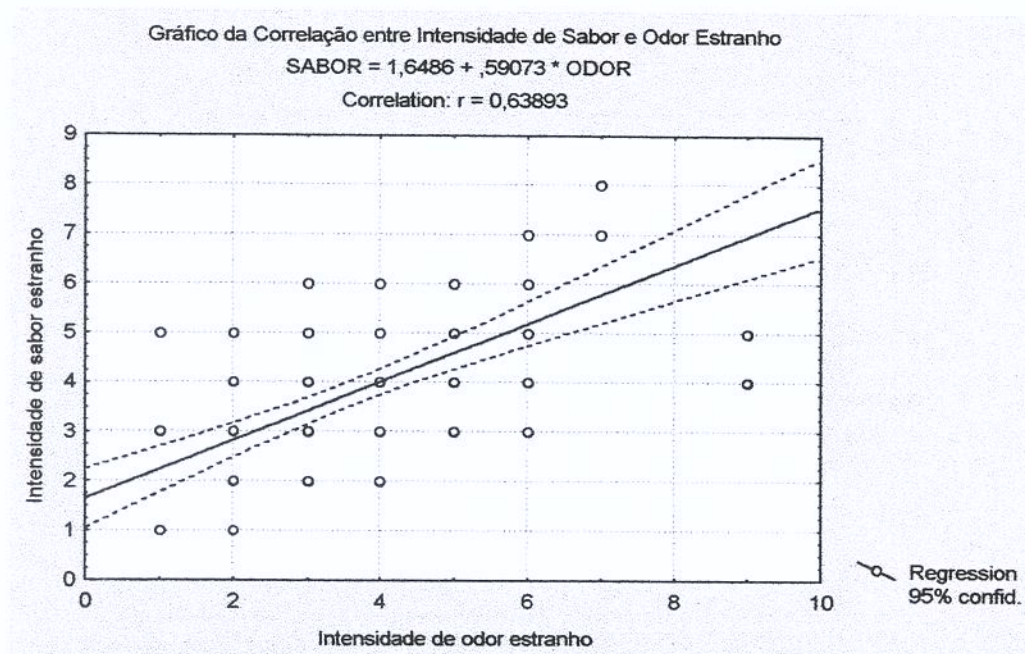


Figura 8. Gráfico da correlação entre as respostas de intensidade de odor e sabor estranhos dos tratamentos em estudo.

3.4. Caracterização da população que realizou o teste de aceitação

Dos 115 indivíduos que responderam aos questionários distribuídos, cerca de 55% pertenciam ao sexo feminino e 45% ao sexo masculino. A maioria dos entrevistados (15,65% do total das mulheres e 20,86% do total do homens) pertencia à faixa de idade de 25 a 35 anos (Figura 9). Na Figura 11, observa-se a distribuição do grau de escolaridade dos indivíduos. Grande parte dos indivíduos, cerca de 32,1% e 29,6% possui os graus de escolaridade de 5° a 8° série completo / 1° a 3° do 2° grau incompletos e 1° e 3° série do 2° grau completo / Superior incompleto, respectivamente. Quanto a classificação de classe social, a maioria dos indivíduos entrevistados pertencia a categoria B1 (26%), seguidos das categorias C (24,3%), B2 (19,1%), A1 (13,9%), A2 (12,1%), D (4,3%), e não foram encontrados indivíduos da categoria E, (Figura 10).

