



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**KÁTIA MARIA VIEIRA AVELAR BITTENCOURT CIPOLLI**

**IMUNOCASTRAÇÃO E SEUS EFEITOS NAS CARACTERÍSTICAS  
SENSORIAIS, FÍSICAS E QUÍMICAS DA CARNE SUÍNA**

**TESE DE DOUTORADO  
APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DE  
ALIMENTOS UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE DOUTOR EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco da Silveira**

**ORIENTADOR**

**Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício  
CO-ORIENTADOR**

Este exemplar corresponde à versão final da tese defendida por Kátia Maria Vieira Avelar Bittencourt Cipolli, aprovada pela comissão julgadora em 28/02/2012 e orientada pelo Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco da Silveira

---

**Expedito Tadeu Facco da Silveira**

**CAMPINAS, 2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA – CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

C495i Cipolli, Kátia Maria Vieira Avelar Bittencourt  
Imunocastração e seus efeitos nas características  
sensoriais, físicas e químicas da carne suína / Kátia  
Maria Vieira Avelar Bittencourt Cipolli. -- Campinas,  
SP: [s.n], 2012.

Orientador: Expedito Tadeu Facco da Silveira.  
Coorientador: Pedro Eduardo de Felício.  
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Carne de porco. 2. Imunocastração. 3.  
Androstenona. 4. Escatol. 5. Análise sensorial. I.  
Silveira, Expedito Tadeu Facco da. II. Felício, Pedro  
Eduardo de. III. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Immunocastration and its effects on sensory, physical  
and chemical characteristics of pork meat

Palavras-chave em inglês (Keywords):

Pork meat

Immunocastration

Androstenone

Skatole

Sensory analysis

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Expedito Tadeu Facco da Silveira [Orientador]

Ângela Dulce Cavenaghi Altemio

Aparecida Sônia de Souza

Eliete Vaz de Faria

Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

Data da defesa: 28/02/2012

Programa de Pós Graduação: Tecnologia de Alimentos



## **BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco da Silveira**  
FEA-UNICAMP – Campinas  
Presidente

---

**Prof. Dra. Ângela Dulce Cavenaghi Altemio**  
Universidade Federal Grande Dourados – MS  
Titular

---

**Dra. Aparecida Sônia de Souza**  
CCQA - ITAL – Campinas  
Titular

---

**Dra. Eliete Vaz de Faria**  
CCQA - ITAL – Campinas  
Titular

---

**Prof. Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio**  
FEA-UNICAMP – Campinas  
Titular

---

**Prof. Dra. Helena Maria André Bollini**  
FEA-UNICAMP – Campinas  
Suplente

---

**Prof. Dra. Judite das Graças Lapa Guimarães**  
FZEA - USP – Pirassunga  
Suplente

---

**Dra. Jussara Carvalho de Moura Della Torre**  
FEA-UNICAMP – Campinas  
Suplente

**Estamos aqui para nos amarmos e nos instruirmos.**  
**E. V.**

*Dedico este trabalho à minha família, pelo amor e compreensão que sempre me dedicaram. Aos meus filhos, por ordem de chegada, Nicolás, Matheus e Ana Paula, ao meu marido, Aníbal, aos meus pais, Paulo e Lourdes e aos meus irmãos Antônio Sérgio e Cristina Maria.*



## **Agradecimentos**

Agradeço à Deus e aos Seus Enviados em todas as horas.

A conclusão deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta e indireta de muitas pessoas e sou muito grata a todas.

Agradeço especialmente ao meu orientador: Professor Dr. Expedito Tadeu Facco da Silveira, pela oportunidade, orientação, paciência e apoio. Ao meu co-orientador: Professor Dr. Pedro Eduardo de Felício, pela paciência, compreensão e por essa importantíssima oportunidade.

À Banca Examinadora e aos Suplentes pela enorme contribuição através das opiniões e valiosas correções.

À todos do ITAL, pela imprescindível participação, apoio e paciência para a concretização deste trabalho:

As Coordenadoras do LAFISE-CCQA-ITAL: Dra. Eliete Vaz de Faria, Dra. Rita de Cássia S. C. Ormenese pela compreensão, apoio e incentivo constantes.

Colegas Pesquisadores do LAFISE: Katumi Yotsuyanagi; Gina M. B. Q. Cardozo; Dra. Aline Garcia, Débora Sanches, César pelo incentivo e participação.

Ao Coordenador do CCQA-ITAL: Dr. Eduardo Vicente, Coordenadoras do Laboratório de Química: Dra. M. Teresa B. Pacheco e Dra. Regina Furlani, pelas sugestões e apoio.

À Equipe de Avaliação Sensorial, às Técnicas, às Estagiárias e aos Funcionários do LAFISE-CCQA-ITAL: Camila, Carolina, Laricia, Xênia, Michele, Dilva, Cássia, Luciano, Deunice, Paulo, Carlos, Luis Henrique, Marcelo, Márcio, Michele, Jorge, Marlene, Bia, Márcia, Rosana, Dalmo, Vera, D. Marli. Estevão, Magal, Beth, Kátia, Renata, Michele, Flávia e Carla. Cada um contribuiu bastante para que os testes fossem realizados.

Agradeço a todos os consumidores, voluntários que nem posso nomear.

Aos meus Estagiários: Juliana Meale; Juliana Guidetti, Bárbara V. Ikari - PIBIC;, Eder Martins, Regiane A. Guagdanini e Camila C. do Forte – PIBITI e Nathália C. Lira, pela execução, contribuição e por se disporem aos horários necessários.

Márcio Aurélio Almeida, pelo grande apoio e incentivador na execução deste propósito.

Aos Pesquisadores e Técnicos dos Laboratórios de Química– CCQA e do CTC: Sueli Baggio, Marta G. Silva; Aparecida S. Silva, Márcia C. Alves, Eduardo Orlando, Rodrigo, pela realização de análises.

À Equipe da Microbiologia Maristela, Neliane Silveira, Valéria; Luciara, Adelaide e Dionir, pelo apoio e auxílio nas suas respectivas áreas.

e Aos Professores e pós graduandos do IQ- UNICAMP – Prof. Dr. Fábio Augusto, Dr. Rodrigo Catharino, Ms. Alex D. Batista, Soraia e Fernanda Barbosa, por facilitarem o uso das instalações e desenvolverem metodologia.

À Coordenadora do CTC-ITAL- Luciana Miyagusku; á Coordenadora do Laboratório de Análises Físicas e Químicas - CTC: Eunice A. Yamada, que facilitaram o uso de instalações, materiais, horas trabalhadas dos técnicos.

Às Colegas e Pesquisadoras do CTC, amigas sempre: Ana Lúcia C. Lemos, Juliana C. Andrade, Márcia M. Harada e Hagiwara, Renata Bromberg, Simone Raimundo Oliveira, pelo incentivo.

Aos Assistentes e Técnicos do CTC e CCQA: Larissa, Ercilia, Enieluci, Claudia, Camila, Rosana e à Célia Lira, pelas programações de atividades laboratoriais e manutenção do sistema da qualidade.

Aos Parceiros de projeto: Adrieli, Raquel, Giovanna, Daniel, Letícia, Andréia, Bruno, pela organização e obtenção conjunta de amostras.

Colegas e professores das matérias cursadas na FEA-UNICAMP, nas pessoas de Carolina, Sérgio e Edson, pelo apoio nos momentos críticos.

A todos das Secretarias da FEA-UNICAMP, nas pessoas de Cosme Perota e Marlene eternamente solícitos, educados e pacientes.

Aos Dr. Joaquim A. Azevedo – DDD - APTA – SAA/SP, pelo incentivo para iniciar esta jornada, e aos colegas do Polo Monte Alegre do Sul, que me apoiaram durante a minha estadia e me compreenderam na minha saída, Patrícia, Célia, João, Alceu, Zuleika, Charleston, D. Ana, Deise, Celeste.

Aos eternos amigos: Ângela, Ricardo Targino Moreira, Suzana Cardoso, que sempre incentivaram para o inicio e fim do propósito.

Aos colegas e parceiros de outros 12 trabalhos executados no período: Carmen J. Castillo Contreras, Silvia Tfouni, Vera Sonia N. Silva, Mônica, Alessandra, Paulo E. R. Tavares, Heliana Gomes Azevedo, Poliana Britto, Paulo N. Carvalho, Paulo Reis Carvalho, Christiane Laganá, Daniel Gomes, Jorge Hashimoto, Nilda D. Villanueva, Selma Bergara Almeida, Claudete, Valéria, Angélica, Clivia, Franciane, através dos quais pude perceber outras capacidades, manter minhas responsabilidades no ITAL e voltar à tese com ânimo redobrado.

Aos queridos amigos da Casa do Caminho e nossas crianças de todas as idades - onde sempre adquiro força coragem e alegria.

As minhas tias e tios, primos, cunhados e sobrinhos pelo afeto e incentivo.

À todos que deixei de citar e sou grata, nas pessoas das secretárias do lar: Regina e Maria Auxiliadora pelo inestimável apoio à toda a família.

Agradeço ainda as empresas: Frigorífico Agropecuária Bressiani, Frigorífico Fartura, Sr. Jorge, Agrocere, Topigs, Pfizer Animal Health, pelo apoio.

Aos animais que estudamos e consumimos para evitar a fome e promover a saúde e o bem estar da sociedade.



## SUMÁRIO

|                                                                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SUMÁRIO.....                                                                                                    | xi    |
| LISTA DE TABELAS.....                                                                                           | xvi   |
| LISTA DE FIGURAS.....                                                                                           | xx    |
| RESUMO.....                                                                                                     | xxi   |
| ABSTRACT.....                                                                                                   | xxiii |
| 1 INTRODUÇÃO.....                                                                                               | 1     |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                                                                    | 3     |
| 2.1 A produção atual de suíno e bem estar animal.....                                                           | 3     |
| 2.2 Qualidade e rendimento do suíno.....                                                                        | 6     |
| 2.3 Melhoria na qualidade da carne.....                                                                         | 9     |
| 2.4 Caracterização protéica da carne suína.....                                                                 | 10    |
| 2.5 A contribuição dos compostos voláteis no aroma e sabor da carne.....                                        | 11    |
| 2.6 Processos de castração e a ocorrência de odor desagradável.....                                             | 14    |
| 2.6.1 Imunocastração.....                                                                                       | 18    |
| 2.7 Redução dos níveis de androstenona e de escatol – Citocromo Hepático P402E1.....                            | 21    |
| 2.8 Métodos de determinação de androstenona e escatol.....                                                      | 22    |
| 2.9 Pesquisas sobre a percepção do odor de androstenona e escatol por equipes treinadas e por consumidores..... | 24    |
| 2.10 Detecção de compostos responsáveis pelo odor sexual e pelo aroma e sabor da carne.....                     | 28    |
| 2.11 Atitudes dos consumidores.....                                                                             | 29    |
| 3 OBJETIVOS.....                                                                                                | 31    |
| 3.1 Objetivo geral .....                                                                                        | 31    |
| 3.2 Objetivos específicos.....                                                                                  | 31    |

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4 MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                                                     | 33 |
| 4.1 Animais.....                                                                                                                                              | 33 |
| 4.1.1 Fêmeas (FM), machos castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IC).....                                                                               | 33 |
| 4.1.2 Machos inteiros (IT).....                                                                                                                               | 35 |
| 4.1.3 Abate de suínos das granjas A, B e D.....                                                                                                               | 35 |
| 4.1.4 Obtenção de amostras.....                                                                                                                               | 36 |
| 4.2 Avaliações químicas e físicas na gordura e no lombo suíno.....                                                                                            | 37 |
| 4.2.1 Teor de escatol da gordura por cromatografia gasosa/SPME.....                                                                                           | 37 |
| 4.2.2 Teores de androstenona e escatol da gordura subcutânea costolombar por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) com determinação simultânea..... | 38 |
| 4.2.3 Avaliações Químicas e Físicas.....                                                                                                                      | 39 |
| a) Medidas de pH.....                                                                                                                                         | 39 |
| b) Medidas de Cor Instrumental.....                                                                                                                           | 39 |
| c) Textura Instrumental.....                                                                                                                                  | 40 |
| d) Composição centesimal do lombo.....                                                                                                                        | 41 |
| e) Teor de ácidos graxos do lombo sem gordura externa.....                                                                                                    | 41 |
| f) Teor de aminoácidos totais do lombo.....                                                                                                                   | 42 |
| g) Teor de tiamina do lombo.....                                                                                                                              | 42 |
| 4.3 Treinamento de equipe.....                                                                                                                                | 42 |
| 4.3.1 Treinamento prévio com referências sintéticas para odor.....                                                                                            | 43 |
| 4.3.2 Treinamento prévio com referências de lombo para os atributos sabor, maciez, suculência e qualidade global.....                                         | 44 |

|                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.3 Treinamento com referências obtidas das granjas B e C para odor em gordura subcutânea costolombar.....                                                                                                  | 46 |
| 4.3.4 Treinamento com referências obtidas das granjas B e C para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global em lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....                             | 48 |
| 4.4 Preparo de amostras de lombo suíno para sessões de <i>Focus Group</i> e testes de aceitabilidade.....                                                                                                     | 49 |
| 4.5 Avaliação sensorial de odores desagradáveis na gordura suína subcutânea costolombar e lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ) de animais com genéticas diferentes (Granjas A, B, C e D).....             | 49 |
| 4.6 Opiniões, hábitos, atitudes e comportamento do consumidor de carne suína com relação ao conhecimento da tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal através de sessões de <i>Focus Group</i> ..... | 50 |
| 4.7 Aceitabilidade da carne suína ( <i>Longissimus dorsi</i> ) obtida de macho imunocastrado com intensidade de odor de desagradável percebida por equipe treinada.....                                       | 53 |
| 4.8 Pesquisa via internet – atitudes, crenças e opiniões dos consumidores com relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal.....                                                               | 54 |
| 4.9 Análises estatísticas.....                                                                                                                                                                                | 56 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                                                                                 | 57 |
| 5.1 Treinamento com referências obtidas das genéticas B e C para odor em gordura subcutânea costolombar.....                                                                                                  | 60 |
| 5.2 Treinamento com referências obtidas das genéticas B e C para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global em lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....                             | 62 |
| 5.3 Avaliação sensorial de odores desagradáveis de suínos com genéticas diferentes (Granjas A, B, C e D).....                                                                                                 | 64 |

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.3.1 Avaliação dos efeitos genética (Granjas A e B), gênero (FM, CF, IC) e alimentação (RAC e TRAD) sobre as variáveis sensoriais avaliadas na gordura suína subcutânea costolombar..... | 65 |
| a) Avaliação do efeito gênero sobre as variáveis sensoriais de odor, e comparação com médias do teor de escatol na gordura subcutânea costolombar de suínos da genética A (Granja A)..... | 67 |
| b) Avaliação do efeito gênero sobre as variáveis sensoriais de odor da gordura subcutânea costolombar de suínos da genética B (Granja B).....                                             | 71 |
| c) Avaliação da gordura subcutânea costolombar de suínos de diferentes genéticas (Granjas A, B, C e D) e gêneros (FM, CF, IC e IT) sobre as variáveis sensoriais.....                     | 72 |
| 5.4 Determinação dos teores de androstenona e de escatol na gordura subcutânea costolombar de suínos das genéticas A, B e D.....                                                          | 75 |
| 5.5 Avaliação dos efeitos de gênero e alimentação sobre variáveis físicas, químicas e sensoriais da carne suína ( <i>Longissimus dorsi</i> ) nas genéticas B e D.....                     | 80 |
| 5.6 Determinação da composição em ácidos graxos do lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ) das genéticas B e D.....                                                                      | 87 |
| 5.7 Determinação de aminoácidos e tiamina presentes na carne suína.....                                                                                                                   | 92 |
| 5.8 Opiniões hábitos, atitudes e comportamento do consumidor de carne suína com relação ao conhecimento da tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal através de sessões de       |    |

|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Focus Group</i> .....                                                                                                                                                  | 96  |
| 5.9 Aceitabilidade da carne suína( <i>Longissimus dorsi</i> ) obtida de macho imunocastrado com intensidade de odor desagradável percebida por ..... equipe treinada..... | 102 |
| 5.10 Pesquisa via internet sobre atitudes, crenças e opiniões dos consumidores com relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal.....                      | 109 |
| 6 CONCLUSÕES.....                                                                                                                                                         | 115 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                                                                                         | 117 |
| ANEXO 1 Desenvolvimento de um método rápido para quantificação de escatol em gordura costo-lombar e músculo <i>longissimus dorsi</i> suínos por spme/cg.....              | 139 |
| ANEXO 2 Doehlert matrix optimization of a HS-SPME-GC-qMS method determination of boar taint compounds on pork fat.....                                                    | 146 |
| ANEXO 3 Modelo de ficha do teste de aceitabilidade. Avaliação de gordura e de filé de lombo suíno.....                                                                    | 148 |
| ANEXO 4 Validação de equipe para avaliação de odor da gordura.....                                                                                                        | 150 |
| ANEXO 5 Validação da equipe para análise descritiva quantitativa.....                                                                                                     | 151 |
| ANEXO 6 Backfat odour assessment from immunocastrated pigs.....                                                                                                           | 152 |
| ANEXO 7 Intensidade do odor sexual na gordura suína de animais imunocastrados.....                                                                                        | 160 |
| APÊNDICE 1 Comitê de ética.....                                                                                                                                           | 167 |
| APÊNDICE 2 Termo de consentimento livre e esclarecido (tcle).....                                                                                                         | 168 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1:</b> Fatores de produção de carnes na definição de qualidade percebida pelo consumidor .....                                                                                                                                                             | <b>8</b>  |
| <b>Tabela 2:</b> Comparação do conteúdo de aminoácidos na carne suína e na carne bovina.....                                                                                                                                                                         | <b>11</b> |
| <b>Tabela 3:</b> Alternativas ao processo de castração física.....                                                                                                                                                                                                   | <b>23</b> |
| <b>Tabela 4:</b> Concentrações das referências para odores atribuídas pela equipe.....                                                                                                                                                                               | <b>44</b> |
| <b>Tabela 5:</b> Metodologia utilizada para o preparo de cada referência para o treinamento com lombo suíno para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global.....                                                                                | <b>46</b> |
| <b>Tabela 6:</b> Notas médias atribuídas pela equipe às referências sintéticas utilizadas no treinamento de odor.....                                                                                                                                                | <b>58</b> |
| <b>Tabela 7:</b> Atributos desenvolvidos para carne de lombo suíno.....                                                                                                                                                                                              | <b>59</b> |
| <b>Tabela 8:</b> Média das notas de referência dos atributos avaliados pelos julgadores para amostras de lombo de suínos inteiros, imunocastrados e castrados fisicamente.....                                                                                       | <b>63</b> |
| <b>Tabela 9:</b> Valores de F e respectivos níveis de significância (P) associados a análise de variância dos efeitos genética, gênero e suplementação sobre as variáveis sensoriais de odor da gordura subcutânea costolombar de suíno.....                         | <b>66</b> |
| <b>Tabela 10:</b> Valores médios dos atributos sensoriais da gordura subcutânea costolombar suína, considerando os efeitos genética (Granjas A e B) e gênero (FM, CF e IC) pelo teste de Tukey.....                                                                  | <b>67</b> |
| <b>Tabela 11:</b> - Valores de F e respectivos níveis de significância (P) das variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos provenientes da Granja A, variando o gênero: fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados..... | <b>68</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 12:</b> Valores médios do teor de escatol determinados na gordura de fêmeas (FM) e imunocastrados (IM) e suas relações com a intensidade do odor característico de gordura proveniente de suínos da Granja A.....                                             | <b>69</b> |
| <b>Tabela 13:</b> Teor de escatol da gordura subcutânea costolombar suína, da genética A, considerando a suplementação.....                                                                                                                                             | <b>70</b> |
| <b>Tabela 14:</b> Valores de F e respectivos níveis de significância (P) das variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos provenientes da Granja B, variando o gênero: fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IM)..... | <b>71</b> |
| <b>Tabela 15:</b> - Valores médios da intensidade do odor de escatol na gordura provenientes de suínos da Granja B em função do gênero: fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IM)....                                                               | <b>72</b> |
| <b>Tabela 16:</b> Valores de F e respectivos níveis de significância (P) das variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos em função da genética (Granjas A, B, C e D) e gênero (FM, CF, IC e IT).....                                     | <b>73</b> |
| <b>Tabela 17:</b> Valores médios dos atributos sensoriais da gordura subcutânea costolombar suína, considerando os efeitos genética (Granjas A, B, C e D) pelo teste de Tukey.....                                                                                      | <b>73</b> |
| <b>Tabela 18:</b> Valores médios dos atributos sensoriais da gordura subcutânea costolombar suína, considerando o efeito gênero (FM, CF, IC e IT), através da comparação entre médias pelo teste de Tukey das genéticas A, B, C e D.....                                | <b>74</b> |
| <b>Tabela 19:</b> Teores de androstenona e de escatol em amostras de gordura subcutânea costolombar suína obtidas das genéticas A, B e D.....                                                                                                                           | <b>76</b> |
| <b>Tabela 20:</b> Teores de escatol avaliados em três amostras obtidos por três métodos de detecção.....                                                                                                                                                                | <b>77</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 21:</b> Teores de escatol da gordura subcutânea costolombar suína, das genéticas A, B e D, considerando o gênero.....                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>77</b> |
| <b>Tabela 22:</b> Teores de escatol e androstenona da gordura subcutânea costolombar suína, das genéticas A, B e D considerando a suplementação com ractopamina (RAC) ou tradicional (TRD).....                                                                                                                                                                                                       | <b>79</b> |
| <b>Tabela 23:</b> Valores de F e respectivos níveis de significância (P) associados à análise de variância dos efeitos do gênero (FM, CF, IC e IT) e do tipo de alimentação (TRAD e RAC) sobre as variáveis físicas, químicas e sensoriais da carne ( <i>Longissimus dorsi</i> ) suína.....                                                                                                           | <b>81</b> |
| <b>Tabela 24:</b> Efeito do gênero sobre as variáveis físicas (Luminosidade, L*; teor de vermelho, a*; amarelo, b*), físico-químicas (pH, lipídeos e umidade) e sensoriais (odores de androstenona, escatol e característico da carne bem como sabor, maciez, suculência e qualidade global) do lombo ( <i>Longissimus dorsi</i> ) suíno, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey..... | <b>82</b> |
| <b>Tabela 25:</b> Efeito da suplementação com ractopamina (RAC) ou não (TRAD) sobre as variáveis físicas (força de cisalhamento, teor de vermelho, a*, amarelo, b*) e sensoriais (odores de androstenona, escatol e característico da carne bem como sabor e qualidade global) do lombo, ( <i>Longissimus dorsi</i> ) suíno, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey.....              | <b>87</b> |
| <b>Tabela 26:</b> Teor de ácidos graxos do lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ), das genéticas A, B e D considerando o gênero.....                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>90</b> |
| <b>Tabela 27:</b> Composição em ácidos graxos de carne suína: bisteca e lombo (crus) citada na Tabela Taco (TACO, 2011).....                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>91</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tabela 28:</b> Composição em aminoácidos (g/100g) e tiamina (mg/100g) da carne (lombo) de suínos dos gêneros castrado (CF), imunocastrado (IC) e inteiro (IT).....                                                                                     | <b>95</b>  |
| <b>Tabela 29:</b> Resumo das informações obtidas das sessões de <i>Focus Group</i> .....                                                                                                                                                                  | <b>98</b>  |
| <b>Tabela 30:</b> Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade do produto e da intenção de compra das amostras de lombo obtido de suíno fêmea (FM), castrado fisicamente (CF), imunocastrado (IC) e inteiro (IT) das genéticas B e D..... | <b>104</b> |
| <b>Tabela 31:</b> Avaliações descritivas realizadas em amostras individuais de cada gênero para comparação da aceitação dos teores de androstenona e de escatol.....                                                                                      | <b>108</b> |
| <b>Tabela 32:</b> Atitudes, crenças e opiniões dos consumidores com relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal.....                                                                                                                     | <b>112</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 1:</b> Fatores que afetam os níveis de escatol e androstenona em suínos inteiros.....                                                                                              | <b>16</b>  |
| <b>Figura 2:</b> Aspectos principais da produção de hormônio sexual do macho inteiro.....                                                                                                    | <b>19</b>  |
| <b>Figura 3:</b> Representação do corte no lombo.....                                                                                                                                        | <b>45</b>  |
| <b>Figura 4:</b> Ilustração das escalas utilizadas no treinamento de análise descritiva quantitativa na avaliação de odor na gordura e no lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....      | <b>47</b>  |
| <b>Figura 5:</b> Análise de componentes principais dos gêneros CF, FM, IC, IT.....                                                                                                           | <b>92</b>  |
| <b>Figura 6:</b> Características do grupo de consumidores quanto à faixa etária (a) e classe social (b) de carne suína.....                                                                  | <b>103</b> |
| <b>Figura 7:</b> Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de lombo suíno ( <i>Longissimus dorsi</i> ) quanto ao produto de modo geral..... | <b>106</b> |
| <b>Figura 8:</b> Porcentagem dos respondentes que já ouviram falar sobre bem estar animal e imunocastração.....                                                                              | <b>110</b> |
| <b>Figura 9:</b> Frequência do modo como os temas bem estar animal e imunocastração foram conhecidos pelos respondentes.....                                                                 | <b>111</b> |

## RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da imunocastração e da suplementação com ractopamina (RAC) nas características químicas, físicas e sensoriais da gordura e da carne suína, bem como avaliar o conhecimento sobre a tecnologia de imunocastração pelo consumidor através de opiniões, atitudes, hábitos de consumo e crenças. Foram utilizadas a gordura subcutânea costolombar e a carne suína (*Longissimus dorsi*) obtida de animais imunocastrados, comparando-se com a proveniente de fêmeas, machos castrados fisicamente e inteiros. Foram avaliados odor e sabor através de equipes de julgadores treinados e por consumidores, bem como se efetuou avaliação cromatográfica dos compostos responsáveis pelo odor sexual, empregando-se metodologias precisas e mais rápidas de cromatografia líquida (HPLC), e gasosa (CG) com microextração em fase sólida (SPME). Foi avaliada a opinião de consumidores sobre as tecnologias de castração física e imunocastração, considerando o bem estar animal, através de técnicas de *Focus Group* e medida de atitudes, opiniões e crenças. Os julgadores detectaram odores desagradáveis em amostras de gordura obtidas de fêmeas e suínos castrados, poucas vezes reportados na literatura científica, sugerindo que estudos de outros compostos além de androstenona e escatol devam ser pesquisados. Os resultados estatísticos obtidos evidenciaram que a imunocastração se caracteriza por níveis intermediários de concentração de androstenona e de escatol, imperceptíveis por consumidores. Esses compostos são detectados sensorialmente quando presentes em concentrações correspondentes ao limiar de detecção de 1µg/g ou acima. Independente do tratamento estudado, durante o preparo da carne suína grelhada, a equipe treinada detectou odor desagradável, entretanto a quantidade presente não afetou a aceitação do produto. A carne suína de animais imunocastrados obteve boa aceitação sensorial e os consumidores reportaram a importância na divulgação de estudos que comprovem a segurança alimentar dessa tecnologia, pois os mesmos demonstraram favoráveis à aplicação da mesma na produção de suínos.



## ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the effects of immunocastration and supplementation with ractopamine (RAC) on chemical, sensory and physical characteristics of fat and pork meat, as well as to evaluate the knowledge of the technology by the consumer through immunocastration opinions, attitudes, consumption habits and beliefs. Back fat and pork (Longissimus dorsi) meat obtained from immunocastrated animals were compared to those from female, physically castrated male and entire male. Odor and flavor were evaluated by trained panel and consumers, as well as boar taint compounds were assessed by chromatographic evaluations using accurate and faster methodologies by high pressure liquid chromatography (HPLC) and gas chromatograph (GC) with microextraction in solid phase (SPME). The consumer opinions on physical and immunocastration methods were assessed, considering the animal welfare, using *Focus Group* techniques as well as measuring attitudes, opinions and beliefs. The trained panel detected off odors in fat samples obtained from females and barrows, rarely reported in the scientific literature, suggesting that studies of other compounds besides androstenone and skatole should be investigated. The statistical results showed that the immunocastration is characterized by intermediate levels of androstenone and skatole concentration, unnoticed by consumers. These compounds could be detected sensorially when present in concentrations corresponding to the thresholds values, that is, 1µg/g or above. Independently of the treatment, during the preparation of grilled pork, the trained panel could detect some unpleasant odor in the pork meat; however the amount present did not affect the product acceptance. Pork meat from immunocastrated pigs achieved good sensory acceptance and consumers published the importance of published studies on food safety involving this technology, as they demonstrated favorable of its application on pig production system.