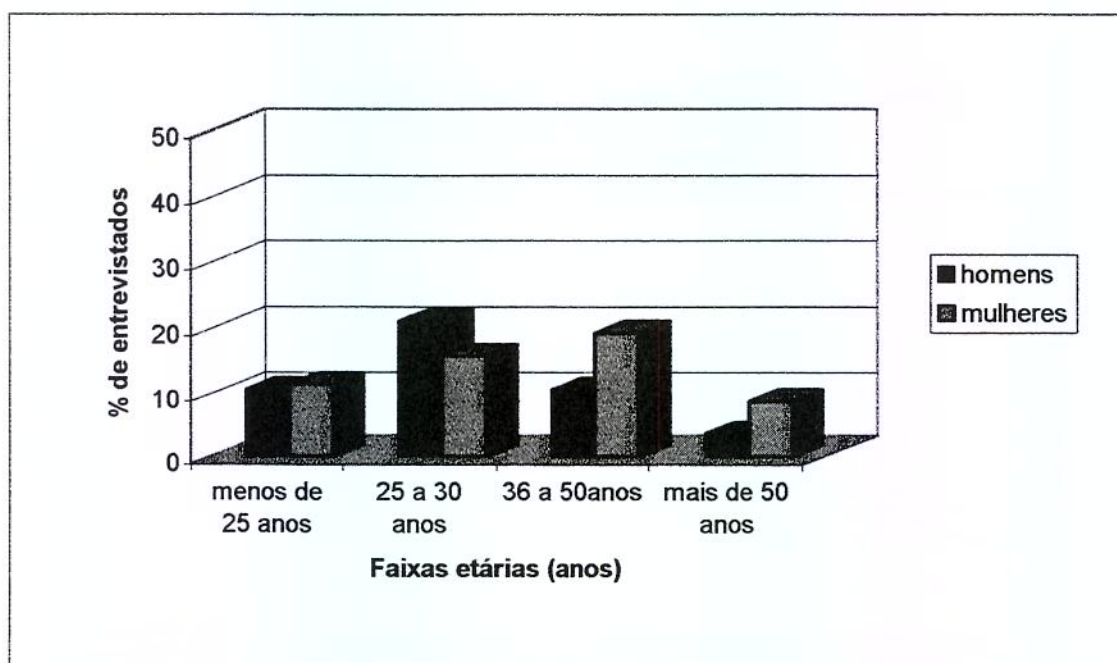


Figura 9. Gráfico representativo da faixa etária e do sexo dos indivíduos que participaram do Teste de aceitação do salame tipo milano.

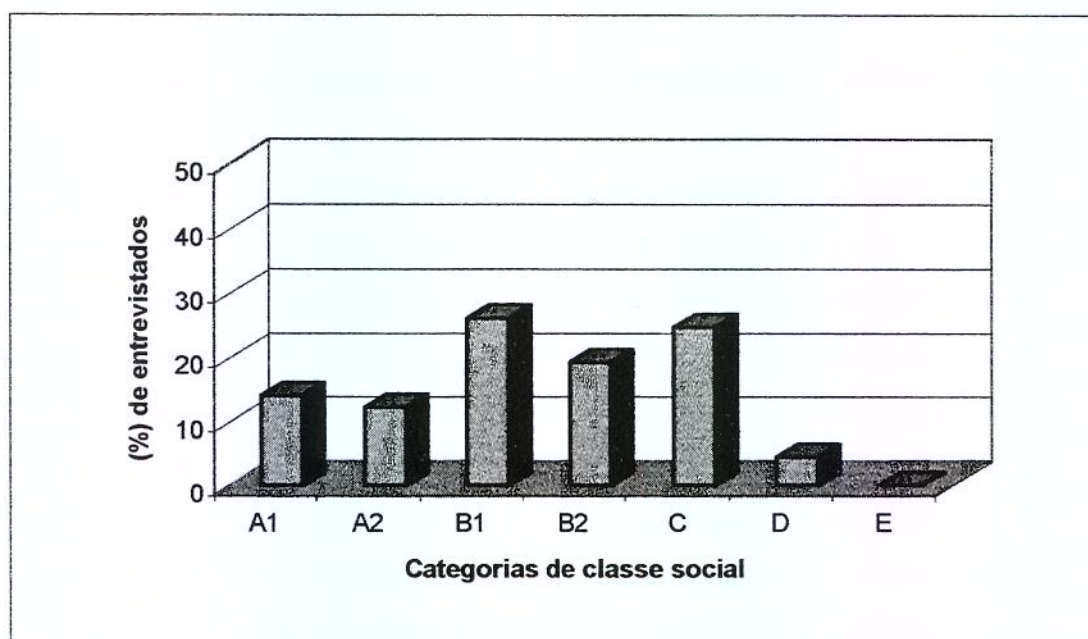


Figura 10. Gráfico da distribuição dos entrevistados nas categorias quanto a classe social.