## 1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a fonte de proteína animal mais importante no mundo, sendo a produção mundial de 103,488 milhões toneladas de peso equivalente - carcaça até outubro de 2011 (USDA, 2011a). O Brasil produziu 3,26 milhões de toneladas de peso equivalente - carcaça, no mesmo período, um crescimento de 2,8% em relação ao ano anterior. Sendo o quarto maior produtor, o Brasil exportou mais de 479 milhões de toneladas de peso equivalente - carcaça em 2011 (ABIEPCS, 2011).

O mercado interno brasileiro consumiu 2,8 milhões de toneladas de peso equivalente - carcaça tendo absorvido 83% da produção em 2011 havendo grande possibilidade de crescimento de consumo, estimado em 15 kg por habitante ano. Por sua vez, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, requerendo um produto de melhor qualidade, produzido sob critérios de respeito ao meio ambiente e ao bem estar animal (ANUALPEC, 2011).

A castração cirúrgica, ou castração física, não atende aos quesitos de bem estar animal, mas é eficaz na prevenção do odor de macho inteiro (odor desagradável exalado quando se cozinha a carne de suínos machos não castrados), contudo existem outras desvantagens ao se utilizar a técnica de castração. Os machos castrados fisicamente, em relação aos machos inteiros, crescem mais lentamente, consomem mais ração, apresentam carcaças com maior teor de gordura e apresentam maior índice de mortalidade na maternidade (PRUNIER et al., 2006).

A imunocastração considera o bem estar animal por ser uma técnica praticamente indolor aos animais, com ganhos de qualidade e rendimento (DUNSHEA et al., 2005). São escassas as informações sobre a qualidade sensorial da carne obtida por tecnologia como a imunocastração e nesse sentido mais estudos devem ser empreendidos.

A ractopamina é um aditivo beta-adrenérgico utilizado na nutrição de suínos devido a sua capacidade em aumentar o rendimento e deposição de tecido

muscular nas carcaças, sem prejudicar a qualidade da carne. Possui estrutura semelhante a das catecolaminas, epinefrina e norepinefrina, que agem alterando o metabolismo animal. Assim, a redução na síntese lipídica, acompanhada de acréscimo de proteína e desenvolvimento muscular, proporciona melhora no desempenho e conseqüentemente nas características de carcaça dos suínos (WARRISS, 2010).

Em conformidade com estudos de atitudes e opiniões de consumidores (MACHADO FILHO, 2000), o brasileiro apresentou um perfil por produtos que considerem o bem estar animal. Faltam pesquisas no país para o melhor conhecimento das tecnologias de produção que considerem este aspecto, como a imunocastração.

Diante do exposto, esta pesquisa foi desenvolvida para avaliar os aspectos sensoriais da carne e gordura provenientes de suínos machos suplementados com dieta RAC variando-se o gênero, ou seja, imunocastrados, castrados fisicamente, fêmeas e inteiros bem como diferentes genéticas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A produção atual de suíno e bem estar animal**

Apesar de sempre ser consumida, havia no passado um forte estigma de que a carne suína não era saudável (SWATLAND, 2010). Esse conceito, no entanto, foi modificado e atualmente o consumidor brasileiro não tem mais medo de consumi-la. Muitas vezes o que interfere no consumo da carne suína *in natura* (pernil, feijoada e lombo) é o clima tropical, que favorece o consumo dos industrializados tais como presunto, lingüiça e salame.

A carne suína é a mais consumida no mundo, devido à participação populacional majoritária da China e da União Européia. Na Europa, consome-se uma maior proporção de carne suína, comparada à carne de frango e bovina, representando 37,5% do consumo e da produção mundial de carnes, com mais de 103 milhões de toneladas. No Brasil ocorre o inverso. O mercado interno brasileiro consumiu 2,8 milhões de toneladas de peso equivalente - carcaça (ABIEPCS, 2011) tendo absorvido 83 % da produção em 2011 e, segundo o ANUALPEC (2011) ainda há uma grande possibilidade de crescimento de consumo, estimado em 15 kg por habitante ano. Por sua vez, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, demandando um produto de melhor qualidade, produzido sob critérios de respeito ao meio ambiente e ao bem estar animal.

Neste contexto, os profissionais da agroindústria de suínos e a comunidade científica trabalham incessantemente para melhorar a eficiência na produção de carne e atender as exigências crescentes do mercado consumidor. O desafio para este novo modelo de suíno é combinar, adequadamente, o binômio qualidade e quantidade de carne, com o objetivo de garantir a viabilidade econômica da indústria de carne. Este esforço evidencia a evolução tecnológica do setor, graças a um forte trabalho nas áreas de genética, nutrição e manejo melhorando a produtividade e o peso de abate (SILVEIRA, 2011).

O bem estar animal constitui um dever moral do homem de respeito a todos os animais e de evitar os sofrimentos inúteis àqueles destinados ao abate. Cada país deve estabelecer regulamentos em frigoríficos, com objetivo de garantir condições para proteção humanitária a diferentes espécies. Na Inglaterra, é consenso entre cientistas e público em geral que o animal deve ser livre de fome, sede, desconforto, dor, lesões ou doença, livre para expressar os seus comportamentos normais; livre de medo e de aflição. O bem estar do suíno resulta no manejo cuidadoso, reduzindo o estresse e o traumatismo. Principalmente nos países do Primeiro Mundo (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 2011), e também no Brasil, a sociedade vem exigindo dos criadores, dos transportadores e da indústria, medidas que aliviem o estresse e o sofrimento dos animais.

A Comissão Européia e representantes dos produtores, distribuidores, indústrias de carnes, cientistas e organizações não governamentais se reuniram em Bruxelas no ano de 2011 e se comprometeram a planejar, voluntariamente, o fim a castração cirúrgica de suínos na Europa à partir de janeiro de 2018 (EFSA, 2004, apud HAUGEN; BRUNIUS; ZAMARATSKAIA, 2012). O Brasil se coloca numa busca continua na ampliação da produção e exportação de carnes e esta visão torna-se importante para a suinocultura nacional.

Na produção de carne suína, ocorre, muitas vezes, manejo inadequado antes do abate. Alguns sistemas de criação em gaiolas ou boxes, que impedem a mobilidade mínima necessária aos animais, que leva ao estresse por privações físicas e psicológicas, atrofias e/ou degenerações, por efeitos de brigas entre animais que não se conhecem e que foram misturados antes do abate. O estresse resulta em pior qualidade da carne, por afetar o padrão de acidificação muscular *post mortem*, ou através de mecanismos que ainda não estão totalmente esclarecidos. O estresse em longo prazo pode esgotar o glicogênio muscular e resultar em carne DFD (*Dark, Firm, Dry* - escura, firme e seca). Isto ocorre em todas as espécies, inclusive nas aves. O estresse imediatamente antes do abate em suínos pode produzir a carne PSE (*Pale, Soft, Exudative* - pálida,

flácida e exsudativa). Os defeitos de qualidade apresentados pela carne PSE e DFD comprometem a aparência, bem como as propriedades tecnológicas e palatabilidade da carne suína (WARRISS; BROWN, 2000).

De acordo com Warriss (2010), as pessoas desejam comer carne com qualidade e que seja oriunda de animais criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam o seu bem-estar, e que sejam sustentáveis e ambientalmente corretos.

A determinação de pH é o indicador mais comum da qualidade final da carne. Em geral na primeira hora *post mortem*, quando a temperatura da carcaça está entre 37 e 40°C o pH declina de 7,2 para em média 6,2 (MURRAY, 2000).

É possível afirmar que quando a queda total do pH é lenta atingindo valores próximos a 6,0, 24 horas *post mortem* a possibilidade de ocorrer a condição DFD é maior. Se o pH declina muito rápido atingindo valores abaixo de 5,8 logo na primeira hora (medido 45 minutos após o abate) favorece a incidência de carne da condição PSE. A genética (presença do gene RN ou Nápole) tem um efeito na incidência de carne ácida, assim chamada em função dos valores de pH muito baixos atingidos após 24 horas *post mortem*.. As carnes de suínos que portam o gene RN têm pH final mais baixo que as carnes de suínos sem o gene-RN. A carne RN tem uma capacidade de retenção de água mais baixa e cor mais pálida que carne não RN (ARIMA, 2006).

Segundo Lawrie (1998) o conteúdo de umidade no músculo suíno é suscetível a mudanças, devido à fadiga moderada ou fome no período pré-abate.

O período de descanso no frigorífico é uma importante prática de manejo, que tem sido utilizada para possibilitar a recuperação dos animais do estresse físico e emocional ocorrido no transporte. Além disso, este período auxilia na manutenção da velocidade constante da linha de abate. Período de repouso nas baias do frigorífico de 1 a 3 horas tem sido utilizado para recuperação da perda advinda do transporte, contudo 24 horas de repouso possibilita a produção de carcaças de boa qualidade, baseado em avaliações de pH, cor e capacidade de retenção de água. O período de descanso ótimo depende da logística do

estabelecimento (distância da granja ao abatedouro, condições de transporte, mistura de lotes, temperatura ambiente) e da intensidade do estresse a que os suínos foram submetidos durante o manejo pré-abate (GEVERINK et al., 1996; SANTOS et al., 1997; GIESPERT et al., 2000, apud DALLA COSTA et al., 2006 ).

No Brasil, em pesquisa realizada por Machado Filho (2000), com a população universitária de Florianópolis (222 pessoas), dentre os entrevistados que não tinham restrição ao consumo de carne (164), verificou-se que aspectos como crueldade animal (6,3% das respostas) e dano ao ambiente (4,9%), são preocupações importantes relacionadas à indústria animal e, talvez, questões nascentes para o público brasileiro. Um quarto dos entrevistados entendia ou já tinham ouvido falar de carne “orgânica”. Entretanto, quando perguntados sobre a questão a seguir, 60% (132) dos entrevistados disseram que prefeririam carne de suínos criados em condições de bem-estar, livres de antibióticos e hormônios na ração, com acesso à pastagem e abatidos sem estresse. Em contraste, 8% (18) ainda preferiram animais do confinamento, e para 18% (39) tanto fazia. Dentre os 132 que preferiram a carne como descrita acima, 108 (81,8% deles ou 48,8 do total de entrevistados) estavam dispostos a pagar mais por isso, e outros 17 não sabiam. Embora apenas uns poucos entrevistados colocassem o bem-estar animal como uma preocupação relacionada com a carne de suíno, muitos consumidores estavam dispostos a pagar mais por um produto de melhor qualidade. Embora o bem-estar animal ainda não fosse uma questão prioritária entre os consumidores brasileiros, qualidade da carne e impacto na saúde já aparecia como questões centrais para o público. Conforme previa o autor, os produtores brasileiros possuem uma demanda crescente por produtos “orgânicos” e saudáveis. O autor previa também demanda para produtos cárneos que incluíssem o bem estar animal.

## **2.2. Qualidade e rendimento do suíno**

Para estimar com a maior precisão possível a qualidade final da matéria-prima pós resfriamento existe uma tendência em utilizar métodos de avaliação da

qualidade da carne ainda na carcaça quente. Além do sistema de separação e corte das carcaças de acordo com seu peso e conseqüente rendimento de carne, adicionalmente, quando a precisão das medidas permite, as carcaças podem ser selecionadas para o corte de acordo com, por exemplo, o pH e/ou a cor dos músculos avaliados (PELOSO, 2000).

Os machos inteiros comparados com fêmeas e machos castrados, têm melhor eficiência alimentar, sob regime de restrição alimentar, cresce mais rápido, têm mais carne e menos gordura. As características do músculo e do tecido adiposo são diferentes entre machos inteiros e castrados. O menor teor de lipídios e o maior teor de ácidos graxos insaturados no tecido adiposo de machos inteiros podem ser considerados como favoráveis do ponto de vista dietético. Devido à presença do trato genital em desenvolvimento, alguns autores citam que o rendimento da carcaça é menor em machos inteiros que nos castrados (BONNEAU e SQUIRES, 2000).

Como o tecido adiposo dos machos inteiros tem maior teor de água e de ácidos graxos insaturados, a qualidade de processamento da gordura é pior nos machos inteiros, pois a gordura destes machos é mais macia e menos resistente à oxidação. Os problemas associados com a qualidade de gordura de machos inteiros são mais importantes em genótipos cada vez mais magros e se tornam piores com o uso de dietas com alto teor de lipídios insaturados. Porém machos inteiros são mais agitados e conseqüentemente mais agressivos em relação ao animal castrado, sendo então, susceptível à perda de qualidade de sua carne, por estresse – carne PSE, DFD (BONNEAU e SQUIRES, 2000).

A qualidade da carne, que determina seu valor, é resultante dos efeitos em longo prazo, como genética, nutrição, práticas de criação e de manejo, suas interações e fatores em curto prazo, como condições de manuseio na granja, embarque, transporte, desembarque, espera no abatedouro, manuseio imediatamente antes do abate e método de atordoamento e de abate (BARBARINO JUNIOR; SILVA, 2011).

Os programas de qualidade da carne suína devem ter como objetivo a diminuição da variação dos atributos percebidos pelos consumidores que causam maior descontentamento, tais como maciez e cor, por exemplo. Na União Européia, onde o consumo e as exigências dos consumidores são altos, os fatores de produção contribuem definitivamente na escolha e no consumo (Tabela 1) (RICHARDSON, 1994; ISSANCHOU, 1996; WOOD ET AL. 1998, apud PELOSO, 2000).

**Tabela 1** - Fatores de produção de carnes na definição de qualidade percebida pelo consumidor

|                     | <b>FATORES DE PRODUÇÃO DE CARNE</b>                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Segurança alimentar | BSE (“Doença da Vaca Louca”)                                                                  |
|                     | E. Coli O157 H:7 e outras bactérias que causam zoonoses                                       |
|                     | Resíduos de antibióticos                                                                      |
| Bem-estar animal    | Transporte dos animais vivos                                                                  |
|                     | Intensificação da produção (confinamento e restrição de movimentos)                           |
|                     | Procedimentos de abate                                                                        |
| Meio-ambiente       | Dejetos de granjas e abatedouros                                                              |
| Saúde               | Gordura                                                                                       |
|                     | Ácidos graxos saturados                                                                       |
| Palatabilidade      | Maciez/Suculência                                                                             |
|                     | Cor                                                                                           |
| Estilo de vida      | Tempo de preparação                                                                           |
|                     | Disponibilidade de apresentação em formas convenientes de preparo, tamanho de embalagem, etc. |

A qualidade final da carne é ainda influenciada pelo estresse ambiental que ocorre durante as horas do pré-abate, somados aos fatores de processamento das carcaças pós-abate, que juntos possuem conhecidos efeitos na qualidade final da matéria-prima (BERTOLONI et al., 2006; FAUCITANO, 2001).

Muitos destes efeitos são responsáveis pela incidência das anomalias (PSE, DFD) que ocasionam defeitos de qualidade na carne e geralmente ocorrem no período entre o transporte dos animais e o momento do abate, como por exemplo, estresse durante o transporte, quando estes, em teoria, estariam prontos a serem transformados em matéria-prima para agregação de valor através da industrialização (PELOSO, 2000).

### **2.3. Melhoria na qualidade da carne**

A qualidade da carne deverá ser enfatizada mais além da composição de carcaça e rendimento em carne. Deve incluir as características sensoriais de palatabilidade - sabor, maciez, suculência; fatores que interferem na qualidade visual como cor, marmoreado e firmeza; bem como fatores de processamento e embalagem tais como pH, capacidade de retenção de água e potencial antioxidante; e também características que afetam a saúde e nutrição humana (DIKEMAN, 2007).

Diferentes aditivos podem ser utilizados na dieta do suíno: a inclusão de ácido linoléico conjugado nas dietas dos suínos tem geralmente efeitos positivos na composição da carcaça, na capacidade de retenção de água, e na oxidação de lipídios. A inclusão do magnésio nas dietas dos suínos mostra potencial para melhorar o pH e a cor da carne (DIKEMAN, 2007).

O uso de modificadores metabólicos proporciona uma carne mais firme, mas sua aceitação depende da percepção dessa diferença pelo consumidor (DUNSHEA et al., 2005). Com os avanços tecnológicos, os consumidores têm sido beneficiados, com a obtenção de uma carne mais magra e com um menor preço, contudo, a eficiência de produção e rendimento ocorre em detrimento da qualidade da carne.

O hidrocloreto de ractopamina (Ractosui®, Ourofino Agronegócio) ou ractopamina (RAC), é um aditivo beta-adrenérgico com estrutura semelhante a das catecolaminas, epinefrina e norepinefrina, que age alterando o metabolismo animal e modificando a repartição dos nutrientes. Tem-se observado um

redirecionamento dos nutrientes que seriam destinados à produção e deposição de lipídeos para serem utilizados na deposição de tecido muscular (PEREIRA et al., 2008). Ao mesmo tempo em que ocorre redução na síntese lipídica, há aumento na síntese protéica, o que proporciona melhora do desempenho e das características de carcaça dos suínos (SCHINCKEL et al., 2003). No Brasil, Moraes et al. (2010) estudando a adição de 10 ( $\mu\text{g/g}$ ) de RAC na alimentação de suínos por 30 dias, verificaram que o sexo foi determinante para o desempenho e as características quantitativas de carcaça; as fêmeas apresentaram rendimento de carcaça quente superior aos machos imunocastrados, e os machos imunocastrados e as fêmeas apresentaram maior percentual de carne magra em relação aos machos castrados. Estes autores citam a necessidade de estudos para adequação dos níveis de ractopamina.

#### **2.4. Caracterização protéica da carne suína**

A carne suína é uma fonte de proteínas de alto valor biológico e alta digestibilidade, possuindo, em relação à carne bovina, maior conteúdo de alguns aminoácidos essenciais, tais como triptofano e treonina (Tabela 2). A caracterização da carne suína é dada principalmente por ácido cistéico, ornitina, proteínas hidrossolúveis, glucoproteínas e ribose. Possui ainda alguns compostos nitrogenados não-protéicos, como ácidos aminados livres, peptídeos simples, aminas e creatina. Tais elementos, ainda que de pouco valor nutritivo, constituem fonte potencial de nitrogênio para aminoácidos e síntese de proteína endógena (PRICE; SCHWEIGERT, 1994; LAWRIE, 1998).

**Tabela 2** - Comparação do conteúdo de aminoácidos na carne suína e na carne bovina.

| <b>Aminoácido</b> | <b>Filé de carne bovina crua (%)</b> | <b>Pernil suíno cru (%)</b> | <b>Lombo suíno cru (%)</b> |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Triptofano *      | 0,145                                | 0,260                       | 0,220                      |
| Treonina*         | 0,884                                | 0,935                       | 0,940                      |
| Isoleucina*       | 1,006                                | 0,959                       | 1,031                      |
| Leucina*          | 1,759                                | 1,643                       | 1,784                      |
| Lisina*           | 1,869                                | 1,842                       | 1,943                      |
| Valina*           | 1,097                                | 1,111                       | 1,095                      |
| Metionina*        | 0,576                                | 0,542                       | 0,577                      |
| Fenilalanina*     | 0,874                                | 0,818                       | 0,881                      |
| Histidina*        | 0,706                                | 0,818                       | 0,905                      |
| Cistina           | 0,285                                | 0,261                       | 0,242                      |
| Tirosina          | 0,705                                | 0,714                       | 0,797                      |
| Arginina          | 1,430                                | 1,273                       | 1,394                      |
| Alanina           | 1,345                                | 1,193                       | 1,230                      |
| Ácido Aspártico   | 2,015                                | 1,900                       | 2,049                      |
| Ácido Glutâmico   | 3,320                                | 3,206                       | 3,344                      |
| Glicina           | 1,347                                | 0,972                       | 0,944                      |
| Prolina           | 1,054                                | 0,823                       | 0,847                      |
| Serina            | 0,871                                | 0,846                       | 0,906                      |

\*Aminoácidos essenciais

Fonte: USDA (2011)

## 2.5. A contribuição dos compostos voláteis no aroma e sabor da carne

O sabor dos alimentos consiste de uma resposta integrada às sensações de gosto e aroma. Estima-se que a maior contribuição ao sabor se deve ao aroma.

O gosto de um alimento é atribuído aos compostos não voláteis nele presentes: açúcares, sais, peptídeos e ácidos. É caracterizado pelos gostos básicos: doce, salgado, amargo, ácido e outros, com controvérsias, como o gosto umami, por exemplo, (LAWLESS; HEYMANN, 1999). A detecção de um gosto é feita pelas papilas gustativas, e o estímulo nervoso é levado ao cérebro, onde é interpretado. O mecanismo de percepção parece estar ligado a um reconhecimento da estrutura das substâncias, ou seja, de sua configuração química. O sabor característico é conferido aos alimentos pelos compostos voláteis e é um dos atributos sensoriais mais importantes para a aceitação sensorial da carne (FRANCO; JANZANTTI, 2003).

Proteínas são por si só inodoras, contudo podem se ligar a compostos aromáticos e afetar as propriedades sensoriais dos alimentos. Os efeitos das proteínas sobre o sabor apresentam uma enorme variação de estruturas químicas, tais como cadeias de aminoácidos, grupos terminais das proteínas e grupos hidrofóbicos (DAMODARAN, 1996).

A parte gordurosa da carne proporciona os compostos voláteis que conferem sabor característico das diferentes espécies e a parte não gordurosa é a responsável pelo sabor básico, comum a todas as espécies (RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

A gordura animal consiste de grandes quantidades de ácidos graxos saturados, de C16 e C18, de alto ponto de fusão, quantidades razoáveis de ácidos graxos insaturados, principalmente ácidos oléico e linoléicos, além de inúmeros outros ácidos, em pequenas concentrações. (NAWAR, 1996).

Os lipídios podem contribuir para o sabor e aroma da carne cozida de diversas formas: pela oxidação térmica diretamente, através de reações intermediárias com componentes do tecido magro ou mesmo agindo como solventes para diversos compostos do aroma acumulados durante a produção, processamento e cozimento da carne. Os fosfolipídios contribuem mais para o desenvolvimento do aroma de carne, em relação aos triglicerídeos (MOTTRAM, 1998b). Compostos da oxidação de lipídios incluem os aldeídos de cadeia curta, cetonas, hidrocarbonetos, alcoóis e alquilfuranos (ELMORE; MOTTRAM; HIERRO, 2001; MEINERT et al., 2007).

A grande proporção de ácidos graxos insaturados nos triglicerídeos da carne suína e de aves, comparada com a bovina ou caprina, dá origem a mais aldeídos voláteis insaturados nestas carnes, que podem ser importantes na determinação de aromas específicos dessas espécies. Além disso, os ácidos graxos são também importantes para as características físicas da gordura da carne, como a cor e firmeza (NOLEAU; TOULEMONDE, 1987; MOTTRAM, 1991, apud MOTTRAM, 1998a).

As características do sabor da carne são desenvolvidas, a partir de dois grupos: aqueles formados da reação de Maillard e os formados da oxidação de lipídeos induzida termicamente (MOTTRAM, 1998b). Os precursores não voláteis do sabor reagem através de uma série de reações complexas: rearranjos, ciclizações e oxidações. A reação de Maillard, em que aminoácidos e açúcares redutores reagem em temperaturas superiores a 100°C, é um dos processos mais importantes na formação do aroma e sabor da carne (DAMODARAN, 1996; MEINERT et al., 2007).

Dentre os compostos formados via reação de Maillard estão os heterocíclicos nitrogenados e sulfurados, como as pirazinas, tiofenos e tiazóis, bem como as furanonas e furfurais; compostos não heterocíclicos como os aldeídos (2 e 3-metilbutanal, benzenoacetaldeído) provenientes da degradação de Strecker. Outros produtos da reação de Maillard são os alcanodienos e hidroxicetonas, além de alifáticos e furanos dissulfitos (ELMORE; MOTTRAM; HIERRO, 2001).

Durante o aquecimento da carne ocorrem interações químicas fracas, como interações hidrofóbicas reversíveis, bem como fortes entre as quais, efeitos iônicos e ligações covalentes irreversíveis. Podem ser formadas reações de aldeídos com grupos NH, provenientes dos compostos aromáticos, e SH de proteínas. Tais interações são influenciadas pelas proteínas (composição de aminoácidos), tipos de componentes saborizantes e presença de componentes de outros alimentos, processamento, força iônica dos sais, pH, temperatura e tempo (REINICCIUS, 2006).

Huang e Ho (2001) revisaram a formação de aromas da carne. Além da degradação térmica da tiamina, o aminoácido cisteína é bem conhecido como precursor do aroma de carne. Sulfito de hidrogênio, mercaptoacetaldeído e acetaldeído são produtos comuns identificados quando cisteína foi aquecida com vários compostos carbonílicos. Os acetaldeídos são conhecidos por serem formados a partir da hidrólise ou por degradação de Strecker. Adicionalmente à cisteína, aminoácido cistina contendo enxofre e glutatona irá liberar H<sub>2</sub>S que é um

dos mais importantes compostos para a geração do aroma da carne. O grupo amino na molécula livre de cisteína está acessível ao composto dicarbonil e a degradação de Strecker torna-se possível. O isolado obtido da interação de aliina e glucose apresentou um 'caráter' de carne tostada muito bom, enquanto o isolado da interação de desoxialiina e glucose apresentou um ligeiro aroma de carne com um 'caráter' de alho. Tiazóis, juntamente com pirazinas, tiofenos, cetonas, furanos e compostos cíclicos contendo enxofre são potentes contribuidores ao aroma de carne assada em sistemas modelos. A formação dos compostos aromáticos depende da adição de outros ingredientes, como por exemplo, inosina-monofosfato (IMP), alho, soja, etc. e principalmente da temperatura e umidade.

Meinert et al. (2009) estudaram o desenvolvimento do sabor e aroma em bisteca frita obtida de 8 tratamentos envolvendo alimentação/descanso; peso de abate e gênero. Reportaram que a equipe treinada percebeu pequenas diferenças em sabor nos produtos, quando detectou diferenças nas concentrações de precursores do sabor (glicogênio, ribose, fosfolipídios, lactato, tiamina) e citam que o desenvolvimento de sabor de carne suína e a relação com o teor de tiamina necessitam futuros estudos.

A quantidade e natureza dos precursores de aroma e sabor presentes na carne, que afetam a qualidade, dependem de diversos fatores tais como alimentação dos animais, processo de castração, tratamentos post mortem e genética (FRANCO et al., 2006).

## **2.6. Processos de castração e a ocorrência de odor desagradável**

A partir de 2012 será proibida a castração física sem anestesia ou analgesia nos países da União Européia, visando o bem estar animal (UE, 2008).

A castração física sem anestesia é utilizada em diversos países (UE, 2008), e no Brasil, onde a legislação estabelece restrição ao abate de suínos machos inteiros. O artigo 121 do Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1997) 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 mal aspecto, coloração anormal ou que exalem odores medicamentosos, excrementícias, sexuais e outros considerados anormais".

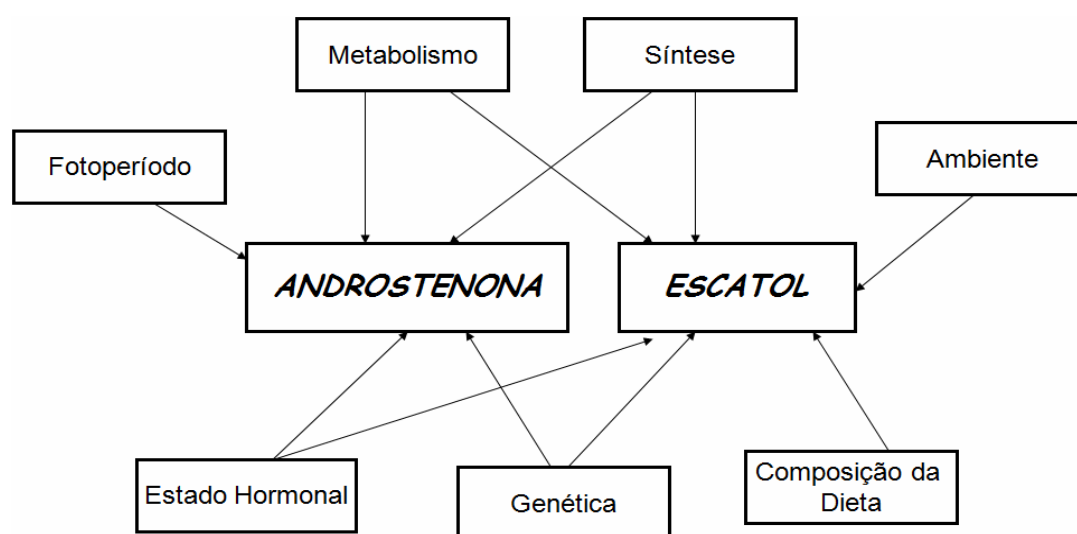
Tal lei é inexistente em alguns países da União Européia (PRUNIER; BONNEAU, 2006), e numa avaliação deste processo, em 2010, várias partes interessadas prometeram de forma voluntária, eliminar a castração cirúrgica sem o alívio da dor em 2012 e totalmente em 2018, através de uma Declaração Européia sobre alternativas à castração cirúrgica de suínos (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 2011).