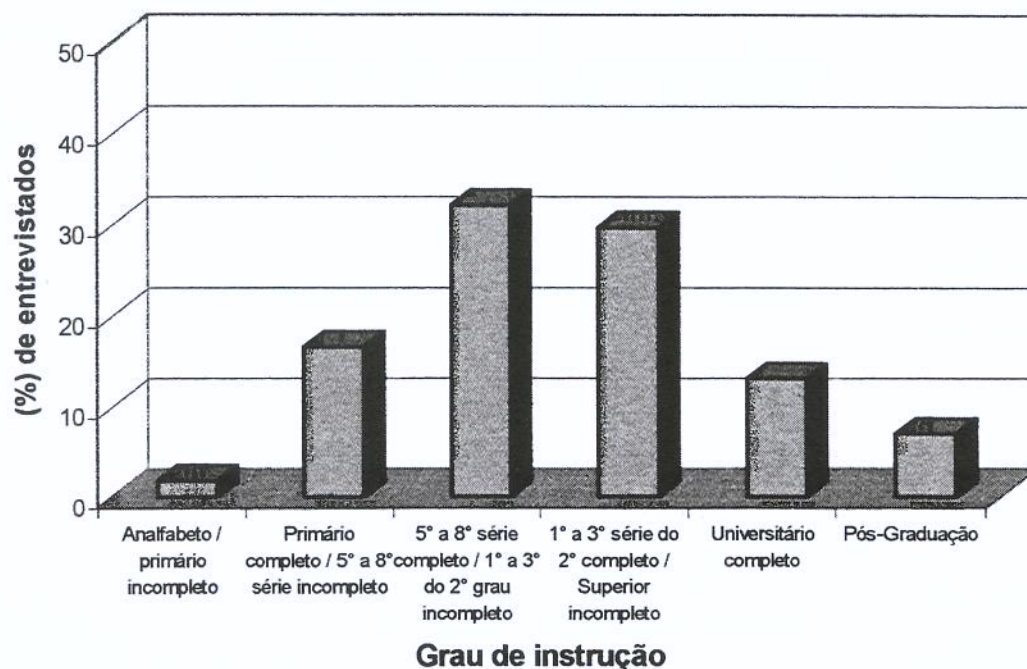


Figura 11. Gráfico representativo do grau de instrução dos entrevistados.

3.5. Aceitação das diferentes formulações de salame

A análise de variância (Tabela 6) dos resultados obtidos na avaliação sensorial dos tratamentos estudados revelou diferença ($p \leq 0,05$) entre as formulações testadas. O efeito provadores também foi significativo a 5% de probabilidade, fato comum nos testes de consumidores (ALMEIDA *et al.*, 1999), que, via de regra, diferem entre si quanto ao grau de “gostar” ou “desgostar” das amostras testadas.

Tabela 6. ANOVA dos resultados dos valores da avaliação sensorial das formulações escolhidas para o teste de aceitação.

F.V	G.L	S.Q.	S.Q.M.	F	p
Tratamento	3	2,33	0,78	0,79	0,000061
Prorador	114	5,94	0,05	0,05	0,000062
Resíduo	112	110,62	0,99		
Total	229	118,89	0,52		

Os resultados de aceitação discriminam as formulações em dois grupos: um que obteve aceitação superior ($p \leq 0,05$) e um segundo grupo formado pelos demais tratamentos.

O primeiro grupo é constituído da formulação de salame processada com carne e toucinho custo-lombar de suínos castrados, ou seja, formulação com ausência de androstenona, e a sua média de aceitação foi de 5,34. Este tratamento situou-se na escala hedônica próxima a “gostei ligeiramente”.

Os tratamentos F2, F4 e F5 obtiveram menor aceitação ($p \leq 0,05$) que o controle (Tabela 7). Os tratamentos não diferiram entre si ($p \geq 0,05$) e suas médias de aceitação situaram-se próximas à categoria “gostei moderadamente” da escala hedônica.

Tabela 7. Aceitação média das formulações de salame tipo milano

Tratamentos	Médias	(%) de aprovação¹	(%) de rejeição²
F2	4,95 ^a ±	77,5	22,5
F4	4,80 ^a ±	69,5	30,5
F5	4,81 ^a ±	66,6	33,4
Controle	5,45 ^b ±	89,3	10,7

Nota: ^{a, b} Médias com letras em comum não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey.

¹ Notas > a 4

² Notas inferiores a 4.

Escala hedônica, onde 1=desgostei muito e 7 = gostei muito.

A formulação com ausência de androstenona (Controle) foi a que recebeu o maior índice de aceitação, cerca de 89,3% e menor índice de rejeição 10,7%, por parte dos consumidores. As demais formulações apesar de diferirem significativamente da amostra controle não apresentaram um índice de rejeição severo (Tabela 7).

Durante a realização do teste de aceitação, registraram-se alguns comentários dos provadores sobre as amostras. Estes comentários foram sempre relacionados com a condimentação e com a quantidade de gordura. Os provadores esperavam uma condimentação mais acentuada quanto à quantidade de pimenta e sal e esperavam um produto com um menor teor de gordura (toucinho aparente), apesar das explicações sobre o tipo de salame estudado ser caracterizado por ter um maior teor de gordura, textura mais macia e sabor mais suave. Constatou-se, assim, que, independente do tipo de salame, cujas características o consumidor parece ignorar, a quantidade de gordura parece ser um fator importante de decisão na compra deste tipo de produto.

Tabela 8. Resultado da intenção de compra dos provadores das amostras de salame tipo milano selecionadas para o teste afetivo.

Amostra	Compraria	Não compraria	Total de respostas	(%) de Compra
F2	41	17	58	70
F4	37	22	59	62
F5	35	22	57	61
Controle	48	8	56	85
Total	161	69	230	70

Os resultados referente ao questionamento sobre a intenção de compra dos provadores (consumidores), frente as amostras analisadas estão ilustrados na Tabela 8. Observa-se que os índices de intenção de compra seguem a mesma tendência dos resultados do teste de preferencia. O tratamento controle obteve a maior intenção de compra (48%), seguido do tratamento F2 (41%), F4 (37%) e a amostra com maior concentração de androstenona obteve 35% da intenção de

compra. Quanto à não intenção de compra, os dois tratamentos com maiores níveis de concentração de androstenona tiveram os maiores índices.

4. CONCLUSÕES

De acordo com o estudo sensorial das amostras dos diferentes tratamentos de salame tipo milano elaborados com carne de suíno macho inteiro, concluiu-se que:

1. O odor e o sabor tiveram igual importância na avaliação do salame tipo milano segundo os provadores treinados.
2. O limiar de percepção para sabor e odor estranhos (0,62 a 0,73 ug/g) detectados pela equipe de provadores treinados situou-se um pouco acima dos valores de de limiar de percepção para carne fresca.
3. As diversas etapas do processamento (cura, fermentação e maturação) podem diminuir os níveis de detecção, mesmo do provador treinado para o reconhecimento do odor sexual.
4. O teste de aceitação mostrou que o consumidor diferencia amostras com androstenona das amostras sem androstenona (controle).
5. O teste sensorial afetivo realizado com salame tipo milano mostrou bons índices de intenção de compra, mesmo para as amostras contendo elevados teores de androstenona (1,30 a 1,99 ug/g).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ACKERMAN, D. **A natural history of senses**. 1st Edition. New York: Random House, 1990, 278p.
- (2) ALMEIDA, T.C.A.; HOUG G.; DAMÁSIO, M.H.; da SILVA, M.A.A.P. **Avanços em Análise Sensorial**. 1^o ed. São Paulo: Varela Editora, 1999. 286p.
- (3) AMOORE, J.E.; PELOSI, P.; FORRESTER, L.J. Specific anosmia to 5 α -androst-16-en-3-one and ω -pentadecalactone: the urinous and musky primary odors. **Chem. Senses Flavor.**, vol3, p. 401-425, 1977.
- (4) ANZALDUA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. 1st Edición. Zaragoza: Acribia, S.A., 1994. 197p.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e das bebidas – NBR 12806**. Rio de Janeiro: ABNT. 1993, 8p.
- (6) BABOL, J.; SQUIRES, E.J. Quality of meat from entire male pigs. **Food Research International**, vol., 28, p. 201-212, 1995.
- (7) BEJERHOLM C.; BARTON-GADE, P. The relationship between skatole / androstenone and odour / flavour of meat from entire male pigs. **Slagteriernes Forskningsinstitut.**, manuscip n° 1059 E, p.1-5, 1992.
- (8) BONNEAU, M.; Le DENMAT, M.; VAUDELET, J.C.; NUNES, J.R.V.; MORTENSEN, A.B.; MORETENSEN H.P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. **Livestock Production Science**, vol. 32, p. 63-80, 1992a.

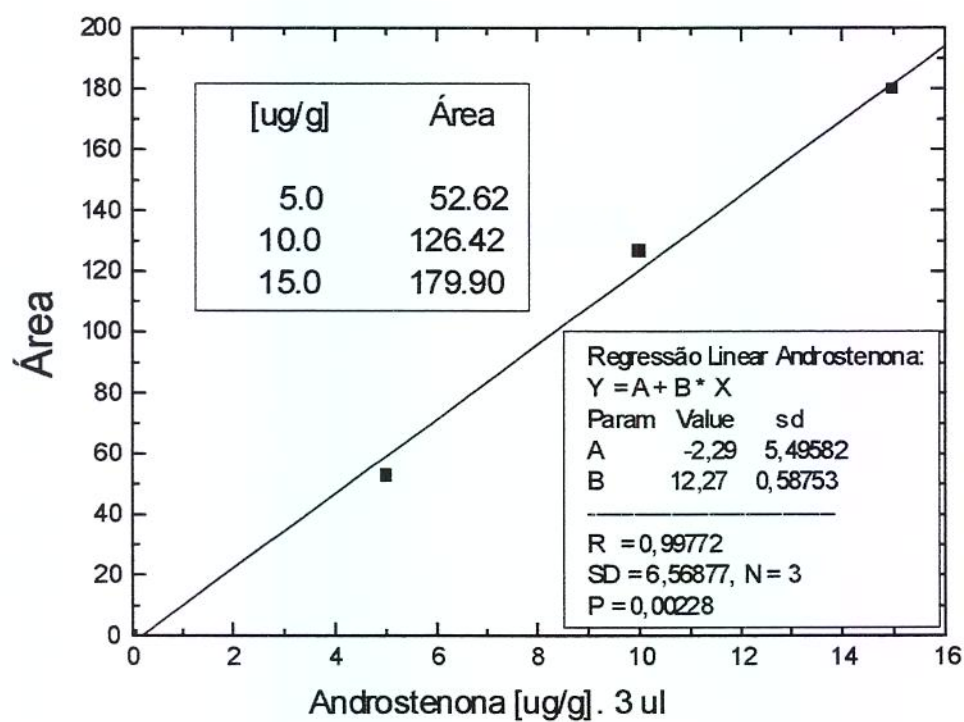
- (9) BONNEAU, M.; Le DENMAT, M.; VAUDELET, J.C.; NUNES, J.R.V.; MORTENSEN, A.B.; MORETENSEN H.P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: II. Eating quality of cooked hams. **Livestock Production Science**, vol. 32, p. 81-88, 1992b.
- (10) CARROL, W.E.; KRIDER, J.L. **Swine Production**, 4th ed. New York; Mc Graw-Hill. 1971. 528p.
- (11) CLIPLEF, R.L., GRINWICH, D.L.; CASTELL, A. G. Consumer acceptance of fresh pork and pork products from littermate boars and barrows. **Canadian Journal of Animal Science**, vol 64, p. 21-27, 1984.
- (12) CRAIG, H.B. PEARSON, A.M.; WEBB, N.B. fraction of the component (s) responsible for the Sex odour in pork. **Journal of Food Science**, vol. 27, p. 29-35, 1962.
- (13) COCHRAM, W.G.; COX, G.M. **Experimental Designs**. 2nd Edition. New York: John Wiley, 1957. 685p.
- (14) DESMOULIN, B.; BONNEAU, M. FRONIN, A., BIDARD, J.P. Consumer testing of pork and processed meat from boars: The influence of fat androstenone level. **Livestock Production Science**, vol 9, p 707, 1982.
- (15) DIESTRE, A., OLIVER, M.A., GISPER, M., ARPA, I.; ARNAU, J. Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. **Animal Production**, vol 50, p. 519-530, 1990.
- (16) GULLET, E.A.; PARTLOW, G.D.; FISHER, K.R.S.; HALINA, W.G.; SQUIRES, E.J. Effect of pig sex on consumer ratings for pork chops and bacon. **Food Quality and Preference**, vol. 4, p. 201-205, 1993.