No Brasil, Fávero (2001) cita regulamentações do abate de suíno macho inteiro editadas em 1972, 1981 e 1988, onde se permitiu o abate de suínos não castrados, desde que façam parte de programas de melhoramento genético, no entanto suas carcaças devem ser avaliadas quanto ao odor sexual. Este autor esclarece que 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 fisicamente, evidenciando uma prática bastante atrativa sob o ponto de vista da eficiência econômica.

O principal problema na produção de macho inteiro se refere à existência do odor sexual (BONNEAU et al., 2000; ANNOR-FREMPONG et al., 1997; OLIVEIRA; SILVEIRA; VIANA, 1997). Tal odor, desagradável, causado por esteróides 16-androstena, principalmente pela androstenona ( $5\alpha$ -androst-16-ene-3-ona), que através da via espermática é secretada na corrente sanguínea, transportada e armazenada no tecido adiposo, de maneira reversível, e que se acumula também nas glândulas salivares, devido a sua afinidade com a proteína feromaxeína, sintetizada nestas glândulas. A associação entre a androstenona e a proteína na saliva, ocorre com a finalidade de promover em meio aquoso a liberação de esteróides 16-androstena, de odor almiscarado no ambiente. Em

contato com o ar, estes compostos se desligam da proteína e se volatilizam (LUNDSTROM; ZAMARATSKAIA, 2006). O esteróide androstenona é associado ao odor de urina e a percepção de odor malcheiroso é aumentada com a presença de escatol na gordura. O escatol (3-metilindol), uma substância não específica dos animais machos, associado ao odor fecal, esterco e naftaleno; é um produto da degradação microbiológica do triptofano no cólon do intestino. É absorvido pelo trato gastrointestinal, e através da corrente sanguínea, uma parte é transportada e armazenada no tecido adiposo e a outra é eliminada pela urina. (PRUNIER; BONNEAU, 2006). Sabe-se que os hormônios sexuais e de crescimento favorecem sua formação (LUNDSTROM; ZAMARATSKAIA, 2006).

A Figura 1 ilustra, segundo Lundström e Zamaratskaia (2006), os fatores de desenvolvimento dos compostos causadores dos odores desagradáveis na carne.



**Figura 1** - Fatores que afetam os níveis de escatol e androstenona em suínos inteiros.

Androstenona em quantidades perceptíveis ( $>0,5 \mu\text{g/g}$  de gordura) é encontrada em 60% dos suínos e altos teores de escatol ( $>0,22 \mu\text{g/g}$  de gordura) são encontrados em apenas 11% dos suínos (BOUNNEAU; SQUIRES, 2001).

Estes autores afirmam que a utilização segura de carcaças oriundas de machos não-castrados depende da identificação daquelas portadoras do “odor” ainda na linha de abate, antes do aproveitamento industrial. Parece improvável que os machos inteiros sejam usados na produção de suínos na maioria dos países sem a remoção de machos com odor da linha de abate. Além disso, para a produção ser economicamente viável, a proporção desses animais deve ser relativamente pequena. Isto significa que a incidência de animais com altos níveis de escatol e de androstenona teria que ser reduzida substancialmente.

O processo de castração física sem anestesia ou analgesia, em animais jovens é comumente utilizado para evitar os odores repugnantes na carne suína, mas é considerado procedimento cruel e doloroso. Mesmo com aplicação de anestesia local ou geral, este processo está associado a um pouco de dor e estresse (EINARSSON, 2006).

Prunier et al. (2006), revisando as conseqüências do bem estar animal, na Europa, citam que para identificar todas as vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de castração, é necessário avaliar a dor associada, além dos efeitos fisiológicos, comportamentais e conseqüências para a saúde que podem resultar deste processo. A utilização de anestésico para a castração como um método que favorece o bem estar animal, reduzindo a incidência de carne com odores desagradáveis, encarece o processo e não é permitida sua utilização em granjas por razões de ordem prática e/ou legais. Todos os tecidos associados com a castração são inervados e danos causados por este procedimento físico ou químico provavelmente geram estímulos dolorosos.

Uma alternativa para melhorar a qualidade da carne e ao mesmo tempo representando um método para influenciar as características de reprodução e de comportamento de suínos é baseada na vacinação contra os efeitos do hormônio gonadotrofina (GnRH) (JAROS et al., 2004), que metaboliza substâncias desagradáveis, reduzindo níveis de escatol e androstenona e ainda permite o efeito benéfico da testosterona no desenvolvimento dos suínos e na composição da carcaça, antes destes serem imunizados (DUNSHEA et al., 2001).

### 2.6.1 Imunocastração

A tecnologia de imunocastração exige uma boa noção do processo de redução de hormônios produtores de odores desagradáveis como a androstenona.

A biossíntese de androstenona é baixa em suínos machos jovens, mas aumenta na puberdade assim como outros esteróides do testículo, cuja produção é controlada pelo sistema neuroendócrino, particularmente pelo hormônio luteinizante, LH. A secreção do LH é principalmente regulada pelo GnRH (hormônio regulador da gonadotropina, também referenciado como hormônio luteinizante - hormônio regulador, LHRH), resultando na indução esteroendogênica de enzimas e aumento dos níveis de esteróides do testículo. (ZAMARATSKAIA, 2004).

O hormônio regulador da gonadotrofina (GnRH) é um pequeno peptídeo (decapeptídeo) originado no hipotálamo, que chega à hipófise através da corrente sanguínea agindo na porção anterior da glândula pituitária onde se liga ao seu receptor específico, para induzir a secreção de LH (hormônio luteinizante) e FSH (hormônio folículo estimulante), que agem sobre as gônadas para estimular o crescimento dos testículos e a produção de esteróides. A imunização contra a GnRH irá romper a linha central hipotálamo-pituitária-gonada, dessa forma inibindo o crescimento dos testículos e a síntese de esteróide que finalmente irá reduzir a ocorrência de odor sexual (JAROS et al., 2005). A Figura 2 ilustra o processo de produção de androstenona (+) e da imunocastração (-) (EFSA, 2003).

A vacina desenvolvida na Austrália que contém uma forma modificada de GnRH em solução aquosa, é utilizada em duas doses, com intervalo de 4 semanas, com a segunda injeção aplicada de 4 a 5 semanas antes do abate (EINARSSON, 2006). A vacina utilizada, Improvac®, contém uma forma modificada de GnRH (200 µg GnRH-conjugado de proteína/ml) em um sistema adjuvante (sistema que reforça a ação da proteína) aquoso. O análogo do GnRH, utilizado nesta vacina não tem efeitos hormonais ou atividade química.



No Brasil produção comercial de animais imunocastrados foi legislada através da Informação N° 061/2007/CGI/DIPOA. Esta a utoriza o abate de suínos imunocastrados pela vacina VIVAX/PFIZER e estabelece procedimentos a serem adotados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), a partir de 23 de Maio de 2007. Esta vacina foi aprovada pelo Departamento de Fiscalização de Insumos Pecuários - DFIP/SDA sob N° 9186/2005. Dessa forma a vacina Improvac® ou VIVAX®, como é registrada no Brasil, tem seu uso permitido de acordo com o Regulamento de fiscalização de produtos de uso veterinário e dos estabelecimentos – Decreto 5053, de 22 de Abril de 2004 (BRASIL, 2004).

A incidência de odores sexuais varia em função do desenvolvimento do animal. A suinocultura mundial por razões econômicas apresentam a tendência de abater animais mais velhos e o principal aspecto a considerar é a obtenção destes animais com redução dos níveis de compostos produtores de odores desagradáveis (PRUNIER; BONNEAU, 2006). Além (dessa possibilidade, outros riscos existem e precisam ser avaliados, tais como: a)- maior frequência de animais com carne DFD, pois os animais inteiros são mais ativos; b) - obtenção de carne com ácidos graxos de maior insaturação devido à idade desses animais; c) - o controle das condições nutricionais insuficientes para garantir a ausência de altos teores de escatol em animais. Estes autores afirmam que não existe um procedimento confiável que permita garantir a ausência de odores sexuais sobre os animais inteiros ou mesmo imunocastrados. A equipe de julgadores treinados geralmente utilizada pelos frigoríficos está sujeita a um sistema extremamente repetitivo. Neste sistema o julgador poderá deixar de detectar uma alteração do produto ou aceitar amostras fora dos padrões da avaliação sensorial, devido ao erro de hábito, causado pela tendência em continuar dando a mesma resposta, quando ocorre uma série de pequenas variações no odor (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). Técnicas de detecção objetiva são caras e demoradas, além disso, não representam fielmente os consumidores (PRUNIER; BONNEAU, 2006).

## **2.7. Redução dos níveis de androstenona e de escatol - Citocromo Hepático P4502E1 (CYP2E1)**

A incidência de odores desagradáveis é dependente do metabolismo do animal.

As enzimas do citocromo P450 (CYP) estão presentes na maioria dos tecidos do corpo, desempenhando um papel fundamental na síntese de hormônios (incluindo estrogênio e testosterona), colesterol e vitamina D3, embora as enzimas (CYP) do fígado sejam as mais estudadas. A CYP2E1 representa 5% da atividade do citocromo P450 do fígado. O citocromo hepático P4502E1 (CYP2E1) é a principal enzima hepática no metabolismo do escatol. O escatol induziu a expressão da proteína CYP2E1 enquanto androstenona teve efeito contrário em hepatócitos isolados. Assim as concentrações elevadas de androstenona podem prevenir a indução CYP2E1 pelo escatol. O efeito será um metabolismo reduzido do escatol e acúmulo no tecido adiposo, sugerindo que o esteróide se ligue a um fator de transcrição (COUP-TF1) e interfira com suas ligações do DNA. Foi observado que o nível de P4502E1 em microsossomos hepáticos aumenta após castração, dando uma sustentação adicional a um efeito de inibição de esteróides testiculares no metabolismo hepático do escatol (DORAN et al., 2004).

Lin, Lou e Squires (2006) estudando a queda de produção de escatol, citaram o citocromo hepático CYP2E1 como o mediador do acúmulo de escatol na gordura. Dessa forma, é possível que um polimorfismo funcional desse gene possa ter um impacto nos níveis de escatol e a elucidação desse mecanismo em suínos pode facilitar o desenvolvimento de marcadores genéticos para eliminar a produção de odor sexual por seleção genética. Os autores sugerem que a substituição de guanina por alanina na proteína de CYP2E1 do fígado, pode, pelo menos parcialmente, ser responsável pelo alto nível de escatol em suínos. Acreditando-se que este é um importante passo na seleção genética para a redução dos níveis de escatol na gordura.

Estudo sobre alternativas à castração cirúrgica (Tabela 3) sugere que esteróides do testículo estão envolvidos no metabolismo do escatol.

O estradiol pode ter um efeito inibitório sobre a atividade do citocromo hepático CYP2E1, apesar dos mecanismos de influência da androstenona e do estradiol sobre o CYP2E1 não serem idênticos. A alta correlação entre níveis de escatol e de sulfato de estrona sugerem que além da androstenona, estrógenos podem estar envolvidos na produção de escatol (LUNDSTRÖM e ZAMARATSKAIA, 2006).

## **2.8. Métodos de determinação de androstenona e escatol**

A pesquisa dos constituintes voláteis do sabor é bastante complexa, pois além de apresentar diferentes propriedades químicas e estarem presentes em quantidade extremamente pequena, geralmente os compostos voláteis são termolábeis. Qualquer aumento de temperatura pode acarretar em reações químicas, tais como rearranjos, hidrólises, ciclizações, oxidações, entre outras, modificando a composição original da amostra. Assim, este tipo de pesquisa, de uma forma geral, compreende etapas fundamentais, como o isolamento dos compostos voláteis, a separação por cromatografia gasosa de alta resolução, a identificação dos compostos voláteis, e por vezes a análise sensorial, inclusive com métodos de olfatometria (FRANCO; JANZANTTI, 2003).

Na literatura vários métodos foram descritos para a análise de compostos voláteis de produtos cárneos, sendo estes normalmente otimizados de forma univariada e fundamentados apenas no número e/ou na área total de algumas classes de compostos. Sendo assim, existe uma carência evidente de métodos analíticos que apresentem um constituinte isolado com alta representatividade sensorial de matrizes cárneas. O mesmo se dá para a detecção dos compostos voláteis desagradáveis da carne (WAGNER; SILVA; FRANCO, 2005).

**Tabela 3 - Alternativas ao processo de castração física.**

| <b>Algumas alternativas para a castração física</b>                      |                                                                                                           |                                                                       |                                                                                 |                                                                                                  |                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Técnica</b>                                                           | <b>Descrição</b>                                                                                          | <b>Referência</b>                                                     | <b>Vantagem</b>                                                                 | <b>Desvantagem</b>                                                                               | <b>Considerações</b>                                                                         |
| <b>Utilização de métodos obtidos em tempo real para detecção de odor</b> | Medição colorimétrica do escatol equivalente                                                              | Mortensen e Sorensen, 1984                                            | Simple e rápido                                                                 | Não faz discriminação entre amostras com escatol e naturais. Não mede os níveis de androstenona. | Usado na Dinamarca para separar as carcaças com odor sexual.                                 |
|                                                                          | Medição colorimétrica da androstenona-16                                                                  | Squires, 1990                                                         | Simple e rápido                                                                 | Não mede os níveis de escatol. Nunca foram validadas em matadouros.                              |                                                                                              |
|                                                                          | Nariz Eletrônico                                                                                          | Annor-Frempong et al, 1998                                            | Sensível e possui boa correlação com os registros de painéis sensoriais humanos | Não faz discriminação entre escatol e androstenona. Nunca foram validadas no matadouro           |                                                                                              |
| <b>Imunocastração</b>                                                    | Imunização ativa contra hormônio liberador de gonadotrofina ao final do período de ganho de peso (<90kg). | Bonneau et al, 1994; Dunshea et al., 2001 e outros                    | Reduzido odor de macho inteiro, comportamento agressivo e de monta.             | Muita divergência nos estudos. Não são todos os suínos que respondem a imunocastração.           | A reação do consumidor sobre a carne deve ser estudada.                                      |
| <b>Abate com peso menor que 90kg</b>                                     |                                                                                                           | Bonneau, 1987; Zamaratskaia et al., 2005; Aldal et al., 2005.         | Reduzido odor de macho inteiro. Prática comum na Inglaterra.                    | Não trata-se de um processo econômico e não elimina por completo o problema.                     | Os métodos de medição de androstenona diferiram entre os estudos.                            |
| <b>Uso de dietas ricas em carboidratos indegeríveis</b>                  | Fécula de batata crua e polpa de beterraba                                                                | Jensen et al., 1995; Zamaratskaia et al., 2005; Rideout et al., 2004. | Reduz os níveis de escatol. Sem riscos adversos para a saúde do animal.         | Não reduz os níveis de androstenona.                                                             | Indicações de que o índice de androstenona diminui após a ingestão de fécula de batata crua. |
| <b>Seleção genética</b>                                                  | Apenas contra androstenona                                                                                | Willeke e Pirchner, 1989; Sellier et al., 2000.                       | Reduz os níveis de androstenona                                                 | Reduz o desempenho do crescimento e a puberdade em fêmeas suínas fica retardada.                 | Porcos com baixo nível de androstenona, quando são escolhidos maduros para essas seleções    |
| <b>Seleção por sexo</b>                                                  | Eliminação do esperma do macho                                                                            | Johnson, 2000.                                                        | Produção de rebanhos de fêmeas                                                  | Caro. Possibilidade de perdas e danos de células espermáticas durante a seleção.                 | Não avaliado para comercialização                                                            |

Fonte: Lundström e Zamaratskaia (2006)

A técnica de cromatografia gasosa ainda se mostra difícil para utilização, devido ao procedimento de extração, uma vez que as moléculas de androstenona de alto peso molecular dificilmente são arrastadas da fibra SPME (microextração em fase sólida). Um método sofisticado, com extração rápida, de compostos sintetizados com deutério e utilização de SIDA-HS-SPME-CG/MS (análise de diluição de isótopos estáveis – headspace - microextração em fase sólida - cromatografia gasosa / espectrometria de massas) foi desenvolvido por Fischer et al. (2011), que realizaram validação cruzada com o método de HPLC-FD (cromatografia líquida de alta eficiência – detecção por fluorescência) e reportaram ser um método preciso.

## **2.9. Pesquisas sobre a percepção do odor de androstenona e escatol por equipes treinadas e por consumidores**

Odor e sabor são os atributos predominantes na percepção de qualidade de alimentos e bebidas sendo a razão da aprovação ou não pelos consumidores quanto à qualidade, uma vez que esses parâmetros podem estar relacionados à percepção humana de conforto e condições sanitárias. O termo odor refere-se ao efeito biológico, físico e fisiológico causado pela interação entre estimulantes químicos (aromas e fragrâncias) e o sistema olfativo dos seres humanos. (AUGUSTO; LOPES; ZINI, 2003).

Ainda há pouca informação disponível sobre a influência do escatol e da androstenona na percepção do consumidor do odor e do sabor da carne de machos suínos inteiros. Além das diferenças no nível de compostos malcheirosos nas amostras de carne e na metodologia usada para avaliação sensorial, as reações do consumidor ao odor sexual são afetadas pelas diferenças entre consumidores na capacidade de sentir odor de compostos e nos hábitos culinários, que podem variar muito entre países. Incluindo a seleção e o

treinamento dos membros da equipe, a preparação e a apresentação das amostras também podem ser importantes. (BONNEAU, 1993).

Consumidores ingleses, irlandeses, canadenses e americanos aceitam melhor as carnes provenientes de animais machos inteiros do que os franceses, suecos, holandeses e espanhóis. (FONTI e FURNOLS; OLIVER, 1999).

Pesquisas realizadas na Europa (MATTHEWS et al., 2000) junto ao consumidor, mostram que o escatol contribui mais do que a androstenona para a proporção de consumidores que ficariam insatisfeitos com o odor da carne de machos inteiros.

Métodos subjetivos para avaliar a presença de compostos sexuais são realizados por testes sensoriais olfativos, através do aquecimento de uma amostra de gordura, coletada e avaliada no dia do abate, ou utilizando ferro de soldagem (ferro quente), à alta temperatura que é colocado em contato com a gordura, com a detecção feita através do olfato do operador. Sendo esse critério de sentir odor realizado na linha de matança, muito subjetivo, e sujeitos a interferência de outros odores presentes na linha de abate já foi deixado de ser utilizado por várias indústrias de alimentos, há muito tempo, devido à probabilidade de erro na rejeição/aceitação de lotes/produtos. Estes métodos nada mais são que uma extensão do que aconteceria na casa do consumidor. Não têm valor científico ou estatístico, mas evidenciam a realidade do problema, se existir. A dificuldade está em estabelecer condições de preparo quantitativas e reprodutivas, para obter intensidades com parâmetros de aceitação ou rejeição que ficam à mercê de alguns julgadores. Estes métodos são usados como avaliação prévia para seqüestrar carcaças, com suspeitas de problemas de odor sexual (BRASIL, 1997).

Atualmente as indústrias buscam métodos científicos adequados para avaliar qualitativamente e quantitativamente os compostos do odor sexual na linha de abate. Um exemplo desse fato no passado foi a automação de uma metodologia colorimétrica que em 15 minutos possibilitava separar as carcaças na linha de matança para valores de escatol acima do limiar de detecção dos provadores, ou seja, 0,20 µg/g (MORTENSEN; SORENSEN, 1984).

Devido a essas dificuldades, métodos objetivos de detecção dos odores desagradáveis estão sempre em desenvolvimento, visando à quantificação precisa, e a rapidez de resposta. O custo dos equipamentos e a extração dos compostos são as principais dificuldades enfrentadas pelos pesquisadores para a transferência da tecnologia para a agroindústria. O fato de se obter identificação e quantificação dos compostos de forma prática e precisa, facilitaria o estabelecimento dos padrões de aceitação pelos consumidores (LUNDSTRÖM; MATHEWS; HAUGEN, 2009).

A avaliação sensorial por julgadores treinados é freqüentemente usada para caracterizar o odor de macho e/ou medir a sua incidência em populações de machos suínos inteiros. A falta de consistência entre os resultados obtidos em vários estudos podem ser atribuídas a diferenças nas concentrações de androstenona e escatol nas populações de animais amostrados. Estes resultados podem ser úteis para propósitos comparativos, como comparar duas populações de animais ou dois tratamentos (PRUSA et al., 2011). Porém os resultados obtidos com diferentes painéis não podem ser comparados entre si. De fato, a caracterização e a classificação do odor sexual é uma tarefa muito difícil e varia muito com a sensibilidade dos julgadores, seu nível de treinamento e na metodologia usada para preparar e avaliar as amostras de carne. Dessa forma não é possível harmonizar diferentes painéis sensoriais analíticos devido a uma série de fatores, incluindo cultura, conotação de termos, nível de treinamento e detalhes no manuseio e na preparação do material (LUNDE et al., 2010).

Viana (2000) estudando três raças e os teores de androstenona e escatol em suínos fêmeas, machos castrados e inteiros, verificou que androstenona foi o principal composto responsável pelo odor de suíno macho inteiro, sendo que nesse estudo os teores de escatol foram considerados muito baixos. Ao avaliar sensorialmente os produtos destes animais, na forma de salame “tipo milano”, verificou que a equipe treinada (15 indivíduos) apresentou limiar de detecção de sabor e odor estranhos de 0,63 a 0,73 µg/g. O teste de aceitação em localização central, com 115 indivíduos, mostrou que os consumidores diferenciaram

amostras de salame com e sem androstenona, e também apresentou bons índices de intenção de compra, mesmo para as amostras contendo elevados teores de androstenona (1,30 a 1,99 µg/g).

Pesquisadores europeus consideram que a informação correta sobre processos de obtenção de carne sem odores desagradáveis, deve ser dada aos consumidores e produtores de carne suína prioritariamente antes de considerar sua introdução na Nova Zelândia e na Comunidade Européia (JAROS et al., 2005; PRUNIER; BONNEAU, 2006).

Na avaliação de consumidores, na Austrália, Dunshea et al. (2005), cita o trabalho de D'Souza et al. (1999), mostrando que sabor, maciez e aceitação global de bifes de carne suína obtidos de animais imunocastrados foram mais aceitos que aqueles obtidos de animais inteiros e castrados. D'Souza e Mullan (2003), verificaram importante interação entre genótipos e método de castração. Quando avaliaram bistecas obtidas de suínos com maior quantidade de gordura intramuscular (genótipo A) estas foram preferidas às aquelas provenientes de castrados fisicamente, enquanto em bistecas obtidas de suínos com menor quantidade de gordura intramuscular foram preferidas às aquelas obtidas dos imunocastrados. Os autores concluem que devido a esta complexa interação, novas investigações devem ser conduzidas. No referido estudo não está clara a metodologia utilizada na avaliação pelos consumidores e este fato também deve ser considerado no resultado.

Silveira e Toniatti (2007a,b) reportaram que a imunocastração foi eficiente em controlar os compostos responsáveis pelo odor sexual e favorecer o desempenho zootécnico em termos de quantidade de carne e redução de gordura. Os autores constataram um incremento na gordura intramuscular dos suínos imunocastrados e este fato contribuiu para a obtenção de uma palatabilidade superior que a de suínos castrados fisicamente.

Toniatti (2008) e Gomes (2009) avaliaram sensorialmente intensidade de odores e aceitação do lombo e costela de suínos castrados e imunocastrados, respectivamente. Verificaram a boa aceitação da carne suína destes animais

através de equipe treinada bem como por consumidores da região de Campinas – SP – Brasil.

Lawrie (1998) já defendia que, independentemente da base científica dos atributos da qualidade sensorial da carne, a importância é determinada pelas preferências regionais e pela visão individual do consumidor.

Font i Furnols et al. (2008) avaliaram a aceitabilidade do sabor e aroma de carne suína por espanhóis e reportaram que carne de macho inteiro teve alta percentagem de pontuação de insatisfação, mesmo com nível baixo ( $<0,5\mu\text{g/g}$ ) de androstenona e sempre foram menos aceitas que as demais, indicando a influência de outros fatores, além da androstenona. Para a carne de suíno imunocastrado não houve distinção da aceitabilidade entre esta e a carne de fêmea ou de macho castrado.

Lunde et al. (2009) desenvolveram na Noruega, um novo método para testar a percepção de consumidores quanto à androstenona, utilizando cristais de androstenona em água destilada em frasco de vidro, para evitar o odor de óleo e carne frita. Lunde et al. (2010) utilizaram o método acima para reclassificar julgadores na Europa. A reclassificação reduziu o número de julgadores de 38 para 28, quando avaliaram carne suína moída adicionada de androstenona sintética ( $65^{\circ}\text{C}$ ) com baixos teores de escatol ( $0,05\ \mu\text{g/g}$ ) e com androstenona ( $3\text{--}9\ \mu\text{g/g}$ ).

Métodos objetivos de detecção dos odores desagradáveis estão sempre em desenvolvimento, visando à quantificação precisa, e a rapidez de resposta. O custo dos equipamentos e a extração dos compostos são as principais dificuldades enfrentadas pelos pesquisadores para a transferência da tecnologia para a agroindústria. O fato de se obter identificação e quantificação dos compostos de forma prática e precisa, facilitaria o estudo detalhado da tecnologia de imunocastração e permitiria estabelecer os padrões de aceitação pelos consumidores.

## **2.10. Detecção de compostos responsáveis pelo odor sexual e pelo aroma e sabor da carne**

O uso da cromatografia gasosa e espectrometria de massas são ferramentas fundamentais na química de aromas desejáveis e indesejáveis no alimento, possibilitando o controle de reações químicas de alto impacto na qualidade do alimento. Diferentes sistemas de investigação dos compostos voláteis, responsáveis pelo aroma e sabor da carne suína têm sido utilizados, com cromatografia gasosa e espectrometria de massas. O preparo da amostra, os tipos de colunas de extração e modificações no processo de injeção são relatados. Os compostos voláteis, principalmente os ácidos graxos têm sido bem estudados e encontrados em diferentes proporções nos suínos pesquisados (FRANCO; JANZANTTI, 2003).

Rius, Hortos e Garcia-Regueiro (2005) identificaram aldeídos e ácidos graxos de cadeia curta como as classes principais de substâncias relacionadas ao *off flavor*, encontrados em amostras de gordura com baixos níveis de androstenona e de escatol, mas que não obstante tinham sido classificadas como odor sexual. Entretanto, somente algumas substâncias de odor sexual foram encontradas em concentrações significativamente mais elevadas comparado às amostras sem odor sexual. O estireno e o diclorobenzeno 1.4, cuja presença pode ser devido à contaminação, mostraram uma concentração elevada em amostras com odor sexual. Em amostras de gordura de macho inteiro, foi identificada 4-fenil-3-buten-2-ona e a presença deste composto nas amostras com baixo teor de androstenona e escatol, poderia promover a percepção destas substâncias.

A taxa de desaparecimento de androstenona do tecido adiposo após a castração foi relatada por Claus, Weiler e Herzog (1994), que observaram um período de 7 dias em suínos inteiros novos, com pesos na faixa de 90 a 97 kg e até 16-19 dias em animais mais velhos, com pesos na faixa de 240-250 kg. Bonneau et al. (2000) encontraram período de 4 a 14 dias em suínos castrados com 175 dias de idade.

## 2.11. Atitudes dos consumidores

Estudos *Focus Group* têm sido conduzidos para a obtenção de informações detalhadas sobre consumidores: hábitos, atitudes, opiniões, comportamentos e pontos de vista sobre alimentos como, por exemplo, carne de frango irradiada, investigar o efeito da informação no rótulo sobre a intenção de compra do consumidor e prover estratégias que poderiam auxiliar no *marketing* desses produtos (DELIZA; MC FIE; HEDDERLEY, 1999). Também foi utilizado para obtenção de aspectos relevantes sobre a tecnologia de imunocastração e bem estar animal e como isso pode afetar a percepção das propriedades sensoriais (FREDRIKSEN; JOHNSEN; SKUTERUD, 2011).

Resurreccion (1998) afirma que um painel com 8 a 10 participantes é próximo do ideal para uma pesquisa adequada, tendo duração de uma hora e meia a duas horas.