- (17) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Sensory analysis – Methodology – Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours. **ISO 5496: 199e (E)**, p. 1-13.
- (18) LARMOND, E. Laboratory methods for sensory evaluation of foods. **Canadian Department of Agriculture**, Publ., p. 1637, 1977.
- (19) LUCIANO, S.R.; NICOLAIEWSKY, S. Qualidade da carcaça de carne e dos produtos embutidos de macho castrados e inteiros. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais...**, Curitiba, 1979.
- (20) MALMFORS, B.; LUNDSTRÖM, K. Consumer reaction to boar – a review. **Livestock Production Science**, vol. 10, p. 187-196, 1983.
- (21) NUNES, J.R.V.; COSTA, P.M.; PEREIRA, A. S.; SILVA, M.A.; TORRES, C.A.A. Detecção do odor sexual na carne de suínos machos inteiros, por painel de degustação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** vol. 13, p. 95-103, 1984a.
- (22) NUNES, J.R.V.; COSTA, P.M.; PEREIRA, A. S.; SILVA, M.A.; PEREIRA, J.A.A. Aceitação da carne de suínos machos inteiros pelo consumidor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 13, p. 95-103, 1984b.
- (23) PATTERSON, R.S. 5 α -androst-16-en-3-one: compound responsible for boar taint in boar fat. **Journal of Science Food and Agriculture.**, vol 19, p. 31, 1968.
- (24) RODHES, D.N. Consumer testing of bacon from boar and gilt pigs. **Journal of Science and Food Agriculture.**, vol. 22, p. 485-490, 1971.

- (25) RODHES, D.N. Consumer testing of pork from boar and gilt pigs. **Journal of Science and Food Agriculture**, vol. 23, p. 1483-1491, 1972.
- (26) SATHER, A.P.; JONES S.D.M.; SQUIRES, E.J.; SCHAEFER, A.L.; ROBERTSON, W.M.; TONG, A.K.W.; ZAWADSKI, S. Antemortem handling effects on the behaviour, carcass yield and meat quality of market weight entire male pigs. **Canadian Journal Animal Science**, p. 45-56, 1995.
- (27) SQUIRES, E.J.; ADEOLA, O.; YOUNG, L.G.; HACKER, R.R. The role of growth hormones, β -adrenergic agents and intact males in pork production: A review. **Canadian Journal Animal Science**, vol 73, p. 1-23, 1993.
- (28) STONE, H.S.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego, CA: Academic Press, 1993. 308p.
- (29) WILLIAMS, L.D.; PERSON, A.M.; WEBB, N.B. Incidence of Sex odor in boar, sows, barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, vol. 22, p. 16-18, 1963.
- (30) WYSOCKI, C. J.; BEAUCHAMP, G.K. Ability to smell androstenone is genetically determined. **Production. Natl. Academic Science, USA**, vol 81, p. 4899-4902, 1984.
- (31) WOOD, J.; RILEY, J.E. Comparison of boars and castrates for bacon production. 1. Growth data, and carcass and joint composition. **Animal Production**, vol. 36, p. 55-63, 1982.

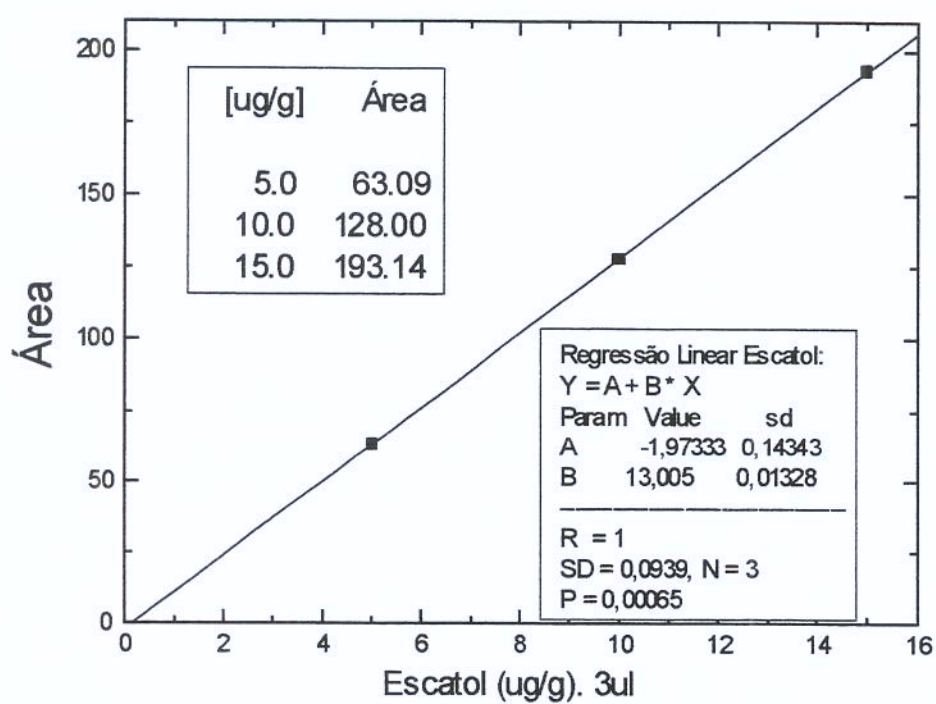
ANEXOS

CURVA PADRÃO ANDROSTENONA



Anexo. Regressão Linear da Curva Padrão de Androstenona.

CURVA PADRÃO DE ESCATOL

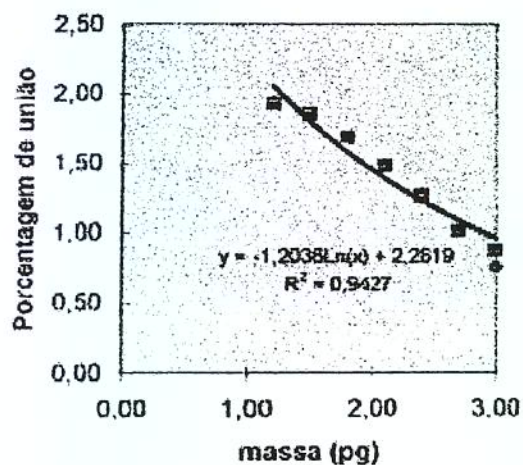


Anexo . Regressão Linear da Curva Padrão de Escatol.

Dados da curva de calibração da primeira amostragem (pg/ml).

Curva de calibração		
% B *		Massa (pg/ml) da testosterona padrão
86,10	83,20	15,60
70,40	70,30	31,20
49,60	49,20	62,50
30,30	31,30	125,00
19,10	18,50	250,00
10,40	10,70	500,00
5,70	7,50	1000,00

* % B = 100X (CPM - NBS)/B0

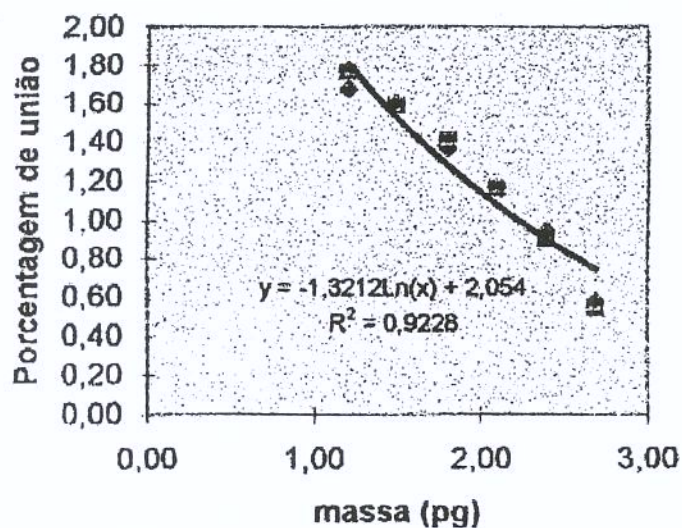


Anexo 5. Regressão linear da curva de calibração da testosterona referente a coleta no primeiro mês.