O componente mais importante em um modelo de prever intenções comportamentais é a atitude (GUERRERO et al., 2000). A mente humana é muito complexa e sua psique parece ser particularmente resistente para ser categorizada, organizada, rotulada e compreendida, residindo aí a dificuldade de se estabelecer um instrumento válido para a medida de atitude. Dentre as metodologias de medida de atitude através de questionários, tem sido utilizada a Escala Likert, a qual classifica um conjunto de declarações (10-20) em uma escala de 7 pontos (7 = concordo muitíssimo; 1 = discordo muitíssimo) com maior frequência do que qualquer outro método (BEHRENS; DA SILVA, 2004; ALMEIDA et al., 2007). Neste método, um questionário é aplicado a um grupo de cerca de 100 indivíduos e para cada um dos itens é calculado o coeficiente de Cronbach, uma medida da confiabilidade da escala como medidora da atitude dos indivíduos em relação ao tema/objeto (MUELLER, 1986). As atitudes diante do conhecimento das tecnologias de castração de suínos, bem como da definição de bem estar animal, ainda não foram pesquisadas entre os brasileiros.

A comparação das características sensoriais e de qualidade de diferentes gêneros fêmeas, macho castrado fisicamente, macho inteiro, e imunocastrado, não foi encontrada na literatura brasileira e existem poucos relatos na literatura internacional.

Considerando que as tecnologias de imunocastração e suplementação com RAC são ainda recentes no país, necessário se faz empreender estudos mais aprofundados dos efeitos dessas tecnologias na qualidade da carne.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo geral**

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da imunocastração, da dieta com ractopamina nas características químicas, físicas e sensoriais da gordura e da carne suína, bem como pesquisar o conhecimento sobre a tecnologia de imunocastração pelo consumidor através de opiniões, atitudes, hábitos de consumo e crenças.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Pesquisar os efeitos da imunocastração e ractopamina variando-se os gêneros fêmea (FM), macho castrado fisicamente (CF), macho imunocastrado (IM) e macho inteiro (IT) e origem genéticas (granjas comerciais A, B, C e D) nas características sensoriais descritivas e de aceitação da gordura (odor) e da carne (odor, maciez, suculência, sabor, qualidade global) bem como nas características químicas (teor de androstenona e de escatol, composição centesimal, ácidos graxos, aminoácidos e tiamina), físicas (pH, cor e textura instrumentais) e finalmente estudar hábitos, atitudes, comportamentos, crenças e opiniões, de consumidores em relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal.



## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Animais**

Os suínos utilizados no presente trabalho foram provenientes de genéticas diferentes e produzidos em granjas comerciais (A, B, C e D).

Os animais das granjas A e B foram divididos em dois grupos quanto ao tipo de alimentação: animais alimentados com ração descrita no presente trabalho como tradicional (TRAD) e alimentados com dieta acrescida de ractopamina (RAC). Os animais da Granja C também foram alimentados com dieta acrescida de ractopamina (RAC). Os animais da granja D foram alimentados com ração tradicional (TRAD).

#### **4.1.1 Fêmeas (FM), machos castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IC)**

Os suínos destinados ao experimento apresentaram as origens genéticas inerentes às granjas comerciais participantes do estudo.

- Granja A: cruzamento Topigs Tempo, macho e Topigs 40, fêmea.
- Granja B: cruzamento Agroceres: G337, macho Duroc x Landrace x Pietran x CB22 Large White x Landrace x Duroc.

Os animais foram criados em conformidade com o esquema de produção comercial adotado pelas respectivas granjas.

Foram utilizadas matrizes suficientes para fornecer leitões que foram selecionados e identificados para atender os tratamentos, ou seja, os gêneros: fêmeas, castração física e imunológica. Após o desmame, os leitões foram transferidos para a creche, fase de crescimento e terminação em conformidade com o esquema de produção comercial adotado pelas respectivas granjas.

Os experimentos foram realizados com um total de 307 animais, sendo 197 da Granja A e 110 da Granja B. Em cada granja os animais foram pesados,



agrupados (60 animais) e alojados em 12 baias, contendo 17 a 20 leitões / baia para cada tratamento. Os suínos foram distribuídos aleatoriamente entre 6 tratamentos que consistiam em fêmeas, castrados fisicamente e imunocastrados sendo que a metade deles receberam dieta durante 21 dias antes do abate com 7,5 mg/kg de RAC.

Os suínos foram castrados fisicamente (CF) conforme os procedimentos usuais das Granjas. Os suínos imunocastrados (IC) receberam duas doses da vacina Improvac® para imunização dos efeitos do GnRH, sendo a primeira aplicada 8 semanas e a segunda aplicada 4 semanas antes do abate, de acordo com as recomendações do fabricante (Pfizer Animal Health). Todos os animais foram abatidos com peso aproximado de 108–129 kg.

#### **4.1.2 Machos inteiros (IT)**

De um total de 8 animais foram obtidos

- Granja C: 5 suínos inteiros provenientes de granja comercial de Santa Catarina avaliando-se apenas a gordura costolombar, recebida congelada.
- Granja D: 3 suínos inteiros provenientes do cruzamento (macho, Large White x Pietrain x Landrace e fêmeas Penarlan, Large White x Landrace), não alimentados com dieta de Ractopamina foram obtidos de empresa de desenvolvimento genético, na região de Campinas – SP. Foram utilizados para avaliação da gordura e da carne. Estes animais foram abatidos com peso entre 120 e 140 kg.

Os animais inteiros (Granjas C e D) só puderam ser abatidos em caráter de pesquisa, inviabilizando assim, a obtenção de mesmo número de repetições que os suínos fêmeas, castrados fisicamente e imunocastrados das Granjas A e B.

#### **4.1.3 Abate dos suínos das granjas A, B e D**

Ao atingir 161 dias (aproximadamente) de idade os suínos foram transportados da Granja de Integração para os abatedouros, com distância de

transporte de aproximadamente 250 km da Granja A; 20 km das Granjas B e D. O jejum pré-abate adotado nesse experimento consistiu de 8 horas (Granja A), 12 horas (Granja B) e 1h (Granja D) nos respectivos abatedouros. As técnicas de abate foram aquelas adotadas pelos frigoríficos, utilizando insensibilização (ou eletro-narcose, 350-450V; 1,2 A). As condições de abate da Granja D foram aquelas utilizadas por frigorífico de pequeno porte, da região de Campinas. Para todos os abates e obtenção de amostras foram asseguradas as boas práticas de processamento.

#### **4.1.4 Obtenção de amostras**

Dos suínos criados e abatidos, foram amostrados 38 fêmeas (FM) 32 machos castrados fisicamente (CF) e 47 machos imunocastrados (IC) das Granjas A e B e 8 suínos inteiros (IT) das Granjas C e D. Após o abate e obtenção de meias carcaças, as mesmas permaneceram em câmara fria (1 a 4°C) por 24 horas, sendo em seguida transportadas sob refrigeração, para o Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Das meias carcaças porcionadas obteve-se a gordura subcutânea costolombar e o lombo (*Longissimus dorsi*). Dos 5 suínos da Granja C, obteve-se apenas a gordura.

As amostras de gordura subcutânea costolombar da região do lombo (*Longissimus dorsi*) do lado esquerdo, entre a 8ª e 12ª costelas foram embaladas à vácuo, recobertas com folhas de alumínio e armazenadas à  $-82 \pm 2^\circ\text{C}$  em ultra freezer vertical, marca Nuai, modelo NU-9483GC. A gordura costolombar obtida da Granja C foi recebida congelada e a seguir foi mantida nas mesmas condições que as demais. A gordura subcutânea costolombar foi utilizada para avaliação sensorial de odor por equipe de julgadores treinados e para avaliações químicas de androstenona e escatol.

Os lombos (*Longissimus dorsi*) obtidos das Granjas B e D foram embalados à vácuo, acondicionados em caixas de papelão e mantidos congelados à temperatura na faixa de  $-25$  e  $-30^\circ\text{C}$  (Granja B) e  $-16^\circ\text{C}$  (Granja D)

em câmara de congelamento. A parte central do lombo foi destinada às análises sensoriais e tecnológicas de pH, cor e textura instrumentais e as laterais para análises químicas.

Para o estudo do odor foram avaliadas 121 amostras de gordura subcutânea costolombar, sendo 54 da Granja A, 59 da Granja B, 5 da Granja C e 3 da Granja D.

As amostras foram descongeladas sob refrigeração para realização das avaliações.

Foram utilizadas amostras das granjas B e C para o treinamento de equipe.

## **4.2 Avaliações químicas e físicas na gordura e no lombo suíno**

### **4.2.1 Teor de escatol da gordura por SPME / cromatografia gasosa**

O teor de escatol em gordura subcutânea costolombar foi determinado por metodologia descrita no ANEXO 1 conforme publicado por Orlando et al. (2011).

Foram utilizadas alíquotas de 50,0 g de amostras da gordura subcutânea da região costolombar provenientes dos diferentes tratamentos de suíno macho inteiro. As amostras foram homogeneizadas em moinho analítico IKA modelo A11 Basic (Alemanha) ainda congeladas e foram analisadas, em triplicata, alíquotas contendo 1g. Para realização da curva analítica, simulou-se a amostra com 0,5 mL de óleo mineral Nujol (Mantecorp, Brasil) com concentrações de 1 a 0,05 µg/Kg de escatol.

Para a análise cromatográfica foi utilizado um Cromatógrafo a gás Agilent (EUA) modelo 6890 equipado com detector de ionização em chama. A separação analítica foi realizada em coluna 70% cianopropil SGE (EUA), modelo BPX70, L=40 m, di=0,30 mm e df=0,30 µm. Para a extração foram utilizadas fibras de SPME (polidimetilsiloxano/divinilbenzeno) comerciais da Supelco (EUA). O gás de arraste utilizado foi Hidrogênio a 1 mL por minuto. As avaliações em lombo foram apenas exploratórias, pois nem todos os tratamentos foram avaliados.

O teor de escatol de 3 amostras, também foram determinados através da metodologia recém desenvolvida por Augusto et al.(2011) (ANEXO 2).

#### **4.2.2 Teores de androstenona e escatol da gordura subcutânea costolombar por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) com determinação simultânea**

As análises foram realizadas utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) para determinação das concentrações de escatol e androstenona, simultaneamente, de acordo com o método descrito por Hansen-Moller (1994), com algumas modificações.

Para o preparo das amostras foram adicionados 3,0 mL de metanol a 0,50 g de gordura suína previamente congelada e homogeneizada em moinho modelo IKA Werke M-20. A mistura foi agitada por 1 minuto em agitador de tubos tipo Vortex (QL-901 Biomixer), sendo em seguida mantida em dispositivo ultra-sônico (*Ultrasonic Cleaner* – UNIQUE) por 10 minutos. Os tubos foram então mantidos em banho de gelo por 15 minutos e centrifugados a 4°C/8000 rpm por 10 minutos (centrífuga Beckmam Avanti J-25). Após a decantação, 500 µL de extrato foram filtrados em membranas de 0,45 µm de polímero de Politetrafluoretileno (PTFE), e transferidos para frascos individuais de 1,5 mL. Todas as amostras foram analisadas em triplicata.

Utilizou-se o cromatógrafo Shimadzu-LC10AT equipado com sistema de bombeamento quaternário; detector UV acoplado em série com detector de fluorescência e coluna com fase estacionária reversa de C18 (ACE, USA) com partículas de 5µm (4,6 X 250 mm); operando com injetor manual Rheodyne, volume de amostra de 20 µL. As concentrações da fase móvel foram estabelecidas inicialmente para o escatol e posteriormente para a androstenona, sendo: Fase A - ácido acético 0,10% em solução aquosa pH 3,0; Fase B - Acetonitrila grau HPLC (Tedia, USA) e Fase C -Tetrahidrofurano grau HPLC (Tedia, USA). Seguiu-se o seguinte gradiente: 0-10 minutos: 28% A; 40% B, 32% C; 10-15 minutos: 25% A; 30% B; 45% C; 15-25 minutos: 10% A; 30% B; 60% C.

Após 25 minutos de corrida, a fase móvel retornava para as condições iniciais. O tempo total de corrida foi estabelecido em 30 minutos, com fluxo de 1mL/min e temperatura do forno de 40°C. O detector de fluorescência foi empregado com excitação a 285nm e emissão a 340nm nos primeiros 15 minutos (escatol), sendo alterado aos 15 minutos para excitação a 346 nm e emissão em 521nm (dansilhidrazonas de androstenona). A androstenona foi previamente derivatizada para emitir fluorescência. As concentrações foram determinadas através de curva padrão obtida por diferentes concentrações de soluções padrão de androstenona (Steraloids – USA) e escatol (Sigma-Aldrich – USA).

#### **4.2.3 Avaliações químicas e físicas**

As avaliações químicas foram realizadas nas amostras de lombo (*Longissimus dorsi*) obtidas da Granja B. Foram realizadas três repetições por tratamento.

##### **a) Medidas de pH**

Foram realizadas as medidas de pH do lombo. Utilizou-se o pHmetro marca Marconi, modelo MAPA 200 série 06139453, calibrado previamente com soluções tampão pH 4,0 e 7,0, e eletrodo de penetração.

##### **b) Medidas de cor instrumental**

As medições foram realizadas após 20 minutos de exposição dos cortes ao ar ambiente, em três fatias de lombo, lombo de 1 cm de espessura. Utilizou-se o espectrofotômetro MINOLTA (Japão) modelo CM 508-d, para leitura dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade de vermelho/verde) e  $b^*$  (intensidade de amarelo/azul), fixadas as seguintes condições: iluminante D65, ângulo de visão: 8°, ângulo padrão do observador de 10°, reflectância especular incluída, conforme especificações CIE (*Comission Internationale d'le Ecleraige*), citado em MACDOUGALL (1994). O equipamento foi previamente calibrado com

placa de referência branca calibrada contra padrões de calibração MINOLTA-JAPÃO.

### **c) Textura Instrumental**

A determinação da força de cisalhamento foi realizada através do texturômetro TA-XT2 (Texture Technologies Corp./ Stable Micro Systems, UK), equipado com o dispositivo Warner Braztler (WB) com medida de força em compressão.

O equipamento foi calibrado com peso padrão rastreável de 5 kg. A velocidade de descida do dispositivo foi de 200 mm/min (AMSA, 1995). A força de cisalhamento foi transcrita automaticamente pelo programa Texture Expert Exceed Advanced Texture Analysis Software v. 2.13 - Stable Micro Systems que acompanha o equipamento.

A metodologia de preparo foi adaptada daquela citada por Prusa et al. (2011). As amostras em espessura de 1cm, descongeladas por 16 horas sob refrigeração foram cortadas em 4 pedaços por fatia sem cobertura de gordura, medindo 2,5 x 2,5 cm com peso aproximado de 10 g. As amostras foram aquecidas em placas de Petri de diâmetro de 8 cm em forno de microondas marca Panasonic, modelo Chaos em potência alta, durante 15 segundos e a seguir, após serem invertidas, por mais 16 segundos. Após o preparo as amostras resfriaram a temperatura ambiente (20 min) e foram mantidas à temperatura de 20°C, em câmara climática (Nova Ética, modelo 401/D) de temperatura controlada.

De cada unidade experimental, foram retiradas 6 amostras de 1,27 x 1,00 x 2,50 cm. A determinação foi realizada após 1 hora de resfriamento sendo considerado como valor final a média das leituras expressas em Newton (N).

#### **d) Composição centesimal do lombo**

Foram realizadas determinações de umidade, proteína, gordura e cinzas de acordo com metodologia descrita na AOAC (HORWITZ; LATIMER JR., 2006). Realizada na porção inicial do lombo, em fatia com peso 200 g, em triplicata. As amostras sem camada de gordura foram trituradas congeladas e distribuídas para as diferentes avaliações químicas.

#### **e) Teor de ácidos graxos do lombo sem gordura externa**

Os lipídios foram extraídos após trituração da amostra de carne congelada, sem gordura externa, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (HORWITZ; LATIMER JR., 2006).

Para a análise dos ácidos graxos, uma alíquota do extrato lipídico foi seca em evaporador rotatório. A transmetilação foi realizada de acordo com o método de Hartman e Lago (1973).

A cromatografia gasosa foi realizada em um cromatógrafo a gás, marca Varian, modelo 3900, equipado com amostrador automático; injetor *split*, razão 75:1; coluna capilar CP-SIL 88 (100 m x 0,25 mm de diâmetro interno, 0,20 µm de filme); detector por ionização em chama (FID) e uma *workstation* para aquisição dos dados. As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna programada, escalonada, permanecendo a 235°C por 15 minutos; gás de arraste hidrogênio, temperatura do detector 310°C; volume de injeção 1 µL. A identificação dos ácidos graxos da carne, sem gordura externa, foi realizada pela comparação do tempo de retenção dos ácidos graxos das amostras e padrões (Supelco) de co-cromatografia. A quantificação foi realizada por normalização de área.

#### **f) Teor de aminoácidos totais do lombo**

A determinação foi realizada após a extração e quantificação de acordo com White, Hart e Fry (1986), a partir de amostra moída. A determinação de triptofano seguiu recomendações de Spies (1967).

#### **g) Teor de tiamina do lombo**

Foi realizada após hidrólise, da amostra moída, com detecção e quantificação por HPLC de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (HORWITZ; LATIMER JR., 2006)

### **4.3 Treinamento de equipe**

Avaliação sensorial de amostras de gordura subcutânea costolombar (odor) e de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) foi a ferramenta mais importante deste trabalho.

Para todas as equipes treinadas e de consumidores, que provaram/sentiram odor das amostras, foi solicitada a participação voluntária, conforme proposto e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da PUC – Campinas (Apêndice 1). Aos consumidores foi apresentado o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, onde havia uma explicação sobre o projeto e o produto a ser avaliado (Apêndice 2). Para atender a legislação brasileira (BRASIL, 1997) foi esclarecido aos julgadores e consumidores que era facultativo provar as amostras de lombo de suíno macho inteiro da Granja C.

No treinamento de equipe, bem como na avaliação de amostras por equipe treinada, buscou-se preparos que melhor evidenciassem os odores de androstenona e de escatol, objetos do estudo.

Foram realizados dois tipos de treinamento: a) treinamento prévio, com utilização de amostras sintéticas dos padrões de androstenona e escatol diluídos,

para percepção de odor, e amostras de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) preparados como referências de diferentes intensidades de maciez, suculência, sabor característico de suíno e qualidade global; b) treinamento com amostras do de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) obtidos das granjas B e C, preparados como referência para odor (da gordura e da carne), maciez, suculência, sabor e qualidade global.

Vinte e três indivíduos, entre funcionários e estagiários do ITAL, consumidores de carne suína, foram inicialmente selecionados quanto ao consumo frequente de carne suína, à sua disponibilidade em participar do estudo voluntariamente e capacidade de detectar diferenças de odores.

Para os dois treinamentos, prévio e com amostras do projeto, a equipe de julgadores foi treinada com a metodologia de análise descritiva quantitativa para os atributos de interesse para o projeto (DAMÁSIO; COSTEL, 1991; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; STONE; SIDEL, 2004; FARIA; YOTSUYNAGI, 2008). O grupo de julgadores identificou, definiu e quantificou as intensidades de odores percebidos na gordura, bem como intensidades de odor, maciez, suculência, sabor e qualidade global percebidos no lombo.

#### **4.3.1 Treinamento prévio com referências sintéticas para odor**

Para o treinamento prévio quanto à percepção do odor na gordura adaptou-se a metodologia de preparo de referências realizada no Danish Meat Research Institute, desenvolvida por Bejerholm e Barton-Gade (1993). No presente estudo foi utilizado o óleo mineral Nujol (Mantecorp, Brasil) que apresentou características vantajosas por ser inodoro, em comparação com os óleos de girassol e canola (VIANA, 2000).

O odor de androstenona (16-5 $\alpha$ -androsten-3-one, STERALOIDS INC.) foi também identificado em amostras de água mineral fortificada com androstenona, que ficavam na forma de cristais na superfície (LUNDE et al, 2009). Foi aplicado teste Triangular com amostras de água e água com cristais de androstenona;

amostras de óleo mineral e óleo mineral fortificado com androstenona em 0,50 µg/g. Todos os membros da equipe apresentaram resposta satisfatória aos testes.

As amostras de referência de androstenona, escatol (3-Metilindol 98%), Sigma-Aldrich (USA), diluídas em óleo mineral foram colocadas em tubos de ensaio com rosca, bem vedados, para que não ocorresse perda do odor e foram apresentadas à equipe, à temperatura de 40-50°C, mantidas em um banho térmico, para melhor percepção dos odores. As concentrações utilizadas no treinamento constam da Tabela 4.

Os julgadores também receberam treinamento em relação ao odor característico de gordura costolombar suína, com gordura obtida de suíno castrado, mantido congelado a - 82°C após descongelamento e aquecimento.

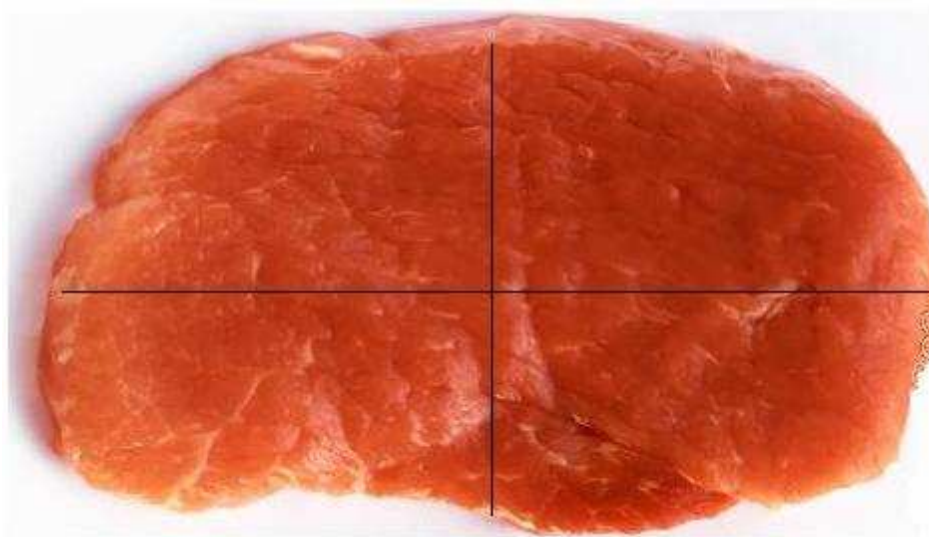
**Tabela 4** – Concentrações das referências para odores atribuídas pela equipe.

| <b>Atributo - Definição</b>                                | <b>Concentrações das referências (androstenona ou escatol/óleo mineral) (µg/g)</b> |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Odor de Androstenona</b>                                | 10,0                                                                               |
| Odor que causa ardência nas narinas e lembra odor de urina | 1,0<br>0,5                                                                         |
| <b>Odor de Escatol</b>                                     | 0,4                                                                                |
| Odor lembrando a fezes, chiqueiro                          | 0,2<br>0,1                                                                         |

#### **4.3.2 Treinamento prévio com referências de lombo para os atributos sabor, maciez, suculência e qualidade global**

O preparo de amostras de referência de carne suína para avaliação de odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global, foi adaptado da metodologia citada por Font i Furnols et al. (2008). Nesta etapa, lombo congelado foi adquirido do comércio local, sendo confirmado pelo frigorífico fornecedor que era proveniente de animal castrado fisicamente. O lombo após descongelamento à 10°C foi fatiado no sentido transversal, com espessura de 1,5 cm. A espessura de

gordura ao redor da fatia do lombo não ultrapassou 3 mm. A fatia foi cortada em quatro pedaços, como o ilustrado na Figura 3.



**Figura 3** - Representação do corte no lombo.

Cada pedaço foi colocado em forma de alumínio cônica de diâmetro superior (maior diâmetro) de 5 cm e coberta com papel alumínio. O produto foi assado por 10 minutos em forno convencional a uma temperatura de 180°C. A temperatura no interior da carne atingiu 77°C. O preparo de cada referência para o treinamento com lombo suíno para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global estão citados na Tabela 5.

Os termos “ranço” e “requeentado” foram avaliados com referências preparadas e armazenadas (2 dias) sob refrigeração, para que a equipe diferenciasse de odor e sabor característicos.

Em todas as sessões de treinamentos e de avaliações as amostras foram apresentadas codificadas com três dígitos numéricos aleatórios. Durante o treinamento foi estabelecida a ficha de avaliação utilizando escala descritiva não estruturada de 10 cm, com algumas âncoras, conforme ilustrado na Figura 4.

**Tabela 5** - Metodologia utilizada para o preparo de cada referência para o treinamento com lombo suíno para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global.

| <b>Amostras de referência</b>                                   | <b>Metodologia utilizada</b>                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pouco(a) sabor/maciez/suculência/ qualidade global</b>       | Fatias previamente lavadas sob água corrente por 3 min., imersas durante 5 minutos em água em ebulição, seguida de 2 minutos em água gelada e então preparadas conforme descrito acima.   |
| <b>Sabor/maciez/suculência/ qualidade global característica</b> | Pedaços de lombo suíno - obtido do mercado, proveniente de conceituado frigorífico, congelado, descongelado por 16h sob refrigeração, fatiado e então preparadas conforme descrito acima. |
| <b>Muito(a) sabor/maciez/suculência/qualidade global</b>        | Fatias injetadas com solução de tripolifosfato de sódio na concentração de 5%, homogeneizadas por 24h e então preparadas conforme descrito acima.                                         |

#### **4.3.3 Treinamento com referências obtidas das granjas B e C para odor em gordura subcutânea costolombar**

O treinamento foi efetuado com referências obtidas das granjas B e C, em suínos machos castrado fisicamente, imunocastrado e inteiro.

Amostras de 10 g de gordura subcutânea em pedaços foram introduzidas em frascos de vidro de 50 ml, com diâmetro maior 3,5 cm, diâmetro menor 1,0 cm, altura 5,5 cm e gargalo 1,0 cm. Foram adicionados 10 mL de água mineral potável aos frascos, que em seguida foram fechados com tampa de silicone. Este frasco possuía diâmetro maior que o empregado no treinamento prévio, facilitando a expansão do odor a ser avaliado.

As paredes dos frascos foram recobertos com folha de alumínio, para que não ocorresse modificação significativa do odor por ação da luz (rancidez oxidativa), e para que os julgadores não fossem influenciados pela aparência, ao avaliar o odor. Para que o odor fosse mais facilmente percebido, as amostras foram aquecidas em banho-maria até que atingissem a temperatura de 50°C.

Cada amostra assim preparada foi utilizada por no máximo três julgadores, evitando-se a perda de odores. Este preparo das referências foi utilizado no treinamento e posteriormente nas avaliações das amostras do projeto.

| Avaliação sensorial de odor de gordura.                        |            |                |
|----------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| Nome: _____                                                    | Data _____ | Amostra: _____ |
| Anote na escala abaixo a intensidade de cada amostra recebida: |            |                |
| <b>Odor de Androstenona</b>                                    |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | intenso        |
| <b>Odor de Escatol</b>                                         |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | intenso        |
| <b>Odor característico de gordura suína</b>                    |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | muito          |
|                                                                |            |                |
| Avaliação sensorial de odor de carne suína                     |            |                |
| Nome: _____                                                    | Data _____ | Amostra: _____ |
| Anote na escala abaixo a intensidade de cada amostra recebida: |            |                |
| <b>Odor de Androstenona</b>                                    |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | intenso        |
| <b>Odor de Escatol</b>                                         |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | intenso        |
| <b>Odor característico de carne suína</b>                      |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | muito          |
| <b>Maciez de carne suína</b>                                   |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | muito          |
| <b>Suculência de carne suína</b>                               |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | muito          |
| <b>Sabor característico de carne suína</b>                     |            |                |
| ausente                                                        | moderado   | muito          |
| Obrigada!                                                      |            |                |

**Figura 4** - Ilustração das escalas utilizadas no treinamento de análise descritiva quantitativa na avaliação de odor na gordura e no lombo suíno (*Longissimus dorsi*).

#### **4.3.4 Treinamento com referências obtidas das granjas B e C para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global em lombo suíno (*Longissimus dorsi*)**

O preparo aqui utilizado foi modificado, pois as formas metálicas após primeiro uso transferiam odor ao produto.

Além disso, o aquecimento em forno ocasionou maior variabilidade nas amostras: dependendo da posição no forno, algumas apresentavam coloração proveniente da reação de Maillard e outras não. Dessa forma optou-se por outra forma de preparo.

A metodologia de preparo foi adaptada daquela utilizada por Prusa et al. (2011), também utilizada na avaliação de textura instrumental no presente estudo e descrita no item 4.2.3 - c. As amostras foram retiradas do forno de microondas e apresentadas aos julgadores no intervalo de 1 a 3 minutos, para preservar odor e temperatura.