Dados da curva de calibração da segunda e terceira amostragens (pg/ml).

Curva de calibração		
% B *		Massa (pg/ml) da testosterona padrão
47,5	58,3	15,60
39,8	38,6	31,20
23,1	25,4	62,50
14,6	14,5	125,00
8,8	7,9	250,00
3,8	3,5	500,00
1,3	8	1000,00

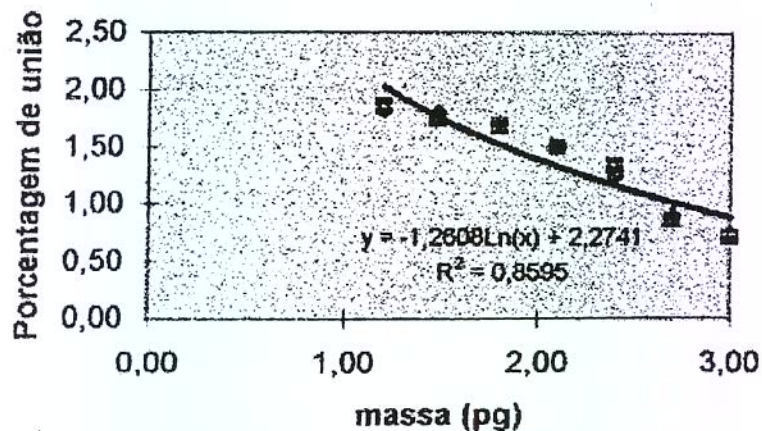
* % B = 100X (CPM - NBS)/B0



Anexo 6. Regressão linear da curva de calibração da testosterona no segundo e terceiro mês.

Dados da curva de calibração da quarta amostragens (pg/ml).

Curva de calibração		
% B *		Massa (pg/ml) da testosterona padrão
86,10	83,20	15,60
70,40	70,30	31,20
49,60	49,20	62,50
30,30	31,30	125,00
19,10	18,50	250,00
10,40	10,70	500,00
5,70	7,50	1000,00

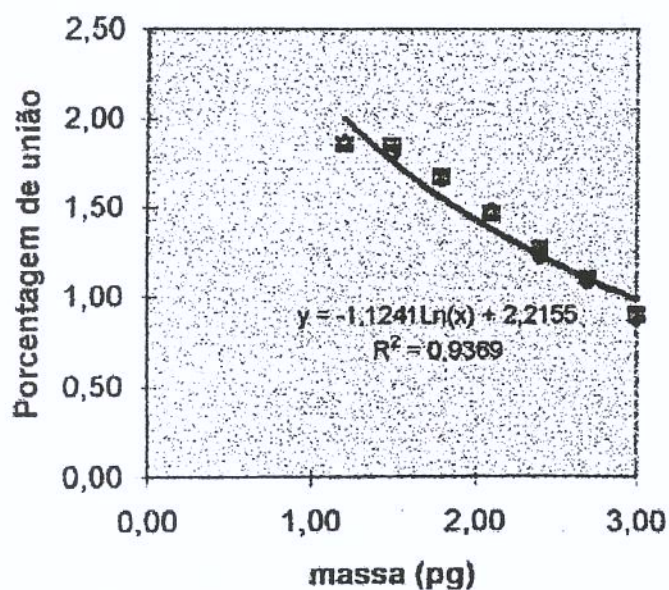


Anexo 7. Regressão linear da curva de calibração da testosterona no quarto mês.

Dados da curva de calibração da quinta amostragem (pg/ml).

Curva de calibração		
% B *		Massa (pg/ml) da testosterona padrão
72,4	79,0	15,60
64,2	63,8	31,20
44,4	45,5	62,50
32,5	30,8	125,00
20,0	17,8	250,00
13,6	13,2	500,00
7,7	12,1	1000,00

* % B = 100X (CPM - NBS)/B0

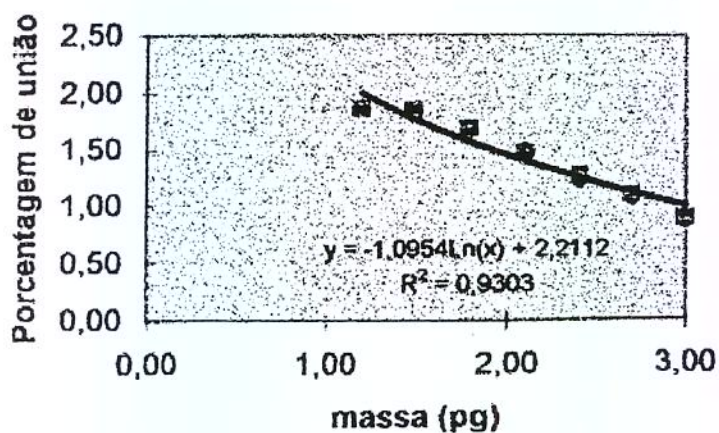


Anexo 8. Regressão linear da curva de calibração da testosterona no quinto mês.

Dados da curva de calibração da última amostragem (pg/ml).

Curva de calibração		
% B *		Massa (pg/ml) da testosterona padrão
72,5	72,0	15,60
64,8	71,0	31,20
46,1	47,5	62,50
30,9	29,4	125,00
16,9	18,7	250,00
12,1	12,9	500,00
7,5	7,9	1000,00

* % B = 100X (CPM - NBS)/B0



Anexo 9. Regressão linear da curva de calibração da testosterona no sétimo mês.

Profissão:

Idade:

Sexo:

1. Em relação aos itens abaixo, assinale com um X no quadro que corresponde quantos você possui em sua casa.

QUANTIDADE

Objetos	0	1	2	3	4	5	+6
Televisão em cores							
Videocassete							
Rádio (exceto carro)							
Banheiro							
Automóvel							
Empregada mensalista							
Máquina de lavar roupa							
Aspirador de pó							

Geladeira e Freezer	Assinale um (X)
• Não possui	
• Possui geladeira sem freezer	
• Possui geladeira duplex	
• Possui freezer	

2. Quanto ao grau de instrução

Grau de instrução	Chefe da família	Respondente
Analfabeto/Primário incompleto		
Primário Completo/ 5º a 8º série incompleto		
5º a 8º série completo/1º a 3º do 2º grau incompleto		
1º a 3º série do 2º grau completo/Superior incompleto		
Universitário completo		
Pós-Graduação		

1. Pontuação do questionário:

Objetos	0	1	2	3	4	5	+6
Televisão em cores	0	2	3	4	5	5	5
Videocassete	0	2	2	2	2	2	4
Rádio (exceto carro)	0	2	2	3	4	4	4
Banheiro	0	2	3	4	4	4	4
Automóvel	0	2	4	5	5	5	4
Empregada mensalista	0	2	4	4	4	4	4
Máquina de lavar roupa	0	1	1	1	1	1	1
Aspirador de pó	0	1	1	1	1	1	1

Geladeira e Freezer	Assinale um (X)
• Não possui	(0)
• Possui geladeira sem freezer	(2)
• Possui geladeira duplex	(3)
• Possui freezer	(3)

2.

Grau de instrução	Chefe da família	Respondente
Analfabeto/Primário incompleto	(0)	(1)
Primário Completo/ 5º a 8º série incompleto	(1)	(2)
5º a 8º série completo/1º a 3º do 2º grau incompleto	(2)	(3)
1º a 3º série do 2º grau completo/Superior incompleto	(3)	(4)
Universitário completo	(5)	(5)
Pós-Graduação	(5)	(6)

- A somatória dos itens 1 (bens de consumo) e 2 (grau de instrução) deve ser classificado de acordo com:

A1 - 30 ou mais
 A2 - 25 a 29
 B1 - 21 a 24
 B2 - 17 a 20

C - 11 a 16
 D - 6 a 10
 E - 0 a 5

Anexo 10. Médias e desvios padrões das concentrações (ppt)* das amostras provenientes dos genótipos investigadas em função do período de coleta.

IDADE / GENÓTIPO	1º MÊS	2º MÊS	3º MÊS	4º MÊS	5º MÊS	7º MÊS
HÍBRIDO	0 0,00	128,083 ^a ±22,100	171,500 ^a ±47,565	1892,672 ^a ±1206,10	2743,675 ^a ±1304,47	3758,528 ^a ±1476,333
DUROC	0 0,00	108,700 ^a ±27,880	118,700 ^a ±61,809	1002,200 ^{ab} ±560,07	2286,400 ^a ±1384,41	4133,923 ^a ±1524,941
LANDRACE	0 0,00	148,809 ^a ±36,683	209,428 ^a ±94,341	1057,951 ^{ab} ±660,01	2485,100 ^a ±1485,05	4098,605 ^a ±1684,056
LARGE WHITE	0 0,00	117,523 ^a ±79,502	151,380 ^a ±41,058	670,528 ^b ±851,36	1439,481 ^b ±1522,03	2158,645 ^a ±1107,463

* O valor achado pela curva de calibração da amostra multiplicado pela alíquota inicial (1000l) e dividido pela alíquota pega após a extração (400,µl). O valor encontrado é multiplicado por 100 e dividido pelo valor encontrado do fortificado recuperado. Tem-se a concentração em ppt da amostra.