Os julgadores possuíam guardanapos para manusear as placas sem risco de queimadura e ao mesmo tempo perceberem os voláteis desprendidos ao abrir a placa. Receberam garfos descartáveis para provarem as amostras após avaliação do odor. Em todas as amostras a espessura de gordura da fatia do lombo não ultrapassou 3 mm.

A equipe de julgadores previamente treinados realizou ainda novas discussões em grupo, considerando o treinamento anterior e avaliando amostras do projeto.

Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias ao nível de confiança de 95% ( $P \leq 0,05$ ), tendo como fontes de variação: amostras, provadores e interação amostra-provador.

#### **4.4 Preparo de amostras de lombo suíno para sessões de *Focus Group* e testes de aceitabilidade**

Para o estudo da tecnologia de imunocastração, considerada ainda recente, principalmente para os consumidores de carne suína, utilizou-se da técnica de *Focus Group* para avaliar os seus hábitos, atitudes, comportamentos e pontos de vista quanto à carne suína obtida dessa tecnologia.

Optou-se por um tipo de preparo rápido de amostras, bastante utilizado na culinária. O preparo foi adaptado daqueles utilizados pelo *USDA (United States Department of Agriculture)*, em amostras preparadas para avaliações químicas (USDA, 2011) e daquela citada por *AMSA (1995)*. As três amostras de lombo suíno CF, IM e IT fatiadas com 1 cm de espessura, descongeladas por 16 horas, sob refrigeração, foram grelhadas em grelha *George Foreman*, modelo *Grilling Machine GBZ 360 (1460 W)*, até 77°C. Em seguida foram cortadas (2,5 X 2,5 cm) e servidas em pratos descartáveis contendo palitos descartáveis para manuseio.

#### **4.5 Avaliação sensorial de odores desagradáveis na gordura suína subcutânea costolombar e lombo suíno (*Longissimus dorsi*) de animais com genéticas diferentes (Granjas A, B, C e D)**

A avaliação dos efeitos da imunocastração variando-se os gêneros (FM, CF, IC, IT), origens genéticas (granjas A, B, C e D) e de dieta adicionada ou não de ractopamina (TRAD, RAC) realizou-se avaliação sensorial de odor de androstenona, escatol e odor característico de gordura suína subcutânea costolombar. Foram efetuadas avaliações sensoriais com equipe treinada, utilizando a análise descritiva quantitativa. Realizou-se 28 sessões de avaliação sensorial com 5 a 6 amostras por sessão, sendo que algumas das amostras foram avaliadas em duplicata ou triplicata. Não foi possível avaliar todas as amostras, pois a equipe sofreria por fadiga e também aumentaria o risco de erro por hábito prejudicando os resultados (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; STONE; SIDEL, 2004; FARIA; YOTSUYANAGI, 2008). Os dados dessas

amostras foram utilizados em média. O preparo das amostras de gordura e da carne suína seguiu metodologia descrita anteriormente (item 4.3.3 e 4.2.3 - c, respectivamente). As amostras foram apresentadas de forma monádica seqüencial segundo um delineamento de blocos aleatorizados em duas sessões diárias.

Primeiramente foi realizada a avaliação sensorial de odor nas amostras de gordura, para a comparação dos dados quanto à genética (granjas A e B) e quanto ao tipo de alimentação TRAD e RAC.

A metodologia de quantificação rápida e razoavelmente simples, desenvolvida neste trabalho (item 4.2.1), foi testada na comparação da intensidade de odor de escatol obtida sensorialmente para as amostras da Granja A.

Os dados da avaliação sensorial de odor de todas as amostras de gordura variando-se os gêneros e as genéticas foram comparados entre si (granjas A, B, C e D).

As avaliações na carne suína de genética com maior intensidade de odores desagradáveis entre as granjas A e B foi comparada com a carne suína da genética de suíno macho inteiro (granja D).

#### **4.6 Opiniões, hábitos, atitudes e comportamento do consumidor de carne suína com relação ao conhecimento da tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal através de sessões de *Focus Group***

A amostra de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) obtida de macho imunocastrado com maior intensidade de odor desagradável em conformidade com a avaliação sensorial por equipe treinada foi utilizada para conhecer opiniões, hábitos, atitudes e comportamento de consumidores através da técnica de *Focus Group*, comparando-se com amostra de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) de macho castrado fisicamente e de macho inteiro.

Duas sessões de *Focus Group* foram realizadas, filmadas e transcritas. A transcrição foi cuidadosamente condensada nas respostas às questões preparadas, considerando as palavras citadas, a entonação, o contexto e as respostas não verbalizadas. Cada sessão foi moderada por profissional experiente para preservar a neutralidade das discussões, porém algumas interferências foram realizadas para facilitar o entendimento do objetivo da pesquisa. Foi enfatizado aos consumidores, pelo moderador que não existem respostas certas ou erradas e que todos os pontos de vista eram igualmente importantes.

Um guia de entrevista foi preparado, consistindo de três partes. Após uma breve introdução com a apresentação dos participantes, foram discutidas as opiniões e atitudes sobre a aquisição de carne e produtos, preocupações no momento da compra, como leitura ou não de rótulos, marcas consumidas e forma de preparo. O objetivo principal foi conhecer melhor o público alvo, integrar e facilitar a discussão em grupo.

Na segunda parte, foram distribuídas três amostras de lombo obtidas da Granja B, em fatia, codificadas com três dígitos numéricos aleatórios, obtidas de animais castrados fisicamente (CF), imunocastrados (IC) e inteiros (IT), nesta mesma ordem nas duas sessões. Inicialmente as fatias de lombo estavam embaladas à vácuo e foi solicitada opinião sobre a aparência das amostras; em seguida estas foram abertas para a percepção do odor. Posteriormente as amostras foram grelhadas separadamente, conforme metodologia citada no item 4.4. A cada preparo das diferentes amostras foi solicitado que os consumidores se aproximassem da área do preparo para avaliar a aparência e especialmente o odor. Perguntas sobre a atitude de intenção de compra a cada apresentação das amostras e durante o preparo foram efetuadas.

Atitudes quanto à continuidade do preparo/consumo após observar a aparência, sentir o odor do produto cru e do produto sendo preparado também foram discutidas. Durante o preparo da amostra IT, foi solicitada a atitude seguinte ao sentir o odor, quando a embalagem foi aberta e quando do preparo,

se a amostra seria servida à família após a produção de vapores. As amostras foram servidas para degustação, com exceção de IT, porém diversos consumidores solicitaram espontaneamente esta amostra para provarem. Discutiram-se as características do produto após o consumo.

Na terceira parte, definições sobre bem estar animal, castração física e imunocastração foram introduzidas verbalmente aos participantes, e foram solicitadas as opiniões sobre as tecnologias apresentadas. Posteriormente foi esclarecido quais produtos se referiam a cada processo e foram discutidas as opiniões sobre as tecnologias de obtenção da carne. As definições foram às seguintes:

**Animal castrado:** suíno macho que tem seus testículos retirados cirurgicamente sem anestesia, aos primeiros dias de vida (4 a 5 dias). Esta prática, dolorosa, torna o animal mais dócil e evita a produção dos odores sexuais na carne e na gordura. É uma das técnicas de manejo mais utilizadas no Brasil. Em diversos países da Europa e Austrália, já não é mais permitida em função das normas de bem estar animal. Para exportar o Brasil precisa seguir estas normas.

**Animal macho inteiro/cachaço:** suíno que não sofreu castração e que se desenvolve mais em relação aos castrados, com maior produção de carne e gordura. É animal mais agitado e briga muito. Possui aroma e sabor forte e desagradável, devido à alta produção de hormônios com odores sexuais, que lembram urina, suor, naftalina, chiqueiro, fezes, etc. No Brasil seu abate não é permitido devido a esses odores.

**Animal imunocastrado:** suíno macho sexualmente desenvolvido, que no período de 8 e de 4 semanas antes de ser abatido (cerca de 10 meses de idade) recebe dose de vacina atrás da orelha para sensibilizar e imunizar seu organismo, suprimindo produção de hormônios responsáveis pelos odores desagradáveis, com redução do tamanho dos testículos. É processo indolor, reversível e quando seu efeito é finalizado o suíno é abatido. Nesta técnica de manejo é possível aproveitar os pontos positivos da criação do macho inteiro, como boa produção de

carne e gordura e os benefícios da castração física que evita os odores sexuais. É técnica de manejo permitida no Brasil desde 2007.

**Bem estar animal:** Constitui no dever moral do homem o respeito a todos os animais e evitar os sofrimentos inúteis àqueles destinados ao abate. Cada país deve estabelecer regulamentos em frigoríficos, com objetivo de garantir condições para proteção humanitária a diferentes espécies. É consenso entre cientistas e público em geral (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 2011) que o animal deve ser livre de fome, sede, desconforto, dor, lesões ou doença, livre para expressar os seus comportamentos normais; livre de medo e aflição.

#### **4.7 Aceitabilidade da carne suína (*Longissimus dorsi*) obtida de macho imunocastrado com intensidade de odor de desagradável percebida por equipe treinada.**

Foram conduzidos dois testes afetivos (STONE e SIDEL, 2004) para os quais foram recrutados dentre os funcionários e estagiários do ITAL, 30 e 34 consumidores de carne suína, respectivamente para as amostras das Granjas B e D, sem restrições quanto à idade, sexo e classe social, que aceitaram participar voluntariamente. O modelo de ficha de avaliação consta do Anexo 3.

As amostras foram avaliadas quanto à aceitabilidade do produto de modo global e em particular relativo ao odor, sabor, maciez e suculência, por meio de escalas hedônicas de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo) e quanto à intensidade do sabor, da maciez e da suculência por meio de escalas do ideal de cinco pontos (5 = muito mais intenso do que eu gosto, 3 = do jeito que eu gosto, 1 = muito menos intenso do que eu gosto). As amostras foram também avaliadas quanto à intenção de compra através de escala de 5 pontos (1 = certamente compraria, 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse, 5 = certamente não compraria). Além disso, foi solicitado que os consumidores indicassem o que mais gostaram e o que menos gostaram nas amostras avaliadas. As amostras foram avaliadas de forma monádica

seqüencial segundo um delineamento de blocos completos aleatorizados. As amostras de gordura suína foram apresentadas conforme descrito em 4.3.3 e as amostras de lombo suíno fatiadas com 1 cm de espessura, salgadas em solução saturada de cloreto de sódio iodado, foram cortadas, assadas e servidas conforme descrito em 4.4. Todas as amostras foram apresentadas com códigos de três números aleatórios. Foi oferecida água mineral natural para uso antes e entre as amostras, visando limpar o palato.

Os testes foram conduzidos no LAFISE-CCQA-ITAL, em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five versão 4.8 para coleta e análise dos dados. Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias ao nível de confiança de 95% ( $p \leq 0,05$ ). Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre hábitos de consumo de carne suína, faixa etária e classe social.

#### **4.8 Pesquisa via internet – atitudes, crenças e opiniões dos consumidores com relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal**

Com base nas experiências obtidas nas sessões de *Focus Group*, uma pesquisa para comparar opiniões, atitudes, crenças, hábitos e consumo foi realizada através da internet. Para o presente trabalho, a pesquisa foi realizada em quatro etapas. Inicialmente, coleta de opiniões ou crenças espontâneas a respeito de castração, imunocastração e bem estar animal, com 25 participantes aos quais foram solicitadas as características de idade, sexo, e consumo de carne suína. Esta etapa foi realizada através do site <http://pt.surveymonkey.com>. Quando perguntado se conhecia bem estar animal, castração e imunocastração, se negativo, definições citadas em 4.3 foram apresentadas. Foi solicitado aos consumidores internautas que anotassem cinco frases sobre o que pensavam a respeito de cada um dos temas castração, imunocastração e bem estar animal. A

partir de uma seleção dessas frases foi elaborado um questionário e uma nova entrevista virtual com 62 pessoas da região sudeste, que citaram os hábitos e consumo, bem como as atitudes perante as proposições (P) utilizadas, através da Escala Likert, a qual classifica um conjunto de declarações (10-20) em uma escala de 7 pontos (7= concordo muitíssimo; 1= discordo muitíssimo), de acordo com Mueller (1986). Para cada um dos itens foi calculado o coeficiente de Cronbach, uma medida da confiabilidade da escala como medidora da atitude dos indivíduos em relação ao tema/objeto (MUELLER, 1986). Este questionário contendo também questões sobre hábitos e consumo de carne suína foi realizado via *email* a uma lista de pessoas de nível educacional médio e alto; em complementação, o mesmo questionário foi aplicado em versão impressa a funcionários de um grande *shopping center* da região de Campinas. A participação dos indivíduos foi voluntária e anônima e os questionários continham uma breve explanação sobre os objetivos da pesquisa. Foi salientada a importância da sinceridade nas respostas. Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r), conforme Equação I, que fornece o diagnóstico da adequação de cada proposição (P), permitindo sua validação. Quanto mais próximo o valor de r estiver de 1, mais adequada pode ser considerada a P. Por outro lado, baixos valores de r, sejam positivos ou negativos, sugerem que a P não está permitindo que sua interpretação seja clara, confundindo o entrevistado, ou as respostas encontram-se distribuídas por toda a extensão da escala, podendo indicar que P não esteja fornecendo informação relevante ao estudo (MUELLER, 1986; ALMEIDA et al., 2007). Sendo assim, adotou-se o critério de eliminar do questionário as P que apresentaram  $r < 0,40$ , resultando no questionário final que continha 17 P.

|                                                                                                                  |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| $r_i = \frac{\sum \text{resposta de cada indivíduo na } P_i}{\sum \text{resposta de cada indivíduo em cada } P}$ | (Equação I) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

Para cada um dos itens foi calculado o coeficiente de Cronbach, uma medida da confiabilidade da escala como medidora da atitude dos indivíduos em relação ao tema/objeto. (MUELLER, 1986). O coeficiente de correlação (r) de cada P foi calculado novamente, visando confirmar sua validação.

Para o presente estudo o questionário foi avaliado de modo geral, sem segmentação dos participantes quanto ao sexo, idade ou nível de escolaridade.

#### **4.9 Análises estatísticas**

Os dados experimentais, relativos ao treinamento da equipe, foram submetidos à análise de variância correspondente a um delineamento em blocos completos aleatorizados. Os dados relativos às escalas utilizadas nos testes quantitativos descritivos para avaliação dos tratamentos pelos julgadores treinados foram analisados pelo procedimento GLM (*General Linear Models Procedure*; PROC GLM) SAS, Users Guide Statistics, 2003, utilizando-se no modelo os efeitos de granja, (genética, manejo das granjas A, B, C e D) gênero (fêmea, macho castrado fisicamente, macho imunocastrado e macho inteiro) e alimentação (tradicional e acrescida de ractopamina) para comparação de médias ao nível de confiança de 95%.

Na avaliação de análises químicas, tecnológicas e sensoriais com consumidores, foram calculadas as médias, desvios padrão e distribuições de freqüências das respostas; ANOVA, utilizando tratamento e consumidor como fontes de variação e teste de média Tukey ao nível mínimo de 95% de confiança.

Os resultados de análises químicas, tecnológicas e sensoriais descritivas de odor de gordura subcutânea e de lombo foram analisados por correlação de Pearson e por análise de componentes principais (ACP). Foram utilizadas ainda tabelas e gráficos de freqüência.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 6 apresenta as médias das notas atribuídas pela equipe de avaliação sensorial durante o treinamento realizado com soluções referencias contendo escatol, androstenona bem como com gordura suína proveniente de suíno castrado fisicamente.

Entre os 23 indivíduos selecionados, 13 participantes permaneceram após realizarem o treinamento prévio, sendo que os demais ou não tiveram interesse em continuar pelo fato de avaliarem odores desagradáveis, ou devido ao volume de análises previstas, ou porque finalizaram o estágio antes do término dos trabalhos. Foram validados 10 desses participantes. Todos os validados eram membros de equipes de avaliação de odor em alimentos ou fragrâncias de produtos para *home care*, atuando diariamente há mais de 2 anos e receberam mais de 12 horas de treinamento em gordura e lombo suíno.

Inicialmente cada participante gerou seus próprios termos para descrever o odor percebido nas referências de androstenona e de escatol de maior concentração para uniformizar a avaliação da equipe, conforme item 4.3.2. Foi elaborada uma lista de definições dos termos descritivos com as respectivas referências. Em seguida foi realizada discussão em grupo sob a supervisão de moderadora para a descrição e quantificação em consenso das referências em diversas diluições. Os participantes da equipe utilizaram a ficha de avaliação para quantificar os odores das referências apresentados em tubos de ensaio tampados, em diferentes concentrações. Uma amostra de gordura costolombar suína obtida de animal castrado, mantido congelado à - 82°C, des congelada e aquecida em tubo foi apresentada como referência para avaliação (Tabela 6).

No treinamento também foi utilizada uma referência de solução contendo os dois compostos: androstenona (0,50µg/g) e escatol (0,22µg/g) na proporção 1:1. Esta referência foi avaliada com intensidades pouco e facilmente percebida para os atributos odor de androstenona e odor de escatol, respectivamente, evidenciando maior dificuldade de percepção de androstenona quando em mistura

com escatol. Este fato está em concordância com os trabalhos de Lunde et al. (2009) e Dijksterhuis et al. (2000) quando reportaram que o escatol é mais facilmente percebido, sendo um fator de distúrbio quando ambos componentes estão presentes na mesma amostra, dificultando a percepção e reconhecimento de androstenona.

**Tabela 6** - Notas médias atribuídas pela equipe às referências sintéticas utilizadas no treinamento de odor

| <b>Atributo – Definição</b>                                                                          | <b>Concentrações das referências</b><br>(androstenona ou escatol em óleo mineral) (µg/g) | <b>Nota da referência na escala</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Odor de Androstenona</b>                                                                          | 10,0                                                                                     | <b>6</b> (moderada percepção)       |
| Odor que causa ardência nas narinas e lembra odor de urina                                           | 1,0                                                                                      | <b>3</b> (pouca percepção)          |
|                                                                                                      | 0,5                                                                                      | <b>2</b> (difícil percepção)        |
| <b>Odor de Escatol</b>                                                                               | 0,40                                                                                     | <b>9</b> (intensa percepção)        |
| Odor lembrando a fezes, chiqueiro                                                                    | 0,22                                                                                     | <b>6</b> (muito fácil percepção)    |
|                                                                                                      | 0,10                                                                                     | <b>2</b> (pouca percepção)          |
| <b>Odor característico de gordura costolombar suína</b>                                              | -                                                                                        | <b>7</b> (moderada percepção)       |
| Odor de gordura suína obtida de animal castrado, mantido congelado à - 82°C, descongelado e aquecido |                                                                                          |                                     |

As médias das notas atribuídas pelos participantes às referências do treinamento prévio com referências de lombo para os atributos sabor, maciez, suculência e qualidade global estão contidos na Tabela 7.

Os membros da equipe avaliaram o odor e sabor das referências de lombo e houve consenso de que não havia presença de androstenona ou escatol em quantidade perceptível. De fato, como planejado, esses dois compostos não estavam presentes nas amostras utilizadas como referência de odor/sabor

característico, ou ainda não estavam presentes em níveis detectáveis sensorialmente. Os participantes conseguiram definir, diferenciar e quantificar as intensidades de odor, maciez, suculência, sabor e qualidade global existentes em cada amostra preparada conforme 4.3.2.

**Tabela 7** - Atributos desenvolvidos para carne de lombo suíno

| <b>Atributos</b>                                | <b>Definição</b>                                                                                              | <b>Intensidades percebidas nas referências</b>                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Maciez</b>                                   | Força necessária para obter cisalhamento da carne.                                                            | <b>2 = pouco macia</b> – referência de lombo suíno com pouca maciez.<br><b>4 = maciez moderada</b> - Referência de lombo suíno característico.<br><b>6 = maciez moderada a muita</b> – referência de lombo suíno com maciez.                                |
| <b>Suculência</b>                               | Umidade da carne percebida na degustação.                                                                     | <b>2 = pouco/ausência</b> de suculência – referência de lombo suíno com pouca suculência.<br><b>4 = suculência característica.</b><br><b>6 = suculência moderada a muita</b> – referência de lombo suíno com suculência.                                    |
| <b>Odor/Sabor Característico de carne suína</b> | Intensidade do odor/sabor característico de lombo suíno percebido durante a inalação/mastigação e deglutição. | <b>3 = pouco odor/sabor característico</b> , com odor/sabor a androstenona e/ou escatol, com excesso de tripolifosfato de sódio, ou com outros odores/sabores não desejáveis: ranço, “requeentado”.<br><b>6 = odor/sabor característico</b> de lombo suíno. |
| <b>Qualidade Global</b>                         | Considera a caracterização dos atributos odor, sabor, maciez e suculência.                                    | <b>6 = equilíbrio</b> da intensidade dos atributos acima esperado para lombo suíno.                                                                                                                                                                         |

Durante os treinamentos, as referências foram avaliadas com 3 repetições. Diversos treinamentos foram efetuados no presente estudo para que a equipe, já acostumada com testes quantitativos descritivos, se familiarizasse com as

referências, de forma que fosse possível a avaliação de amostras sem 3 repetições, como é o usual neste tipo de teste.

Lawless e Heymann (1999) sugerem extrema cautela com estudos sem repetidas avaliações. Compreendem os desafios que se enfrenta como líder da equipe de forma a ajudar os julgadores a colocar na ficha de avaliação as características individuais de intensidade de um produto a partir de impressões gerais de qualidade ou gosto. Estes autores reconhecem também que apesar de extenso treinamento empregado na análise descritiva quantitativa, muitos pesquisadores assumem que julgadores irão utilizar diferentes partes da escala para colocar suas avaliações. Assim, estes autores citam que, a escala absoluta de valores não é importante, mas a diferença relativa entre produtos é que fornece informações valiosas. As respostas relativas dos julgadores quanto às amostras avaliadas indicam que os julgadores estão calibrados em relação às diferenças relativas entre as amostras. Escolhas criteriosas de procedimentos estatísticos, tais como os testes t e ANOVA permitem ao pesquisador remover o efeito do uso de partes diferentes da escala.

#### **5.1. Treinamento com referências obtidas das genéticas B e C para odor em gordura subcutânea costolombar**

Para o treinamento de odor na carne (*Longissimus dorsi*), foram introduzidas referências de lombo de suíno obtido de suínos machos castrados fisicamente, imunocastrado e inteiro. O preparo das amostras seguiu o procedimento descrito no item 4.3.3. A validação da equipe consta no Anexo 4

Os treinamentos de odor evidenciaram os resultados preconizados por Wysocki, Dorries e Beuchamp (1989), onde a habilidade de percepção do odor androstenona pode ser adquirida após a exposição instruída e repetida desse odor a um julgador em treinamento.

Segundo Kloeck (1961) a percepção de androstenona é diferente entre homens e mulheres, sendo que as mulheres são mais sensíveis. Na população pesquisada por este autor, 76% das mulheres conseguiram perceber o odor enquanto apenas 54%

dos homens conseguiram o mesmo. No presente estudo, com o pequeno número de participantes recrutados, 8 homens, 15 mulheres, todos (100%) conseguiram perceber, sendo que, 3 (13%) das mulheres apresentaram elevada sensibilidade aos odores desagradáveis e 2 delas compuseram a equipe após os treinamentos. Foram selecionados para compor a equipe final 3 julgadores e 7 julgadoras (40% das mulheres participantes).

Dijksterhuis et al. (2000) citaram que julgadores treinados podem encontrar dificuldades em diferenciar androstenona e escatol, apresentando correlações positivas com odor de urina e de chiqueiro para ambos atributos, demonstrando confusão de odores em carne aquecida que continha combinações de androstenona e escatol, sendo este último em concentrações iguais ou inferiores a 0,10 µg/g de escatol. Encontrou-se neste estudo a mesma dificuldade na avaliação do odor de gordura aquecida e da carne (*Longissimus dorsi*) preparada (itens 4.3.3 e 4.2.3 c) apesar da equipe conhecer bem ambas as substâncias avaliadas isoladamente nas formas pura; em água mineral e em óleo mineral, em diversas diluições (item 4.3.1).

Os treinamentos foram efetuados de forma semelhante em vários aspectos àqueles realizados por Lunde et al. (2010), Prusa et al. (2011) e Annor-Frempong et al. (1997) que utilizaram também usaram escalas de 1 a 9 pontos / 0-150 pontos / 100 mm, respectivamente e considerando-se as devidas proporções. Além da avaliação com cristais em água cita-se como semelhança, as referências de androstenona de 0 a 3 µg/g, que foram pontuadas, de 1 a 4 na escala (LUNDE et al., 2009), 20 – 25 mm (ANNOR-FREMPONG et al., 1997) da mesma forma / proporção que a equipe do presente estudo (Tabela 6). De acordo com critérios desses autores, a equipe do presente estudo corresponde aos julgadores sensíveis a essas substâncias.

Observou-se para a equipe treinada que a percepção de escatol (referência com 0,10 µg/g, Tabela 6) foi abaixo do limiar de percepção de 0,10-0,25 µg/g citado por alguns autores (BOUNNEAU; SQUIRES, 2001; PRUSA et al., 2011). Uma das razões para este fato é que o consumidor europeu e norte americano estão mais

acostumados com este odor, devido ao sistema de confinamento utilizado, que mantém constante a presença dessa substância nos animais.

A criação de suíno no Brasil é realizada em ambiente mais arejado sendo nosso inverno muito menos rigoroso que dos países europeus, impedindo uma possível maior concentração de escatol na carne, o que faz com que nosso consumidor não esteja habituado com esse odor e o perceba num limiar de concentração mais baixo.

## **5.2. Treinamento com referências obtidas das genéticas B e C para os atributos odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global em lombo suíno (*Longissimus dorsi*)**

Os julgadores conseguiram definir, diferenciar e quantificar as intensidades de odor, maciez, suculência, sabor e qualidade global existentes em cada amostra de lombo (*Longissimus dorsi*) utilizada neste treinamento, após pequenas modificações na metodologia de preparo. As médias das notas atribuídas pelos participantes neste treinamento estão contidas na Tabela 8.

Dez participantes compuseram a equipe final, isto é, julgadores que apresentaram um bom poder discriminativo ( $P_{amostra} \leq 0,50$ ) e boa repetibilidade nos julgamentos ( $P_{repetição} > 0,05$ ) segundo Damásio e Costell (1991). Porém não foi possível obter o julgamento de toda a equipe em todas as avaliações. Cinco a oito julgadores avaliaram as amostras. A validação da equipe consta no Anexo 5.

Neste trabalho utilizou-se a análise quantitativa descritiva assim como Lunde et al. (2010) e Prusa et al. (2011). Esta análise descritiva quantitativa foi escolhida para melhor discriminar os efeitos das duas substâncias principais responsáveis pelo odor desagradável na gordura/carne, o que foi dificultado pelo fato desses compostos estarem presentes em quantidades muito pequenas, na maioria das amostras, restringindo o uso da escala.

**Tabela 8** - Média das notas de referência dos atributos avaliados pelos julgadores para amostras de lombo de suínos inteiros, imunocastrados e castrados fisicamente

| <b>Atributos – Definição</b>                                                              | <b>Amostra de lombo suíno</b> | <b>Nota na escala</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Odor Característico</b>                                                                | Macho inteiro                 | <b>5</b>              |
| Intensidade do odor característico de lombo de suíno castrado percebido na degustação     | Macho imunocastrado           | <b>6</b>              |
|                                                                                           | Macho castrado fisicamente    | <b>9</b>              |
| <b>Sabor Característico</b>                                                               | Macho inteiro                 | <b>5</b>              |
| Intensidade do sabor característico de lombo suíno percebido na degustação                | Macho imunocastrado           | <b>7</b>              |
|                                                                                           | Macho castrado fisicamente    | <b>9</b>              |
| <b>Maciez</b>                                                                             | Macho inteiro                 | <b>8</b>              |
| Força necessária para obter cisalhamento da carne.                                        | Macho imunocastrado           | <b>5</b>              |
|                                                                                           | Macho castrado fisicamente    | <b>7</b>              |
| <b>Suculência</b>                                                                         | Macho inteiro                 | <b>8</b>              |
| Umidade da carne percebida na degustação                                                  | Macho imunocastrado           | <b>5</b>              |
|                                                                                           | Macho castrado fisicamente    | <b>7</b>              |
| <b>Qualidade Global</b>                                                                   | Macho inteiro                 | <b>6</b>              |
| Essa avaliação considera a caracterização dos atributos odor, maciez, suculência e sabor. | Macho imunocastrado           | <b>6</b>              |
|                                                                                           | Macho castrado fisicamente    | <b>9</b>              |

Odor/sabor: 1 = pouco característico; 5 = moderado; 10 = intenso/muito característico. Maciez, suculência e qualidade global: 1=pouca; 5=moderada; 10= muito

Contudo, para a avaliação de odor/sabor de carne obtida de animal inteiro, houve a utilização de quase toda a escala em alguns casos. Alguns julgadores utilizaram maior faixa da escala por conta de sua maior sensibilidade aos odores avaliados.

O uso de outra metodologia como, por exemplo, a Diferença do Controle preconizado por Stone e Sidel (2004) e utilizado por Viana (2000), reduziria esta dificuldade, porém exigiria uma quantidade bem maior de amostras, um grande problema quando se trabalha com gordura/carne recém preparada, ao invés de produto cárneo que pode ser conservado por mais tempo, é de fácil preparo para servir e disponível em maior quantidade. Outras razões seriam evitar o erro de hábito

(STONE; SIDEL, 2004) e a fadiga que os julgadores estariam expostos, já que se faz necessário sentir também odor da referência, e de 121 amostras (gordura e lombo), além de várias repetições das mesmas.

Como citado por Lawless e Heymann (1999), a respeito das vantagens citadas pelos defensores da ADQ, considerou-se muito importante o fato que as avaliações incluem as idéias dos painelistas ao realizar julgamentos independentes e que os resultados não são derivados de consenso, mas sim da resposta individual de cada julgador treinado.

### **5.3. Avaliação sensorial de odores desagradáveis de suínos com genéticas diferentes (Granjas A, B, C e D)**

A equipe de julgadores treinados avaliou o odor de androstenona, escatol e odor característico de gordura suína subcutânea costolombar de amostras obtidas de diferentes genéticas, dos suínos obtidos conforme item 4.1.

O odor foi avaliado nas amostras de gordura contidas em frascos de vidro, preparados conforme item 4.3.3. A avaliação do teor de escatol foi realizada de acordo com a descrição do item 4.2.1 e os resultados foram apresentados nos trabalhos do 57<sup>th</sup> ICOMST (*International Congress of Meat Science and Technology* 2011) (CIPOLLI et al., 2011a) Anexo 6 e no VI CBCTC (Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes) (CIPOLLI et al., 2011b) Anexo 7. Os resultados estatísticos indicaram que houve diferença entre os julgadores e a possível causa para tal acontecimento é que os julgadores não têm a mesma facilidade de percepção dos compostos (androstenona e escatol) e nem todos percebem na mesma intensidade, fato este que repercutiu mais fortemente, pois as intensidades foram próximas ao *threshold* ou limiar de percepção.

Segundo Bonneau et al. (2000) existe na literatura uma discrepância entre os valores do limiar de percepção para androstenona, mas a concentração usualmente estabelecida para *threshold* está entre 0,5 e 1,0 µg/g sendo que esses valores

geraram resultados satisfatórios, em projetos da União Européia, quando comparados com os resultados de outros países.

No Anexo 8 constam os valores médios e desvios padrões obtidos para todas as avaliações realizadas, considerando-se genética, gênero e suplementação.

#### **5.3.1. Avaliação dos efeitos genética (Granjas A e B), gênero (FM, CF, IC) e suplementação (RAC e TRAD) sobre as variáveis sensoriais avaliadas na gordura suína subcutânea costolombar.**

A Tabela 9 apresenta os resultados estatísticos dos efeitos genética (Granjas A e B), gênero (FM, CF, IC) e suplementação (RAC e TRAD) sobre as variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos.

Esta tabela evidencia que a genética e gênero (FM, CF, IC) promoveram alteração significativa ( $P \leq 0,05$ ) sobre as variáveis analisadas de odor de androstenona, de escatol e odor característico de gordura suína. Por outro lado, a alimentação não promoveu efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre as variáveis estudadas. Interações entre gênero e suplementação para o odor de escatol provavelmente se devem a variabilidade entre unidades experimentais de diferentes genéticas.

**Tabela 9** - Valores de F e respectivos níveis de significância (P) associados à análise de variância dos efeitos genética, gênero e suplementação sobre as variáveis sensoriais de odor da gordura subcutânea costolombar de suíno.

| Variáveis                                   | Efeitos principais |       |        |       |               |      | Efeito secundário        |       |
|---------------------------------------------|--------------------|-------|--------|-------|---------------|------|--------------------------|-------|
|                                             | Genética (Granja)  |       | Gênero |       | Suplementação |      | Interação Gênero x Alim. |       |
|                                             | F                  | p     | F      | p     | F             | P    | F                        | P     |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 65,79              | <0,01 | 4,80   | <0,01 | 0,18          | 0,67 | 2,38                     | 0,09  |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 23,05              | <0,01 | 5,73   | <0,01 | 1,50          | 0,22 | 5,15                     | <0,01 |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 29,45              | <0,01 | 2,70   | 0,07  | 0,23          | 0,63 | 1,33                     | 0,26  |

A Tabela 10 apresenta as médias das variáveis sensoriais que sofreram alteração significativa ( $P \leq 0,05$ ) em função das genéticas e dos gêneros FM, CF e IC.

Os resultados estatísticos indicaram que a genética B apresentou maior intensidade ( $P \leq 0,05$ ) de odores de androstenona e escatol na gordura que refletiram na qualidade da mesma, evidenciados com a redução na intensidade ( $P \leq 0,05$ ) de odor característico de gordura suína. Em função desses resultados decidiu-se dar continuidade nesse trabalho de pesquisa utilizando a carne e gordura proveniente da genética B, objetivando assim, obter informações mais detalhadas da imunocastração.

Independente da intensidade constatada dos compostos androstenona e escatol quando se considera o gênero, este fato não influenciou na qualidade da gordura quanto ao odor característico apresentado pela mesma. Considerando a intensidade de androstenona para o CF, constatou-se uma redução na intensidade de 4% para FM ( $P \leq 0,05$ ) e um aumento de 18% para IC ( $P > 0,05$ ) enquanto que para o odor de escatol, não ocorreu alteração em relação a FM, porém aumentou em 60% para IC ( $P \leq 0,05$ ).

**Tabela 10** - Valores médios dos atributos sensoriais da gordura subcutânea costolombar suína, considerando os efeitos genética (Granjas A e B) e gênero (FM, CF e IC) pelo teste de Tukey

| Variáveis <sup>(3)</sup>                    | Genética <sup>(1,2)</sup> |                        | Gênero <sup>(1,2)</sup> |                         |                        |
|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
|                                             | A                         | B                      | FM                      | CF                      | IC                     |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 1,3 ± 1,2 <sup>b</sup>    | 2,1 ± 1,3 <sup>a</sup> | 1,6 ± 1,3 <sup>b</sup>  | 1,7 ± 1,1 <sup>ab</sup> | 2,0 ± 1,4 <sup>a</sup> |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 0,4 ± 0,9 <sup>b</sup>    | 0,8 ± 1,1 <sup>a</sup> | 0,5 ± 0,9 <sup>b</sup>  | 0,5 ± 0,8 <sup>b</sup>  | 0,8 ± 1,2 <sup>a</sup> |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 7,2 ± 1,2 <sup>a</sup>    | 6,6 ± 1,3 <sup>b</sup> | 6,9 ± 1,3 <sup>a</sup>  | 7,0 ± 1,2 <sup>a</sup>  | 6,7 ± 1,3 <sup>a</sup> |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a  $P \leq 0,05$ .

(3) 0=nenhum odor; 10=muito odor DMS – diferença mínima significativa entre gênero.

Os resultados obtidos neste trabalho divergem dos reportados por Gomes (2009) que encontrou diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) para odor de androstenona, mas não significativas ( $P > 0,05$ ) para odor de escatol, quando comparou amostras de gordura, obtidas de suínos castrados fisicamente e imunocastrados. Possivelmente estes resultados possam estar relacionados às diferenças entre amostras associados à maior intensidade de escatol, conforme detectado pela equipe de julgadores.

**a) Avaliação do efeito gênero sobre as variáveis sensoriais de odor, e comparação com médias do teor de escatol na gordura subcutânea costolombar de suínos da genética A (Granja A)**

Na Tabela 11 são apresentados os resultados estatísticos do efeito gênero sobre as características da gordura obtida dos suínos da genética A.

Os resultados estatísticos evidenciaram que o gênero promoveu alteração significativa ( $P \leq 0,05$ ) sobre a variável odor característico de gordura suína.

**Tabela 11** - Valores de F e respectivos níveis de significância (P) das variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos provenientes da Granja A, variando-se o gênero: fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IM)

| i. Variáveis                                | Efeito Gênero |             |
|---------------------------------------------|---------------|-------------|
|                                             | F             | P           |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 2,51          | 0,08        |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 0,89          | 0,41        |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 3,06          | <b>0,05</b> |

A Tabela 12 contém os valores médios do teor de escatol encontrados nos diferentes gêneros e suas relações com a intensidade de odor característico de gordura suína proveniente de suínos da Granja A.

A intensidade de odor característico de gordura suína foi maior ( $P \leq 0,05$ ) para CF comparado a IC. Observa-se ainda que CF não diferiu ( $P > 0,05$ ) de FM e este também não diferiu de IC. Estes resultados corroboram com os estudos de Hennessy e Newbold (2004) que utilizando equipe de julgadores treinados não encontraram diferenças entre IC e FM.

O teor de escatol determinado (item 4.2.1) na gordura suína refletiu no odor característico da gordura possivelmente devido ao efeito sinérgico entre androstenona e escatol (LUNDSTRÖM et al., 1980 apud BONNEAU; SQUIRES, 2001). A percepção sensorial dessas dosagens não foi significativa ( $P > 0,05$ ), quando a equipe de julgadores avaliou o odor de escatol (Anexo 6). No entanto, a equipe foi muito sensível a estes odores, detectando-os em dosagens ( $0,04 \mu\text{g}$ ) abaixo daquela citada por Prunier e Bonneau (2006), que reportaram o limite mínimo de detecção de escatol como  $0,22 \mu\text{g}$ .

**Tabela 12** - Valores médios do teor de escatol determinados na gordura de fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IM) e sua relações com a intensidade do odor característico de gordura proveniente de suínos da Granja A

| Variáveis                                                  | Gênero <sup>(1, 2)</sup> |                        |                        |     |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----|
|                                                            | FM                       | CF                     | IC                     | DMS |
| <b>Odor característico <sup>(3)</sup> de gordura suína</b> | 7,1 ± 1,2 <sup>ab</sup>  | 7,4 ± 1,1 <sup>a</sup> | 7,0 ± 1,3 <sup>b</sup> | 0,4 |
| <b>Teor de escatol <sup>(4)</sup> (µg/g)</b>               | 0,04 ± 0,02              | 0,08 ± 0,06            | 0,08 ± 0,06            | -   |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a  $P \leq 0,05$ .

(3) 0=nenhum odor; 10=muito odor DMS – diferença mínima significativa entre gênero.

(4) Limite de quantificação: 0,0376 µg/g.

Quanto aos resultados de detecção de escatol apresentados nas Tabelas 12 e 13 utilizando o método desenvolvido pela equipe deste estudo (Anexo 1), foi possível comprovar a praticidade do método, eliminando etapas de extração dos compostos utilizando SPME (Micro Extração em Fase Sólida) com fibra de Polidimetilsiloxano/Divinilbenzeno em *headspace*, aliada à CG (cromatografia gasosa) com FID (detector de ionização de chama) facilitando controle da qualidade da gordura suína. O limite de quantificação obtido de 0,0376 µg/g foi o limiar de percepção dos julgadores no valor de 0,04 µg/g

Nesta técnica não foi possível analisar em conjunto a androstenona, pelo fato que este composto é muito apolar, apresentando forte interação com a matriz de gordura, inviabilizando a transferência de massa adequada para o polímero da fibra (SPME - Polidimetilsiloxano/Divinilbenzeno). Devido a essa interação da matriz com o analito ser muito forte (HAUGEN; BRUNIUS; ZAMARATSKAIA, 2012) e apesar das altas temperaturas utilizadas para facilitar a volatilização, além de hidrólise básica da gordura, não foi possível quebrar a interação gordura/androstenona para extrações eficientes.

Os teores de escatol determinados em 10 amostras apresentaram concentrações entre <0,04 e 0,17 µg/g. O limite de quantificação de escatol obtido na

metodologia desenvolvida foi de 0,0376 µg/g sendo que 40% das amostras (FM e CF) foram quantificadas abaixo desse limite, o que inviabilizou a análise estatística desta determinação. Utilizou-se o valor de 0.03 µg/g para o cálculo das médias apresentadas na Tabela 12. Hansen-Moller (1994) desenvolveu metodologia, detectou teor de escatol utilizando HPLC, obteve limite de quantificação de 0,015 µg e utilizou este valor para amostras que apresentaram concentrações abaixo do limite para o cálculo de médias.

A Tabela 13 apresenta o teor de escatol na gordura subcutânea costolombar de suínos de genética A, considerando a suplementação com ractopamina (RAC) ou não, tradicional (TRAD).

**Tabela 13** - Teor de escatol da gordura subcutânea costolombar suína, da genética A, considerando a suplementação.

| Variável                      | Suplementação <sup>(1)</sup> |             |
|-------------------------------|------------------------------|-------------|
|                               | RAC                          | TRAD        |
| <b>Teor de escatol (µg/g)</b> | 0,04 ± 0,01                  | 0,08 ± 0,06 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Limite de quantificação: 0,0376 µg/g.

Embora número de amostras avaliadas tenha sido pequena (n=5 RAC; n=5 TRAD) os resultados sugerem um efeito positivo da suplementação com ractopamina na redução do teor de escatol dos suínos, embora sensorialmente não se tenha percebido ( $P>0,05$ ) tal diferença (Tabela 11), devido à detecção de baixas intensidades de odor de escatol.

A ractopamina tem sido reportada com relação à melhoria da conversão alimentar, ganho de peso diário, aumento de tecidos da carcaça total e de conteúdo de carne magra (MOORE et al., 2009).

Nessa linha de pesquisa Martins et al. (2011) reportaram variações na quantidade de carne e gordura quando da utilização de ractopamina em conjunto com

a tecnologia de imunocastração. Constatou-se um aumento no teor de gordura e este fato requer o empreendimento de estudos posteriores, conforme citado por Silveira (2011) a respeito do mesmo trabalho.

**b) Avaliação do efeito gênero sobre as variáveis sensoriais de odor da gordura subcutânea costolombar de suínos da genética B (Granja B)**

A Tabela 14 apresenta os resultados estatísticos do efeito gênero (FM, CF, IC) para a Granja B, sobre as variáveis sensoriais da gordura subcutânea costolombar de suíno.

**Tabela 14** - Valores de F e respectivos níveis de significância (P) das variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos provenientes da Granja B, variando o gênero: fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IM)

| Variáveis                                   | Efeito Gênero |                 |
|---------------------------------------------|---------------|-----------------|
|                                             | F             | P               |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 2,86          | 0,06            |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 5,56          | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 0,98          | 0,37            |

Não houve diferenças estatísticas para os efeitos suplementação com RAC e interação RAC x gênero, evidenciando que a dosagem de ractopamina (RAC) utilizada não afetou as características de odor da gordura subcutânea costolombar dos suínos de genética B.

Os resultados estatísticos evidenciaram que o gênero promoveu alteração significativa ( $P \leq 0,05$ ) sobre a variável odor de escatol na gordura suína.

A Tabela 15 contém os valores médios da intensidade de odor de escatol variando-se o gênero dos animais provenientes da Granja B

**Tabela 15** - Valores médios da intensidade do odor de escatol na gordura proveniente de suínos da Granja B em função do gênero: fêmeas (FM), castrados fisicamente (CF) e imunocastrados (IM)

| Variável <sup>(3)</sup> | Gênero <sup>(1, 2)</sup> |                        |                        |     |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----|
|                         | FM                       | CF                     | IC                     | DMS |
| <b>Odor de escatol</b>  | 0,6 ± 1,0 <sup>b</sup>   | 0,7 ± 0,9 <sup>b</sup> | 1,0 ± 1,4 <sup>a</sup> | 0,4 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a  $P \leq 0,05$ .

(3) 0=nenhum odor; 10=muito odor (sensorial). DMS – diferença mínima significativa entre gênero.

Observaram-se baixas intensidades de odor de escatol, pontuados na escala quantitativa descritiva utilizada. O odor percebido em IC foi superior ( $P \leq 0,05$ ) quando comparado a CF e FM, que não diferenciaram entre si ( $P > 0,05$ ). D'Souza e Mullan (2003) estudando a redução de odor sexual da carne de suínos, reportaram que carne CF e IC tiveram maior aceitação do que FM, embora as diferenças não fossem grandes.

### c) Avaliação da gordura subcutânea costolombar de suínos de diferentes genéticas (Granjas A, B, C, D) e gêneros (FM, CF, IC e IT) sobre as variáveis sensoriais

A Tabela 16 apresenta os resultados estatísticos dos efeitos genética (A, B, C e D) e gênero (FM, CF, IC e IT) sobre as variáveis sensoriais de odor de androstenona, odor de escatol, odor característico da gordura subcutânea costolombar de suíno.

A análise estatística revela que os efeitos genética e gênero promoveram alterações significativas ( $P \leq 0,05$ ) sobre as variáveis sensoriais de odor de androstenona, odor de escatol, odor característico da gordura subcutânea costolombar de suíno.

**Tabela 16** - Valores de F e respectivos níveis de significância (P) das variáveis sensoriais avaliadas na gordura subcutânea costolombar de suínos em função da genética (Granjas A, B, C e D) e gênero (FM, CF, IC e IT).

| Variáveis                                   | Genética |                 | Gênero |                 |
|---------------------------------------------|----------|-----------------|--------|-----------------|
|                                             | F        | P               | F      | P               |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 39,18    | <b>&lt;0,01</b> | 14,74  | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 17,31    | <b>&lt;0,01</b> | 6,39   | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 24,95    | <b>&lt;0,01</b> | 14,69  | <b>&lt;0,01</b> |

As Tabelas 17 e 18 apresentam respectivamente as médias das variáveis sensoriais em função do efeito da genética e do gênero, ao avaliar-se a gordura subcutânea costolombar suína, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey. De maneira geral verificou-se diferenças entre genética e gênero, que estão em consonância com D'Souza e Mullan (2003), que estudaram genótipos comparando além do desempenho de crescimento e de carcaça, as características de qualidade (química e sensorial) da carne suína proveniente de suínos castrados fisicamente (CF), imunocastrados (IC) e inteiros (IT).

**Tabela 17** - Valores médios dos atributos sensoriais da gordura subcutânea costolombar suína, considerando os efeitos genética (Granjas A, B, C e D) pelo teste de Tukey

| Variáveis <sup>(3)</sup>                    | Genética <sup>(1, 2)</sup> |                        |                         |                        |     |
|---------------------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----|
|                                             | A                          | B                      | C                       | D                      | DMS |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 1,3 ± 1,1 <sup>c</sup>     | 2,1 ± 1,2 <sup>b</sup> | 2,1 ± 1,9 <sup>b</sup>  | 3,6 ± 2,4 <sup>a</sup> | 0,8 |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 0,4 ± 0,9 <sup>c</sup>     | 0,8 ± 1,1 <sup>b</sup> | 0,4 ± 0,8 <sup>bc</sup> | 1,8 ± 2,2 <sup>a</sup> | 0,4 |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 7,1 ± 1,2 <sup>d</sup>     | 6,6 ± 1,3 <sup>c</sup> | 6,2 ± 1,8 <sup>b</sup>  | 5,3 ± 2,0 <sup>a</sup> | 0,5 |

(1) Média ± Desvio Padrão.

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a  $P \leq 0,05$ .

(3) 0=nenhum odor; 10=muito odor. DMS – diferença mínima significativa entre genética.

A análise da Tabela 17 revela que as amostras de gordura obtidas de suínos da genética C não diferiram ( $P > 0,05$ ) da genética B, quanto aos odores sexuais, apesar dos mesmos diferirem quanto a origem, manejo, alimentação, e gênero. De fato, as

baixas intensidades de odores sexuais nas amostras de gordura de suínos inteiros obtidas da Granja C foram esclarecidas pela informação de que estes eram jovens (210 dias de idade). Os odores foram percebidos de forma mais intensa nas amostras de suínos da genética D (animais mais velhos, 3 anos de idade) que diferiram ( $P \leq 0,05$ ) de suínos das demais genéticas.

Considerando ainda o efeito da genética (Tabela 17) as amostras de gordura obtida de suínos de todas as genéticas diferiram ( $P \leq 0,05$ ) quanto ao odor característico da gordura, sendo que os suínos da genética A apresentaram gordura com odor mais característico ( $P \leq 0,05$ ) enquanto as amostras da genética D apresentaram odor menos característico de gordura suína subcutânea costolombar ( $P \leq 0,05$ ).

**Tabela 18** - Valores médios dos atributos sensoriais da gordura subcutânea costolombar suína, considerando o efeito gênero (FM, CF, IC e IT), através da comparação entre médias pelo teste de Tukey das genéticas A, B, C e D.

| Variáveis <sup>(3)</sup>                    | Gênero <sup>(1, 2)</sup> |                         |                        |                        | DMS |
|---------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----|
|                                             | FM                       | CF                      | IC                     | IT                     |     |
| <b>Odor de androstenona</b>                 | 1,6 ± 1,3 <sup>c</sup>   | 1,7 ± 1,1 <sup>bc</sup> | 2,0 ± 1,4 <sup>b</sup> | 2,8 ± 2,2 <sup>a</sup> | 0,3 |
| <b>Odor de escatol</b>                      | 0,5 ± 0,9 <sup>b</sup>   | 0,5 ± 0,8 <sup>b</sup>  | 0,8 ± 1,4 <sup>a</sup> | 1,0 ± 1,7 <sup>a</sup> | 0,3 |
| <b>Odor característico de gordura suína</b> | 6,9 ± 1,3 <sup>b</sup>   | 7,0 ± 1,2 <sup>b</sup>  | 6,7 ± 1,3 <sup>b</sup> | 5,8 ± 1,9 <sup>c</sup> | 0,9 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a  $P \leq 0,05$ .

(3) 0=nenhum odor; 10=muita odor DMS - diferença mínima significativa entre gênero.

Os resultados estatísticos da Tabela 18 revelam que os suínos IC, independente da genética, manejo e suplementação, apresentaram odores intermediários entre FM, CF, e IT. Contudo este gênero não diferiu ( $P > 0,05$ ) de CF e FM quanto ao odor característico de gordura, enquanto IT diferiu ( $P \leq 0,05$ ) dos demais gêneros, sendo avaliado como menos característico.

Em relação ao gênero IT (linhagens e manejos das Granjas C e D), os gêneros FM, CF e IC (Granjas A e B) apresentaram significativa redução de odor sexual (entre 20 e 50%) favorecendo assim a melhor qualidade da gordura, incremento entre 16 e 21%, quanto ao seu odor característico.

Os resultados do presente estudo estão em concordância com Lunde et al. (2010) que trabalharam com detecção de androstenona na forma de cristais dissolvidos em água para reclassificar 38 julgadores já treinados na Europa, selecionando então 28 que detectavam diferenças em amostras de carne com 3,0 µg/g de androstenona, e reportaram sobre a dificuldade de se obter julgadores sensíveis a essa substância, apesar de serem treinados.

Neste estudo verificou-se que apesar de diversos treinamentos, as baixas concentrações de escatol influenciaram a percepção de androstenona, evidenciando um efeito sinérgico entre os compostos, concordando assim com os trabalhos desenvolvidos Annor-Frempong et al. (1997) e Lundstrom e Zamaratskaia (2006).

#### **5.4. Determinação dos teores de androstenona e de escatol na gordura subcutânea costolombar de suínos das genéticas A, B e D**

Os resultados dos teores de androstenona e de escatol determinados (item 4.2.2) em amostras de gordura subcutânea costolombar variando-se a genética, gênero e suplementação com RAC são apresentados nas Tabelas 19 a 22.

Amostras contendo concentrações abaixo do limite de quantificação da metodologia empregada inviabilizaram a análise de variância dos resultados.

A Tabela 19 apresenta os teores de androstenona e de escatol em amostras de gordura subcutânea costolombar suína obtida das genéticas A, B e D.

Os valores obtidos na quantificação de escatol de acordo com a metodologia 4.2.2 variaram de 0,0330 a 0,9722 µg/g, valores esses que corroboram com os encontrados na literatura científica para suínos castrados fisicamente ou imunocastrados (0,046, 0,084, 0,04, 0,078 µg/g, reportados por Porter et al., 1989, Garcia-Regueiro e Diaz, 1989, Dehnhard et al., 1983 e Hansen-Moller, 1994 apud

Hansen-Moller, 1994, respectivamente) e inteiros (0,201 µg/g., Gibs et al., 1991 apud Hansen-Moller, 1994).

**Tabela 19** - Teores de androstenona e de escatol em amostras de gordura subcutânea costolombar suína obtidas das genéticas A, B e D

| Variáveis (µg/g)                           | Genética <sup>(1)</sup> |             |             |
|--------------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
|                                            | A                       | B           | D           |
| <b>Teor de androstenona</b> <sup>(2)</sup> | -                       | 0,16 ± 0,15 | 1,06 ± 0,24 |
| <b>Teor de escatol</b> <sup>(3)</sup>      | 0,06 ± 0,05             | 0,08 ± 0,02 | 0,77 ± 0,56 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Limite de quantificação de androstenona: 0,18 µg/g

(3) Limite de quantificação de escatol: 0,0376 µg/g para genética A e 0,06 µg/g para genéticas B e D

Recentemente Augusto et al. (2011) (Anexo 2) estudaram metodologia de detecção conjunta de androstenona e de escatol, utilizando técnica sofisticada e onerosa, porem rápida e com simplificação da etapa de preparo. Utilizaram extração de compostos por SPME, e detecção por método combinado de cromatografia bidimensional e detecção rápida por espectrometria de massas quadripolar (CGXCG-qMS).

As mesmas amostras IT do presente estudo avaliadas quanto ao teor de escatol através da metodologia 4.2.1, foram avaliadas por essa metodologia (Augusto et al., 2011)e apresentaram valores próximos, corroborando com os resultados conforme apresentado na Tabela 20.

A Tabela 20 apresenta os teores de escatol avaliados em 3 amostras, através de 3 métodos de detecção, dois utilizados no presente estudo e um deles com a metodologia desenvolvida por Augusto et al. (2011).

**Tabela 20** - Teores de escatol avaliados em três amostras obtidos por três métodos de detecção

| Médias dos teores de escatol (µg/g)         |        |         |         |         |
|---------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
|                                             | LQ     | IT (43) | IT (79) | IT (62) |
| Metodologia 4.2.1 (CG)                      | 0,0376 | -       | <0,038  | 0,972   |
| Metodologia 4.2.2 (HPLC)                    | 0,06   | 0,107   | 0,127   | 1,418   |
| Metodologia Augusto et al. 2011 (CGxCG-qMS) | 0,072  | <0,387  | <0,072  | 0,994   |

LQ=Limite de quantificação. IT = suíno macho inteiro CG=cromatografia gasosa HPLC=cromatografia líquida de alta eficiência qMS=espectrômetro de massas quadripolar.

Os limites de quantificação obtidos da metodologia 4.2.2 foram de 0,18 µg/g para o teor de androstenona e de 0,06 µg/g para escatol, sendo esta a metodologia mais tradicionalmente utilizada, com pequenas modificações. Observou-se alguma variação entre os resultados apresentados na Tabela 20.

A Tabela 21 apresenta os teores de escatol da gordura subcutânea costolombar suína, da genética A, B e D considerando o gênero.

Os teores de androstenona avaliados em três amostras de cada gênero e de cada genética, através da metodologia 4.2.2, apresentaram concentrações entre 0,07 e 1,33 µg/g e os de escatol concentrações entre 0,05 e 1,45 µg/g. Observou-se que algumas concentrações para escatol foram abaixo do limite de quantificação, sendo utilizados estes limites para o cálculo das médias.

**Tabela 21** - Teores de escatol da gordura subcutânea costolombar suína, das genéticas A, B e D, considerando o gênero.

| Variáveis (µg/g)                           | Gênero <sup>(1)</sup> |             |             |             |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                            | FM                    | CF          | IC          | IT          |
| <b>Teor de androstenona</b> <sup>(2)</sup> | 0,10 ± 0,03           | 0,22 ± 0,23 | 0,13 ± 0,06 | 1,06 ± 0,24 |
| <b>Teor de escatol</b> <sup>(3)</sup>      | 0,07 ± 0,04           | 0,09 ± 0,03 | 0,08 ± 0,02 | 0,77 ± 0,56 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Limite de quantificação de androstenona: 0,18 µg/g

(3) Limite de quantificação de escatol: 0,0376 µg/g para genética A e 0,06 µg/g para genéticas B e D

Em estudo prospectivo da cadeia de suínos americana, Prusa et al. (2011) avaliaram odor sexual de 600 amostras FM, CF e IT de diversas regiões dos USA, e também utilizaram metodologia adaptada de Hansen-Moller (1994). Obtiveram limites de quantificação de 0,200 µg/g para androstenona e de 0,0187 µg/g para escatol. As faixas de concentração obtidas para amostras de gordura suína foram de < 0,200 a 15,000 µg/g para androstenona e <0,0187 a 0,976 µg/g para escatol. Pode-se verificar uma qualidade superior das amostras do presente estudo em relação à faixa de variação de compostos de odor sexual obtida por Prusa et al. (2011).

Em consonância com estes autores as maiores concentrações de compostos de odor sexual foram verificadas em suínos inteiros (Tabela 21), porém as intensidades máximas no presente estudo foram bem inferiores.

Observa-se que os teores de androstenona para CF, FM e IC, estão bem abaixo de 0,50 µg/g citados como *threshold* para a Comunidade Européia (PRUNIER; BONNEAU, 2006), assim como os de escatol, com *threshold* citado de 0,22 µg/g.

No presente estudo, embora IT tenham sido criados em granjas diferentes de IC, verificou-se redução dos níveis de androstenona em 8 vezes e redução dos níveis de escatol em 10 vezes. Na comparação de IC com os animais CF da mesma granja, a redução foi de 2 vezes para androstenona e 1 vez para escatol.

Einarsson (2006) verificou em experimento realizado com aplicações da vacina (Improvac ®) em 2 doses, que houve redução de níveis de androstenona em 8 vezes e de escatol em 2 vezes, quando comparados com suínos que receberam placebo (inteiros).

Os resultados obtidos no presente estudo concordam com de Font i Furnols et al. (2008). Estes autores reportaram que a carne FM, CF e IC foram avaliadas com odores desagradáveis menos intensos, sendo mais aceitas por consumidores que a de IT.

A Tabela 22 apresenta os teores de escatol da gordura subcutânea costolombar suína, da genética A, B e D considerando a suplementação com ractopamina (RAC).

**Tabela 22** - Teores de escatol e androstenona da gordura subcutânea costolombar suína, das genéticas A, B e D considerando a suplementação com ractopamina (RAC) ou tradicional (TRD)

| Variáveis (µg/g)                           | Suplementação <sup>(1)</sup> |             |
|--------------------------------------------|------------------------------|-------------|
|                                            | RAC                          | TRAD        |
| <b>Teor de androstenona</b> <sup>(2)</sup> | 0,18 ± 0,20                  | 0,31 ± 0,39 |
| <b>Teor de escatol</b> <sup>(3)</sup>      | 0,07 ± 0,03                  | 0,19 ± 0,33 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Limite de quantificação de androstenona: 0,18 µg/g

(3) Limite de quantificação de escatol: 0,0376 µg/g para genética A e 0,06 µg/g para genéticas B e D

Neste estudo os dados obtidos para o teor de escatol corroboram com aqueles citados por Annor-Frempong et al. (1997); Oliveira, Silveira e Viana (1997), Bonneau et al. (2000), Prunier et al. (2006), cuja quantidade detectada inferior à 0,25 µg/g é considerada baixa para a percepção humana.

Jaros et al. (2005) citam que o acúmulo de escatol é especificamente favorecido em machos inteiros por esteróides do testículo, pela influência do movimento da mucosa intestinal, pelo suprimento de substrato para o processo microbiológico ou pela inibição do metabolismo do fígado pelo escatol. Contudo, o acúmulo de escatol pode ser facilmente inibido pela composição da alimentação e também pela influência das condições de alojamento. Estes estudos esclarecem os resultados apresentados na Tabela 22, porém sensorialmente esta redução não foi percebida, conforme se mencionou anteriormente (Tabela 9).

Os teores de androstenona e escatol, avaliados para genéticas A, B e D, apresentaram diferenças de 78 a 91% quando analisados quimicamente. A avaliação química revelou 35% de diferença de androstenona e 43% de escatol quando da adição de ractopamina à dieta.

### 5.5. Avaliação dos efeitos de gênero e suplementação sobre variáveis físicas, químicas, e sensoriais da carne suína (*Longissimus dorsi*) nas genéticas B e D

Amostras de carne (*Longissimus dorsi*) suína sem camada de gordura das genéticas B e D foram avaliadas quanto às variáveis **físicas**: textura, cor, pH; **químicas**: composição centesimal, composição em ácidos graxos, teor de tiamina; e **sensoriais**: avaliação quantitativa descritiva. As triplicatas de IC foram as que apresentaram maiores intensidades de odores de androstenona e de escatol, detectados na avaliação sensorial da gordura suína costolombar.

A Tabela 23 apresenta os resultados estatísticos dos efeitos gênero (FM, CF, IC e IT) e suplementação ou não com ractopamina (RAC, TRAD) sobre as variáveis físicas de textura, cor, pH; físico-químicas de composição centesimal e sensoriais de odor de androstenona na carne, odor de escatol na carne, odor característico da carne suína, sabor da carne suína, maciez, suculência e qualidade global.

O efeito gênero afetou grande parte das variáveis físicas, químicas e sensoriais, enquanto o efeito suplementação afetou as variáveis físicas e sensoriais da carne (*Longissimus dorsi*) suína.

Silveira et al. (2006) não encontraram diferença significativa quanto à força de cisalhamento, assim como no presente trabalho, embora o preparo e corte da amostra para realizar a medida tenham sido diferentes.

**Tabela 23** - Valores de F e respectivos níveis de significância (P) associados à análise de variância dos efeitos do gênero (FM, CF, IC e IT) e do tipo de alimentação (TRAD e RAC) sobre as variáveis físicas, químicas e sensoriais da carne (*Longissimus dorsi*) suína.

| Variáveis                        | Gênero |                 | Suplementação |                 |
|----------------------------------|--------|-----------------|---------------|-----------------|
|                                  | F      | P               | F             | P               |
| <b>Força de Cisalhamento</b>     | 0,69   | 0,56            | 21,82         | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>L*</b>                        | 8,92   | <b>&lt;0,01</b> | 1,47          | 0,23            |
| <b>a*</b>                        | 6,69   | <b>&lt;0,01</b> | 4,29          | <b>0,04</b>     |
| <b>b*</b>                        | 6,52   | <b>&lt;0,01</b> | 8,84          | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>pH</b>                        | 13,99  | <b>&lt;0,01</b> | 0,12          | 0,73            |
| <b>Lipídios</b>                  | 6,67   | <b>&lt;0,01</b> | 0,71          | 0,40            |
| <b>Proteínas</b>                 | 1,43   | 0,24            | 2,09          | 0,15            |
| <b>Umidade</b>                   | 5,18   | <b>&lt;0,01</b> | 0,06          | 0,80            |
| <b>Cinzas</b>                    | 0,90   | 0,45            | 0,07          | 0,79            |
| <b>Odor Androstenona Carne</b>   | 93,92  | <b>&lt;0,01</b> | 37,22         | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Odor Escatol Carne</b>        | 6,37   | <b>&lt;0,01</b> | 5,08          | <b>0,03</b>     |
| <b>Odor Característico Carne</b> | 23,88  | <b>&lt;0,01</b> | 11,00         | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Sabor Carne</b>               | 37,51  | <b>&lt;0,01</b> | 24,88         | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Maciez</b>                    | 14,85  | <b>&lt;0,01</b> | 2,89          | 0,09            |
| <b>Suculência</b>                | 5,88   | <b>&lt;0,01</b> | 2,35          | 0,13            |
| <b>Qualidade Global</b>          | 35,60  | <b>&lt;0,01</b> | 23,68         | <b>&lt;0,01</b> |

A Tabela 24 apresenta as médias das variáveis físicas, químicas e sensoriais em função do gênero, ao avaliar-se a carne (*Longissimus dorsi*) suína, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey.

Observa-se que pelo fato de IT serem suínos mais velhos e mais pesados (57 a 65 kg meia carcaça), a cor L\*, a\* e b\* desse gênero apresentou-se rósea mais avermelhada ao invés de ligeiro róseo, desejável nesse tipo de carne, apresentado pelos demais gêneros (39 - 57 kg meia carcaça). IC apresentou coloração mais clara, estando em concordância com Silveira et al. (2006).

**Tabela 24** - Efeito do gênero sobre as variáveis físicas (Luminosidade, L\*; teor de vermelho, a\*; amarelo, b\*), físico-químicas (pH, lipídeos e umidade) e sensoriais (odores de androstenona, escatol e característico da carne bem como sabor, maciez, suculência e qualidade global) do lombo (*Longissimus dorsi*) suíno, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey

| Variáveis                                       | Gênero <sup>(1,2)</sup>    |                           |                            |                           |      |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|------|
|                                                 | FM                         | CF                        | IC                         | IT                        | DMS  |
| <b>L*</b>                                       | 46,81 ± 2,67 <sup>ab</sup> | 49,39 ± 3,60 <sup>a</sup> | 49,13 ± 2,69 <sup>a</sup>  | 43,78 ± 2,92 <sup>b</sup> | 3,0  |
| <b>a*</b>                                       | 3,39 ± 1,17 <sup>b</sup>   | 3,70 ± 0,99 <sup>a</sup>  | 2,83 ± 0,95 <sup>b</sup>   | 4,54 ± 0,60 <sup>a</sup>  | 0,9  |
| <b>b*</b>                                       | 6,56 ± 1,32 <sup>a</sup>   | 7,86 ± 1,41 <sup>a</sup>  | 7,38 ± 1,13 <sup>abc</sup> | 5,91 ± 1,46 <sup>b</sup>  | 1,3  |
| <b>pH</b>                                       | 5,60 ± 0,21 <sup>b</sup>   | 5,48 ± 0,11 <sup>bc</sup> | 5,45 ± 0,13 <sup>c</sup>   | 5,81 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 0,15 |
| <b>Lipídios (mg/100g)</b>                       | 2,41 ± 1,17 <sup>bc</sup>  | 3,75 ± 1,25 <sup>a</sup>  | 3,40 ± 1,28 <sup>ac</sup>  | 2,06 ± 0,51 <sup>b</sup>  | 1,34 |
| <b>Umidade (mg/100g)</b>                        | 73,58 ± 1,35 <sup>a</sup>  | 71,86 ± 1,60 <sup>b</sup> | 72,79 ± 1,48 <sup>ab</sup> | 73,43 ± 0,34 <sup>a</sup> | 1,57 |
| <b>Odor Androstenona Carne <sup>(3)</sup></b>   | 2,1 ± 0,9 <sup>b</sup>     | 2,2 ± 0,6 <sup>b</sup>    | 2,1 ± 0,6 <sup>b</sup>     | 5,6 ± 0,9 <sup>a</sup>    | 3,4  |
| <b>Odor Escatol Carne <sup>(3)</sup></b>        | 0,4 ± 0,7 <sup>b</sup>     | 0,7 ± 1,0 <sup>b</sup>    | 0,3 ± 0,3 <sup>b</sup>     | 1,6 ± 1,2 <sup>a</sup>    | 0,9  |
| <b>Odor Característico Carne <sup>(3)</sup></b> | 5,7 ± 0,6 <sup>a</sup>     | 5,3 ± 1,1 <sup>a</sup>    | 5,7 ± 0,6 <sup>a</sup>     | 3,3 ± 0,9 <sup>b</sup>    | 2,0  |
| <b>Sabor Carne <sup>(3)</sup></b>               | 7,8 ± 0,7 <sup>a</sup>     | 7,3 ± 1,1 <sup>a</sup>    | 7,8 ± 0,7 <sup>a</sup>     | 4,7 ± 1,2 <sup>b</sup>    | 2,5  |
| <b>Maciez <sup>(3)</sup></b>                    | 6,4 ± 0,4 <sup>a</sup>     | 5,9 ± 0,7 <sup>a</sup>    | 6,2 ± 0,7 <sup>a</sup>     | 4,8 ± 0,7 <sup>b</sup>    | 1,1  |
| <b>Suculência <sup>(3)</sup></b>                | 6,3 ± 0,4 <sup>a</sup>     | 5,9 ± 0,8 <sup>ab</sup>   | 6,2 ± 0,6 <sup>a</sup>     | 5,3 ± 0,5 <sup>b</sup>    | 0,9  |
| <b>Qualidade Global <sup>(3)</sup></b>          | 7,6 ± 0,5 <sup>a</sup>     | 7,0 ± 1,2 <sup>a</sup>    | 7,4 ± 0,7 <sup>a</sup>     | 4,6 ± 1,0 <sup>b</sup>    | 2,4  |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a P≤0,05

(3) 0=nenhum(a) odor/sabor/maciez/suculência/qualidade; 10=muito(a) odor/sabor/maciez/suculência/qualidade

DMS - diferença mínima significativa entre gênero.

O pH IT foi mais alto (P≤0,05) que os demais. O pH FM não foi diferente significativamente (P≤0,05) de CF, enquanto o pH IC foi o menor (P≤0,05), diferindo significativamente de CF, mas não de FM.

A classificação proposta por Warner, Kauffman e Greaser (1997) para carne suína normal considera pH final menor que 6,0 e valor de L\* entre 42 e 50. Assim a qualidade da carne proveniente dos diferentes gêneros atende os requisitos de carne normal. A faixa de pH obtida no presente estudo corresponde a reportada (5,5 e 5,8) por Judge et al. (2001).

Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com D'Souza e Mullan (2000), que pesquisando suínos imunocastrados, verificaram menor teor de lipídios ( $P \leq 0,05$ ) para IT, provavelmente devido à maior atividade desses animais, que implica em maior consumo de energia, quando comparados a CF e IC.

Em relação aos teores de lipídeos para lombo sem a camada de gordura externa encontrados no presente estudo, os resultados obtidos são concordantes com os reportados (3 g/100g) por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002). De acordo com as autoras, os gêneros FM, CF, IC e IT, podem ser considerados alimentos com baixo teor de gordura (FOOD ADVISORY COMMITTEE da Inglaterra, apud BRAGAGNOLO E RODRIGUEZ-AMAYA, 2002).

O menor teor de umidade ( $P \leq 0,05$ ) observado em CF e IC provavelmente se deve ao maior teor de gordura ( $P \leq 0,05$ ) verificado em média nesses suínos, possivelmente devido à maior idade ao abate ou ao maior peso (LAWRIE, 1998).

Não houve diferença significativa entre IC, CF e FM para os odores avaliados na carne. A intensidade média de odor de androstenona e de escatol foi considerada baixa (próxima a 2 na escala utilizada, Tabelas 18 e 24), embora o odor percebido em IT tenha afetado a qualidade da gordura/carne, e tenha sido de 1,06  $\mu\text{g/g}$  de androstenona e 0,77  $\mu\text{g/g}$  de escatol (Tabela 21).

De fato, os teores de androstenona e escatol detectados entre gêneros (Tabela 21) confirmam que a equipe detectou concentrações abaixo do *threshold* de 0,5  $\mu\text{g/g}$  para androstenona e 0,22  $\mu\text{g/g}$  para escatol (Bonneau et al., 2000), que não prejudicaram o odor característico da gordura e a qualidade global da carne suína (Tabelas 18 e 24), à exceção de IT.

O presente estudo está de acordo com Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) que estudando o teor de lipídios de carne suína na cidade de Campinas detectaram 3 g/100g em carne suína após a retirada da camada de gordura externa. Em concordância com estas autoras, os gêneros FM, CF, IC e IT, também avaliados sem camada de gordura, podem ser considerados alimentos com baixo teor de gordura, de

acordo com a classificação do FAC (FOOD ADVISORY COMMITTEE da Inglaterra, apud BRAGAGNOLO E RODRIGUEZ-AMAYA, 2002).

O menor teor de umidade ( $P \leq 0,05$ ) observado em CF e IC provavelmente se deve ao maior teor de gordura ( $P \leq 0,05$ ) verificado em média nesses suínos, possivelmente devido à maior idade ao abate ou ao maior peso (LAWRIE, 1998).

Não houve diferença significativa entre IC, CF e FM para os odores avaliados na carne. A intensidade média de odor de androstenona e de escatol foi considerada baixa (próxima a 2 na escala utilizada, Tabelas 18 e 24), embora o odor percebido em IT tenha afetado a qualidade da gordura/carne, e tenha sido de 1,06  $\mu\text{g/g}$  de androstenona e 0,77  $\mu\text{g/g}$  de escatol (Tabela 21).

De fato, os teores de androstenona e escatol detectados entre gêneros (Tabela 21) confirmam que a equipe detectou concentrações abaixo do *threshold* de 0,5  $\mu\text{g/g}$  para androstenona e 0,22  $\mu\text{g/g}$  para escatol (Bonneau et al., 2000), que não prejudicaram o odor característico da gordura e a qualidade global da carne suína (Tabelas 18 e 24), à exceção de IT.

As intensidades percebidas pela equipe e o teor de escatol detectado, estão de acordo com aqueles reportados Lunde et al. (2009 e 2010) que também detectaram concentrações de escatol menores que 0,10  $\mu\text{g/g}$ , e demonstraram variações quanto à sensibilidade de julgadores ao avaliarem amostra biológica, mesmo sem escatol, após treinamento com substâncias sintéticas. Estes autores optaram por trabalhar com carne de animal castrado com adição de androstenona para obter quantidades suficientes de amostras para quatro equipes ao invés de utilizar diversas amostras de um grupo definido de animais, tal como Dijksterhuis et al. (2000), que verificaram maior divergência nos resultados devido a pequenas variações nos níveis de escatol e androstenona, influenciando a avaliação dos julgadores, fato este também verificado no presente estudo.

No presente trabalho a equipe de julgadores detectou odor de androstenona em CF e até mesmo nas amostras de gordura e carne magra (*Longissimus dorsi*) de FM, porém tal fato é concordante com Prusa et al. (2011), que também se

surpreenderam. É considerado improvável o fato de fêmeas gerarem tais compostos de odor sexual (JEREMIAS; SQUIRES; SATHER, 1999 apud PRUSA et al., 2011).

Há poucas referências sobre este fato e alguns autores que reportaram a baixa incidência de odor sexual em toucinho e carne magra de CF e FM, atribuíram a suínos criptorquidas (machos) ou intersexuais (BACKSTROM; HENRICSON, 1971, BOOTH; POLGE, 1976 apud PRUSA et al., 2011).

Outra possibilidade, que não pode ser descartada, é a influência de outros compostos que poderiam ser percebidos, além da androstenona, que lembram suor e que poderiam interferir nesta avaliação. Meilgaard, Civille e Carr (2006) citam ácido 2-Metilpropanóico, descrito como odor que lembra suor, azedo, amargo; ácido 3-Metilbutanóico (ácido isovalérico) e ácido butírico, descritos como queijo, suor, todos presentes no ar das granjas de suínos, no cólon e no reto desses animais (JENSEN; HANSEN, 2006). Mais estudos precisam ser efetuados para esclarecer a origem dos odores, principalmente àqueles percebidos em castrados e fêmeas.

Segundo Andresen (2006), 5 $\alpha$ -androst-16-ene-3-ona (androstenona) e 3-metil-indol (escatol) são os principais contribuidores do odor sexual em suínos macho Inteiro. A contribuição relativa destas substâncias sobre o odor varia em diferentes estudos. Outras substâncias podem também contribuir, em menor grau, com odor e sabor residuais e foram identificados na gordura de macho Inteiro. Entre estes, indol e outros esteróides 16 $\alpha$ -androstena podem ser de algum significado. Em amostras de gordura de macho Inteiro, foi identificada a 4-fenil-3-buten-2-ona (SOLÉ; REGUEIRO, 2001) e a presença deste composto nas amostras com baixo teor de androstenona e escatol, poderia promover a percepção destas substâncias.

Neste estudo, possivelmente houve a percepção de alguma das substâncias citadas acima, em amostras de gordura e carne de CF, FM e até mesmo em IC, uma vez que os teores de androstenona e escatol detectados foram baixos.

Zamaratskaia et al. (2005) estudando a relação entre níveis de estrona, androstenona e escatol observaram que os aumentos simultâneos em escatol e estrona livre precederam ao aumento dos níveis de androstenona, sugerindo que a

estrona pode estar envolvida na regulação dos níveis de escatol e que o possível mecanismo desse envolvimento precisa ainda ser esclarecido.

A Tabela 25 apresenta as médias das variáveis físicas, químicas e sensoriais em função da suplementação com ractopamina (RAC) ou não (TRAD), ao avaliar-se a carne (*Longissimus dorsi*) suína, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey.

A ractopamina aumentou ( $P \leq 0,05$ ) a força de cisalhamento nas amostras de carne (*Longissimus dorsi*), embora sensorialmente a equipe treinada não tenha percebido ( $P > 0,05$ ) essa alteração na maciez da carne da carne (Tabela 20). Estes resultados concordam com Formighieri et al. (2011) que reportaram os mesmos efeitos de RAC sobre a força de cisalhamento avaliando suínos da genética A, 48 h após o abate. Fundamentado nos teores de vermelho e amarelo ( $a^*$  e  $b^*$ ,  $P \leq 0,05$ ), a ractopamina resultou uma coloração ligeiramente mais clara.

Quanto às características sensoriais ocorreu uma redução ( $P \leq 0,05$ ) nos odores de androstenona e escatol (compostos sexuais) favorecendo assim o odor característico de carne suína e a qualidade global ( $P \leq 0,05$ ). Portanto a dieta acrescida com ractopamina evidenciou efeitos positivos ( $P \leq 0,05$ ) em relação à dieta tradicional.

Estudos utilizando carne suína obtida de animais alimentados com suplementação de ractopamina para a produção de salame e copa (CERVO et al., 2011 e LUCAS et al., 2011, respectivamente), obtiveram resultados positivos na aceitação por consumidores, permitindo concluir que os produtos não foram afetados pelo efeito dessa alimentação.

**Tabela 25** - Efeito da suplementação com ractopamina (RAC) ou não (TRAD) sobre as variáveis físicas (força de cisalhamento, teor de vermelho, a\*, amarelo, b\*) e sensoriais (odores de androstenona, escatol e característico da carne bem como sabor e qualidade global) do lombo, (*Longissimus dorsi*) suíno, através da comparação entre médias pelo teste de Tukey

| Variáveis <sup>(2)</sup>                        | Suplementação <sup>(1)</sup> |                          |     |
|-------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----|
|                                                 | RAC                          | TRAD                     | DMS |
| <b>Força de cisalhamento (N)</b>                | 49,9 ± 6,0 <sup>a</sup>      | 40,6 ± 8,8 <sup>b</sup>  | 4,0 |
| <b>a*</b>                                       | 3,19 ± 0,77 <sup>b</sup>     | 3,70 ± 1,28 <sup>a</sup> | 0,5 |
| <b>b*</b>                                       | 6,54 ± 1,16 <sup>b</sup>     | 7,47 ± 1,54 <sup>a</sup> | 0,6 |
| <b>Odor Androstenona Carne <sup>(3)</sup></b>   | 2,1 ± 0,7 <sup>b</sup>       | 3,0 ± 1,7 <sup>a</sup>   | 0,3 |
| <b>Odor Escatol Carne <sup>(3)</sup></b>        | 0,4 ± 0,5 <sup>b</sup>       | 0,9 ± 1,1 <sup>a</sup>   | 0,4 |
| <b>Odor Característico Carne <sup>(3)</sup></b> | 5,6 ± 0,6 <sup>a</sup>       | 4,9 ± 1,4 <sup>b</sup>   | 0,4 |
| <b>Sabor Carne <sup>(3)</sup></b>               | 7,8 ± 0,7 <sup>a</sup>       | 6,8 ± 1,6 <sup>b</sup>   | 0,4 |
| <b>Qualidade Global <sup>(3)</sup></b>          | 7,5 ± 0,7 <sup>a</sup>       | 6,6 ± 1,5 <sup>b</sup>   | 0,4 |

(1) Média ± Desvio Padrão

(2) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a P≤0,05.

(3) 0=nenhum(a) odor/sabor/maciez/suculência/qualidade; 10=muito(a) odor/sabor/maciez/suculência/qualidade

DMS – diferença mínima significativa entre gênero.

## 5.6. Determinação da composição em ácidos graxos do lombo suíno (*Longissimus dorsi*) suínos das genéticas B e D

A composição em ácidos graxos no lombo suíno (*Longissimus dorsi*) sem camada de gordura foi avaliada para os diferentes gêneros. Amostras contendo concentrações abaixo do limite de quantificação inviabilizaram a análise de variância dos resultados.

A Tabela 26 ilustra a composição dos ácidos graxos presentes no lombo suíno (*Longissimus dorsi*), em relação ao gênero.

Observou-se menor teor de lipídios na carne IT que pode ser considerado como favorável do ponto de vista dietético, e o maior teor de ácidos graxos insaturados em

CF, que também é favorável do ponto de vista dietético, porém esta gordura é menos resistente à oxidação (BONNEAU E SQUIRES, 2001). Com base no baixo teor de lipídeos (Tabela 24) pode-se dizer que a carne proveniente dos diferentes gêneros apresentou características de carne saudável.

A razão de ácidos graxos poliinsaturados/saturados entre 0,09 e 0,35 obtida no presente estudo concorda parcialmente com os encontrados por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002), que detectaram teores acima ou ligeiramente menor do valor mínimo recomendado de 0,45, segundo o BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH, citado por estas autoras, para a dieta total. Observa-se que IC (0,25) e IT (0,35) são os gêneros que mais se aproximam da proporção recomendada. Somente IT apresentou na composição ácidos graxos TRANS, sendo de 2,70 mg/g em média e ômega 3, 10,40 mg/g (valores não tabelados).

A razão n-6/n-3 detectada por aquelas autoras variou de 12 a 25, enquanto no presente estudo variou de 0 a 31,6. Esses resultados não atendem o máximo recomendado de 4 para a dieta total (BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA, 2002), implicando a necessidade de compensar esta deficiência em n-3 com outros componentes da dieta. No presente estudo o valor mais elevado foi detectado em IT, que não está disponível para consumo, de acordo com nossa legislação.

Os ácidos graxos de suínos da raça Celta alimentados com castanha apresentaram diferentes perfis em relação à localização da gordura, mas não foram verificadas grandes diferenças em relação a outras raças e cruzamentos de suínos (FRANCO, et al., 2006).

No presente estudo ocorreu grande variação de compostos entre os gêneros. FM apresentou algum teor de ácido láurico (12:0), IC apresentou maior teor de ômega 6 (ácido linoléico, 18:2n-6) e CF maior teor de ômega 9 (ácido oleico, 18:1n-9) enquanto o IT apresentou maior diversidade de ácidos graxos.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) apresenta a composição de ácidos graxos de bisteca e lombo cru, sem camada de gordura externa (Tabela 27).



**Tabela 26** - Teor de ácidos graxos do lombo suíno (*Longissimus dorsi*), das genéticas A, B e D considerando o gênero

| Ácido Graxo<br>mg/100g       | Gênero <sup>(1)</sup> |                  |                  |                 |
|------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|-----------------|
|                              | FM                    | CF               | IC               | IT              |
| <b>12:0</b>                  | 3,84 ± 7,99           | 0,00             | 0,00             | 0,00            |
| <b>14:0</b>                  | 30,94 ± 23,18         | 50,52 ± 26,96    | 47,27 ± 15,87    | 21,36 ± 3,09    |
| <b>15:0</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 0,60 ± 0,90     |
| <b>16:0</b>                  | 630,43 ± 319,96       | 963,34 ± 331,74  | 828,66 ± 305,69  | 432,75 ± 87,74  |
| <b>16:1</b>                  | 60,27 ± 32,83         | 107,59 ± 36,66   | 84,18 ± 31,46    | 41,32 ± 6,79    |
| <b>17:0</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 2,73 ± 6,3 6     | 10,47 ± 4,61    |
| <b>17:1</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 8,33 ± 2,65     |
| <b>18:0</b>                  | 338,20 ± 187,68       | 501,53 ± 164,71  | 442,35 ± 180,85  | 222,89 ± 55,96  |
| <b>18:1n-9T</b>              | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 2,70 ± 2,70     |
| <b>18:1n-9</b>               | 1118,89 ± 560,52      | 1673,25 ± 595,91 | 1484,63 ± 556,04 | 859,23 ± 184,38 |
| <b>18:2n-6</b>               | 210,84 ± 80,60        | 270,25 ± 74,80   | 346,58 ± 132,48  | 311,26 ± 95,01  |
| <b>18:3</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 9,72 ± 3,75     |
| <b>20:0</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 5,22 ± 5,45     |
| <b>20:2</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 12,64 ± 4,79    |
| <b>20:3</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,00             | 0,80 ± 1,21     |
| <b>20:4</b>                  | 0,00                  | 0,00             | 0,01             | 3,92 ± 1,30     |
| <b>Saturado</b>              | 1003,53 ± 531,64      | 1515,38 ± 518,49 | 1358,9 ± 477,09  | 691,45 ± 150,51 |
| <b>Monoinsaturado</b>        | 1189,94 ± 605,82      | 1800,96 ± 624,95 | 1431,26 ± 778,58 | 922,35 ± 194,00 |
| <b>Poliinsaturado</b>        | 140,97 ± 79,40        | 130,11 ± 127,52  | 346,34 ± 132,28  | 244,34 ± 133,39 |
| <b>% Sat</b>                 | 40,9                  | 42,2             | 42,4             | 35,5            |
| <b>% Monoin</b>              | 49,1                  | 49,9             | 42,3             | 47,4            |
| <b>% Poliin</b>              | 9,7                   | 8,0              | 10,7             | 17,0            |
| <b>Poliin/sat</b>            | <b>0,14</b>           | <b>0,09</b>      | <b>0,25</b>      | <b>0,35</b>     |
| <b>n-6/n-3<sup>(*)</sup></b> | -                     | -                | -                | 31,6            |

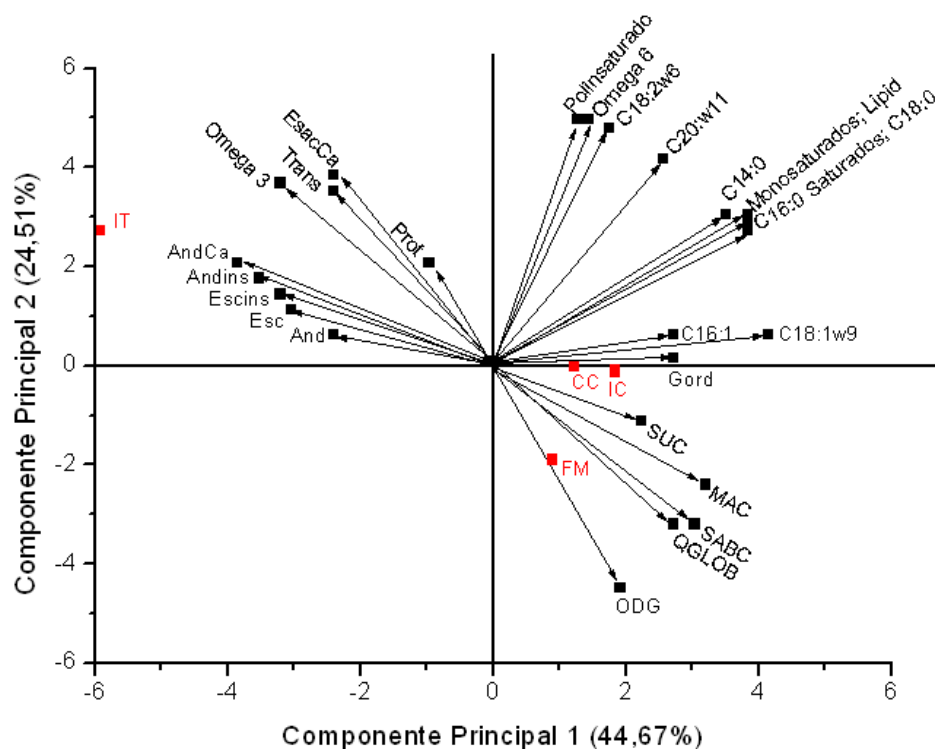
(1) Média ± Desvio Padrão (\*) n-3 não detectado no limite de quantificação. Sat=Saturado; Monoin= Monoinsaturado Poliin= Poliinsaturado

Observou-se que os todos os gêneros do presente estudo possuíam menor concentração de ácidos graxos em relação àqueles apresentados na Tabela 27, e foram próximos àqueles apresentados por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002).

**Tabela 27** - Composição em ácidos graxos de carne suína: bisteca e lombo (crus) citada na Tabela Taco (TACO, 2011).

| <b>Ácidos graxos<br/>(g/100g)</b> | <b>Bisteca<br/>crua</b> | <b>Lombo<br/>cru</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|
| <b>12:0</b>                       | 0,01                    | 0,01                 |
| <b>14:0</b>                       | 0,13                    | 0,12                 |
| <b>16:0</b>                       | 2,17                    | 2,08                 |
| <b>18:0</b>                       | 1,12                    | 1,00                 |
| <b>20:0</b>                       | 0,02                    | 0,02                 |
| <b>16:1</b>                       | 0,21                    | 0,22                 |
| <b>18:1</b>                       | 3,37                    | 3,39                 |
| <b>20:1</b>                       | 0,06                    | 0,06                 |
| <b>18:2 n-6</b>                   | 1,12                    | 0,88                 |
| <b>18:3 n-3</b>                   | 0,05                    | 0,04                 |
| <b>20:4</b>                       | <b>0,05</b>             | <b>0,05</b>          |
| <b>Saturados</b>                  | 3,50                    | 3,30                 |
| <b>Monoinsaturados</b>            | 3,90                    | 3,70                 |
| <b>Poliinsaturados</b>            | 1,20                    | 1,00                 |

A Figura 5 ilustra a Análise dos Componentes Principais, com 69,18% de explicação para os componentes principais 1 e 2, revelando que os gêneros FM, CF e IC se caracterizaram por maiores intensidades de sabor, maciez, suculência, odor característico de carne suína (ODG), qualidade global da carne (QGlob), odor característico de gordura (Gord), composição em ácidos graxos, ácidos graxos monoinsaturados e saturados. Enquanto IT se caracterizou pela composição em proteína, presença dos ácidos graxos trans, ômega 3, teor de androstenona, teor de escatol, odor de androstenona e de escatol na gordura e odor de androstenona e de escatol na carne.



IT=suíno macho inteiro; CC=suíno macho castrado fisicamente; IC=suíno macho imunocastrado; FM=suíno fêmea

Polinsatur=ác. graxos poliinsaturados; Lipid= teor de lipídios na carne; Gord=odor de gordura suína; MAC= maciez de carne; Sabc=sabor carcerístico de carne; QGLOB=qualidade global da carne; ODG=odor característico de carne; Ans= odor de androstenona na gordura; Esc=odor de escatol na gordura; Escins= teor de escatol; Andins=teor de androstenona; AndCa=odor de androstenona na carne; Trans=ácidos graxos trans; EsacCa=odor de escatol na carne; Prot= teor de proteína na carne.

**Figura 5 - Análise de componentes principais dos gêneros FM, CF, IC e IT**

### 5.7. Determinação de aminoácidos e tiamina presentes na carne suína

Schaefer et al. (2001) reportando sobre stress e qualidade de carne bovina, citaram que no período *ante mortem*, a suplementação de aminoácidos glicogênicos parece reduzir o catabolismo do tecido, manter o glicogênio muscular e prevenir a carne DFD. Além de tirosina, o triptofano moderou estresse em animais através da estimulação dos níveis de serotonina no cérebro. A redução da atividade serotoninérgica é associada a comportamento violento em seres humanos.

Em sua revisão Huang e Ho (2001) citaram que os precursores para a formação do sabor e aroma da carne obtidos através de sistemas modelo, compostos de D-glucose e L-cisteína tem sido usados para estudar os compostos nitrogenados e sulfúricos gerados pelo calor. A síntese do sabor e aroma da carne envolve o aquecimento de cisteína e alguns aminoácidos adicionais ou proteína hidrolisada, com pentose ou hexose.

Dentre os precursores (tiamina, alinina, inosina monofosfato, etc.), os aldeídos são os componentes voláteis em maior concentração identificados na carne cozida. Octanal, nonanal e 2-undecenal são produtos da oxidação de ácido oleico e hexanal, 2-nonenal, e 2,4-decadienal são os maiores produtos da oxidação de ácido linoléico. Aromas concentrados de carne suína, bovina e de frango cozidos e assados foram isolados e reportados como compostos alifáticos cíclicos e heterocíclicos, contendo enxofre. As notas de sabor da carne são obtidas principalmente de alguns compostos sulfurados como 2-metil-3-furantiol e bis-(2-metil-3-furil) disulfito que são gerados dos precursores da fração solúvel em água da carne magra, a inosina monofosfato. Os compostos intermediários da degradação da tiamina, 3-mercaptopentano-2,4-dione e 5-dimercaptopentano-2,4-dione são importantes precursores da geração de compostos de aroma e sabor da carne. Alquilquinoxalinas identificadas em carne suína podem ter formado pela degradação térmica de produtos de tiamina (HUANG; HO, 2001).

Meinert et al. (2009) estudaram o desenvolvimento do *flavour* em suínos e reportaram possível correlação com concentrações de determinados precursores do flavor da carne suína, tais como, monossacarídeos, inosinamonomofosfato (IMP), e produtos da degradação de ácidos graxos, lactato e tiamina. Esses autores verificaram diferenças em função de alimentação e maturação e concluíram que a pesquisa de precursores não explicou as pequenas diferenças sensoriais percebidas nas bistecas fritas. Reportaram a necessidade de mais estudos para entender se tiamina ou fosfolipídios são de alguma forma os geradores do *flavour* da carne.

A Tabela 28 apresenta a composição de aminoácidos da carne suína bem como o teor de tiamina.

Observa-se que IC apresentara maiores teores dos aminoácidos que os demais gêneros. Na soma dos aminoácidos, CF apresentaram menor teor ( $P \leq 0,05$ ) e IC apresentaram maiores teores, não diferindo ( $P > 0,05$ ) de IT. Possivelmente esses resultados possam explicar as diferenças de aceitação da carne suína proveniente de diferentes gêneros. Quanto ao teor de tiamina CF e IC não deferiram significativamente ( $P < 0,05$ ) entre si e apresentaram maiores teores de tiamina ( $P \leq 0,05$ ) que IT. Os teores determinados estão concordantes com aqueles citados na Tabela Taco (2011) que variaram entre 0,77 e 0,90 mg/100g, para bisteca e lombo, respectivamente.

**Tabela 28** - Composição em aminoácidos (g/100g) e tiamina (mg/100g) da carne (lombo) de suínos dos gêneros castrado (CF), imunocastrado (IC) e inteiro (IT).

| Aminoácido<br>(g/100g) <sup>(3)</sup> | Gênero <sup>(1,2)</sup>  |                                |                              | DMS  |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|------|
|                                       | CF                       | IC                             | IT                           |      |
| <b>Ác. Aspártico</b>                  | 2,27±0,10 <sup>a</sup>   | 2,41±0,01 <sup>a</sup>         | 2,39±0,06 <sup>a</sup>       | 0,14 |
| <b>Ác. Glutâmico</b>                  | 3,60±0,08 <sup>b</sup>   | <b>3,92±0,02<sup>a</sup></b>   | 3,87±0,09 <sup>a</sup>       | 0,15 |
| <b>Serina</b>                         | 0,85±0,01 <sup>b</sup>   | 0,92±0,01 <sup>a</sup>         | 0,93±0,01 <sup>a</sup>       | 0,02 |
| <b>Glicina</b>                        | 1,03±0,03 <sup>b</sup>   | 1,08±0,02 <sup>ab</sup>        | 1,27±0,15 <sup>a</sup>       | 0,19 |
| <b>Histidina</b>                      | 1,62±0,03 <sup>ab</sup>  | 1,42±0,13 <sup>b</sup>         | <b>1,75±0,08<sup>a</sup></b> | 0,19 |
| <b>Arginina</b>                       | 1,62±0,03 <sup>b</sup>   | <b>1,70±0,03<sup>a</sup></b>   | 1,69±0,06 <sup>ab</sup>      | 0,09 |
| <b>Treonina</b>                       | 1,03±0,01 <sup>c</sup>   | <b>1,13±0,04<sup>a</sup></b>   | 1,08±0,01 <sup>b</sup>       | 0,01 |
| <b>Alanina</b>                        | 1,35±0,01 <sup>c</sup>   | 1,42±0,02 <sup>b</sup>         | <b>1,49±0,01<sup>a</sup></b> | 0,32 |
| <b>Prolina</b>                        | 0,84±0,02 <sup>b</sup>   | 0,90±0,01 <sup>ab</sup>        | 0,98±0,09 <sup>a</sup>       | 0,11 |
| <b>Tirosina</b>                       | 0,91±0,10 <sup>a</sup>   | 0,94±0,03 <sup>a</sup>         | 0,89±0,01 <sup>a</sup>       | 0,13 |
| <b>Valina</b>                         | 1,25±0,02 <sup>a</sup>   | 1,28±0,03 <sup>a</sup>         | 1,28±0,07 <sup>a</sup>       | 0,10 |
| <b>Metionina</b>                      | 0,52±0,01 <sup>a</sup>   | 0,55±0,01 <sup>a</sup>         | 0,50±0,06 <sup>a</sup>       | 0,08 |
| <b>Cistina</b>                        | 0,74±0,03 <sup>a</sup>   | 0,72±0,01 <sup>a</sup>         | 0,72±0,01 <sup>a</sup>       | 0,04 |
| <b>Isoleucina</b>                     | 1,26±0,01 <sup>a</sup>   | 1,28±0,05 <sup>a</sup>         | 1,27±0,08 <sup>a</sup>       | 0,12 |
| <b>Leucina</b>                        | 2,10±0,08 <sup>a</sup>   | 2,15±0,04 <sup>a</sup>         | 2,08±0,09 <sup>a</sup>       | 0,16 |
| <b>Fenilalanina</b>                   | 1,21±0,31 <sup>a</sup>   | 1,08±0,02 <sup>a</sup>         | 1,01±0,03 <sup>a</sup>       | 0,38 |
| <b>Lisina</b>                         | 2,18±0,02 <sup>a</sup>   | 2,47±0,34 <sup>a</sup>         | 2,21±0,07 <sup>a</sup>       | 0,43 |
| <b>Triptofano</b>                     | 0,44±0,01 <sup>a</sup>   | 0,43±0,01 <sup>a</sup>         | 0,44±0,01 <sup>a</sup>       | 0,01 |
| <b>Soma AA</b>                        | 24,83±0,35 <sup>b</sup>  | <b>25,94±0,30<sup>a</sup></b>  | 25,86±0,18 <sup>a</sup>      | 0,62 |
| <b>Tiamina <sup>(4)</sup></b>         | 0,83 ± 0,01 <sup>a</sup> | <b>0,78 ± 0,02<sup>a</sup></b> | 0,65 ± 0,02 <sup>b</sup>     | 0,06 |

(1) Letras diferentes em uma mesma linha indicam que os tratamentos diferem entre si a  $P \leq 0,05$ .

(2) Média ± Desvio Padrão

(3) Duas amostras por tratamento em duplicata

DMS – diferença mínima significativa entre gênero.

(4) Uma amostra por tratamento em triplicata

### **5.8. Opiniões hábitos, atitudes e comportamento do consumidor de carne suína com relação ao conhecimento da tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal através de sessões de *Focus Group***

A técnica *Focus Group* é uma metodologia qualitativa, não permitindo a quantificação dos dados e tem sido considerada uma ferramenta valiosa no estágio exploratório de pesquisa, além de apresentar importantes implicações para o marketing e garantia de qualidade (DELIZA; MC FIE; HEDDERLEY, 1999).

Para a avaliação de opiniões, hábitos, atitudes, comportamentos com relação à carne suína obtida da tecnologia de imunocastração, pela técnica de *Focus Group* (FG) (item 4.6) foram convidados 21 consumidores de carne suína, da região de Campinas-SP. Os consumidores foram escolhidos por desejarem participar voluntariamente; pertencerem à classe sócio-econômica entre A e C e por, ao menos parcialmente, serem responsáveis pela compra de alimentos e/ou seu preparo. As profissões dos consumidores foram de estudantes, aposentados, trabalhadores em açougue e instituição de pesquisa (não conheciam a tecnologia de imunocastração), comércio, indústrias e donas de casa. Foram realizadas duas sessões, no mesmo dia, com duração de 2h cada. O grupo 1 era constituído por 6 homens; 6 mulheres, solteiros, casados, com e sem filhos; faixa etária entre 18 a 60 anos. Grupo 2 era constituído por 4 homens; 5 mulheres, solteiros, casados, com e sem filhos; faixa etária entre 18 a 53 anos.

Após breve apresentação dos participantes, as primeiras questões foram efetuadas de forma a facilitar o entrosamento e preparar a discussão. Avaliou-se qualitativamente a aceitação sensorial de carne suína obtida da tecnologia de imunocastração e da castração cirúrgica e a influencia da preocupação com o bem estar animal.

A técnica utilizada explorou a discussão dirigida à aceitabilidade das características sensoriais da carne suína crua, durante o preparo e após degustação, a partir de amostras de filé de lombo descongelado por 24 h e embalado à vácuo.

As amostras foram apresentadas inicialmente embaladas, reproduzindo o momento da compra. A seguir foram grelhadas, reproduzindo o momento do preparo e foram servidas. Após o consumo e discussão a respeito desses momentos, de oferecimento desse produto à família e da recompra da carne foram avaliadas as atitudes com relação à definição de bem estar animal, castração cirúrgica e imunocastração.

Como ocorre em um grupo de discussão, havia pessoas mais interessadas no tema e outras mais quietas que as demais (3 no grupo 1 e 2 no grupo 2). Estas pessoas eram incentivadas a responder e dar sua opinião, enquanto as outras não necessitavam de incentivo.

A Tabela 29 apresenta um resumo das respostas para as questões propostas.

De forma geral os files de lombo CF foram bem aceitos e apresentavam tonalidade rósea muito clara, com fina camada (1,0 cm) de gordura, exsudação perceptível, mas não rejeitada. As amostras embaladas à vácuo não continham absorvedores para retenção do líquido, como aquelas apresentadas em bandejas em supermercados. O odor característico de carne suína foi considerado pouco intenso antes e durante o preparo e a perda por exsudação durante o preparo não foi considerada intensa pelos consumidores, que haviam notado a exsudação do filé *in natura* dentro da embalagem. Quanto à maciez, a carne foi considerada um pouco mais firme.

Os filés de lombo IC foram mais aceitos desde a apresentação das amostras embaladas à vácuo, sendo a coloração considerada um pouco mais rosada e com mais gordura intramuscular. Foi consenso a boa qualidade da carne suína.

**Tabela 29 - Resumo das informações obtidas das sessões de *Focus Group***

| TEMAS DAS QUESTÕES PROPOSTAS                                                                              | RESUMO DAS RESPOSTAS DOS DOIS GRUPOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hábitos de consumo de carnes</b>                                                                       | Bem diversificado, desde carnes in natura em diferentes cortes – suíno, frango, bovino e peixes, até carnes industrializadas: hambúrguer, salsicha, <i>nuggets</i> , linguiças, partes para feijoadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Razões de consumo de carnes</b>                                                                        | Praticidade de preparo – carne bovina (na forma de bifes/assados variados, alcatra, <i>filé-mignon</i> , bisteca); sabor e hábito constante em ocasiões festivas – carne suína; saudabilidade – consumo de peixes de diferentes espécies (sardinha, salmão, frutos do mar).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Hábitos de compra de produtos carneos</b>                                                              | Realizado em açougues externos ou dentro de supermercados/hipermercados – justificados pela relação de confiança com o açougueiro e/ou por “atender melhor a escolha específica” de produtos carneos do que a compra em balcões refrigerados, ainda que estas tenham data de validade e procedência impressas na embalagem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Aspecto visual do produto embalado e odor no momento da compra</b>                                     | Amostras CC e IC foram avaliadas com aspecto característico, cor rosada clara, textura firme, pouco acúmulo de líquido na embalagem. Camada de gordura externa considerada típica de carne suína, com coloração branca e pela espessura da camada, acreditam indicar animal jovem. Coloração de IT considerada mais rosada em relação a CC e IC; mais agradável para alguns, dividindo opiniões. Camada de gordura e área do lombo percebida como maior, indicando um animal mais velho e gordo. Não consideram o odor no momento da compra, principalmente se já estiver embalada: “Não fico cheirando a carne no açougue e menos ainda no supermercado, só quando chego em casa...”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Avaliação da fatia de lombo crua ao abrir a embalagem</b>                                              | CC e IC: aspecto rosado, de textura firme, algum acúmulo de líquido, aspecto mais úmido, considerado proveniente de animais saudáveis. IT: cor mais avermelhada, camada de gordura mais grossa, não liberando nenhum líquido, dando a impressão de que terá menor maciez e suculência. Aroma CC percebido como bem suave, no sentido de não ter nenhum aspecto negativo; aroma IC considerado mais característico de carne suína, dando a sensação de carne mais fresca e/ou animal mais jovem; aroma IT percebido como mais intenso, ligeiramente doce, lembrando perfume para alguns e carne passada/rançosa para outros. Alguns não puderam definir o aroma, mas expressaram algum desagrado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Avaliação durante o preparo</b>                                                                        | Consumidores foram incentivados a se aproximar da grelha ( <i>George Foreman</i> ) durante o preparo para avaliar o odor e aparência. O odor foi facilmente percebido no ambiente. Aroma CC percebido como pouco intenso. Aroma IC considerado muito persistente, mas não tão intenso ao ponto de causar rejeição aos consumidores, que julgaram a carne como velha, mas não estragada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Avaliação ao degustar filé previamente imerso em salmoura, grelhado em fina camada de óleo de soja</b> | Foi citada a falta de condimentos. Foi esclarecida a necessidade de conhecer o sabor da carne sem interferência de tempero/condimento. Odor e sabor CC: citaram a aparência e a percepção na boca - “Não soltou muita água, mas ficou bem macia e não está ressecada”. “O sabor está bem suave, como se tivesse lavado a carne ou tirado o sangue”. Consideraram o sabor típico de lombo suíno, mas bem suave: “O sabor está suave, bem fresco, só da carne, sem tempero e muito pouco sal”. Preferem uma carne mais saborosa, com sabor mais intenso. Odor e sabor IC: “quando o cheirinho está assim, logo chega alguém na cozinha pedindo para experimentar...”. Citaram a aparência: “a carne dourou muito mais que CC, dando um aspecto de mais saborosa”. “A carne não solta muita água e fica macia e suculenta”. “Está com cor e gosto de lombo lá de casa”. Foi percebida como sabor típico de lombo suíno, bem característico, carne mais saborosa e sabor mais intenso. IT não foi oferecido, porém, alguns consumidores solicitaram experimentar. |

Estas avaliações estão em concordância com a pesquisa realizada no Brasil e na Europa, quanto à preferência da aparência da carne suína (CIPOLLI et al., 2003; NGAPO; MARTIN; DRANSFIELD, 2007)

Os consumidores consideraram o odor do filé de lombo mais intenso, “típico” de carne suína antes do preparo. Durante o preparo, a exsudação percebida não foi destacada como problema. Observou-se nítida preferência do filé ao grelhar, evidenciando IC com aroma mais agradável e característico, de coloração levemente mais dourada, em relação ao CF. O filé grelhado IC foi percebido como “mais apetitoso”, de maciez “excelente” para um filé de lombo suíno para quase todos os consumidores consultados, que também não o consideraram com suculência desejável.

Os filés de lombo foram avaliados pelos consumidores, sem conhecimento de sua origem. Foi esclarecido no início da reunião que os suínos foram criados e abatidos sob boas condições de manejo e processamento.

Duas frases utilizadas pelos consumidores ao degustarem o filé de lombo grelhado foram úteis para comparar os dois processos. a) castração “Não é uma carne ruim, mas é uma carne com o aroma e o sabor muito suave, meio sem graça...”; b) imunocastração “Essa parece a carne que fazemos lá em casa, sabe, quando vou fazer um prato especial e passo no açougue pra comprar, não no supermercado...”

O filé de lombo IT apresentou aparência visivelmente mais avermelhada, que agradou alguns consumidores, maior camada de gordura, ausência de exsudação na embalagem e ao grelhar. O odor forte e não identificado no filé antes do preparo. Foi consenso geral de que a carne era proveniente de animal mais velho, pela espessura da camada de gordura e odor forte, até “adocicado”, de gordura considerada “passada” ao grelhar. A aparência de mais firme / dura e pouco succulenta, verificada com a inserção de garfo após o preparo. Os consumidores que, voluntariamente, apresentaram a atitude de degustar citaram sabor de “carne velha, rançosa”. Alguns consumidores foram veementes em atitudes de não preparo dessa carne, devido ao

odor percebido quando da abertura da embalagem e, quando sentiram o odor durante o preparo, evidenciaram verbalmente a atitude de não comer. Esta amostra não foi oferecida para degustação, considerando a legislação brasileira que não permite comercialização de animal inteiro, devido ao odor desagradável percebido por vários consumidores.

Após a degustação e respostas sobre a qualidade do produto, os consumidores foram interpelados quanto ao conhecimento dos temas: bem estar animal, castração, imunocastração e suíno macho inteiro.

Alguns consumidores tinham pelo menos noção sobre bem-estar animal, castração e suíno macho inteiro, enquanto imunocastração não era de conhecimento de nenhum. Um deles disse que já ouvira a palavra, mas não entendia o que significava.

As definições de cada tema, citadas no item 4.6 foram lidas para os participantes e em seguida foi aberta a discussão sobre o que pensavam, considerando as amostras avaliadas.

Vários consumidores ficaram surpresos em não conhecer nenhuma das duas tecnologias de castração, havendo comentários de que os temas não são divulgados. Este fato também foi verificado em comunidade estudantil da Bélgica, quando Tuytens et al. (2011) estudaram atitudes quanto ao odor sexual e ao processo de castração utilizando informação escrita básica, extensa e suplementada por vídeo. No presente estudo optou-se por não apresentar vídeo, considerando que o resultado da imagem seria muito aumentado, conforme concluíram os autores citados.

Os comentários efetuados pelo grupo sobre o processo de castração cirúrgica, desconhecido por vários consumidores evidenciaram que quase todos consideraram um processo a ser evitado, apesar dos benefícios sensoriais sobre a carne. Foram citados aspectos de necessidade de controle dos animais e sua proteção; de técnica antiquada e desumana; necessidade de prevenção aos maus-odores, técnica eficaz, por ser irreversível; obrigatória, pela legislação, e que afeta a qualidade sensorial da carne.

Todos os consumidores perceberam os benefícios sensoriais na carne de suíno submetido à imunocastração. Porém foi levantada dúvida a respeito de resíduos “de hormônios ou químicos” na carne e da possibilidade de utilização de outros tratamentos mais “naturais” que possibilitassem o bem-estar dos animais. Foram sendo esclarecidas algumas dúvidas surgidas com as informações descritas na introdução do presente estudo.

Os aspectos sensoriais da carne e relacionados ao bem estar animal pesquisados junto aos consumidores, considerando os processos de castração física e imunológica, foram bem discutidos e percebidos de maneira positiva entre os consumidores consultados, porém cabe ainda provar e/ou divulgar a segurança em termos de resíduos na carne suína / no ser humano, para dar transparência ao processo. Na região sul do Brasil o consumo é amplo para este tipo de carne aceito pelos consumidores (TONIETTI, 2008; GOMES, 2009).

Esta preocupação é de interesse da comunidade científica que tem estudado o assunto, tal como Turksktra (2005) que iniciou ensaio clínico com 2 tipos de vacinas com antígeno GnRH, através de estudo de toxicidade crônica em suínos, visando utilização em pacientes de câncer de próstata. Concluiu que ambas as vacinas podem ser consideradas como não-tóxicas, sem anormalidades crônicas observadas em sangue, urina, órgãos ou tecidos.

Através da aplicação da técnica de *Focus Group* no presente estudo observou-se uma ótima aceitação da carne suína IC, sendo percebida sua superioridade em relação à carne CF e IT. Contudo foi surpreendente a aceitação do odor da carne IT, por alguns membros do grupo. Nesta amostragem de consumidores brasileiros, pequena, não específica quanto à sensibilidade de odores, foi evidenciada a enorme variabilidade quanto à percepção de odor sexual da carne entre os consumidores. No mesmo grupo enquanto uma das pessoas não sentiu o odor desagradável, citando inclusive aroma doce, outras sentiam e não rejeitavam e outras consideraram muito ruins. Estes resultados por serem qualitativos, foram confirmados em teste

quantitativo de aceitabilidade aplicado a outros 30 consumidores de carne suína, no dia seguinte e apresentado no próximo item.

Através da técnica de *Focus Group* verificou-se que os consumidores apresentaram pouca rejeição para filé IT, cuja gordura apresentou alto teor de androstenona que foi de 1,30 µg/g e de escatol, que foi de 1,42 µg/g. Tal fato permite entender que existe uma faixa de teores de androstenona e escatol de possível aceitação entre as amostras IC e IT que ainda precisa ser estudada. Na determinação dos teores de escatol (item 4.2.1) em IT na gordura suína (0,54 µg/g) e no lombo (0,04 µg/g) de apenas 3 amostras, foi possível verificar uma grande redução do composto na carne o que demonstra a pouca rejeição para o filé. E ainda pode ter ocorrido redução desses teores na gordura, devido ao armazenamento refrigerado por 1 a 2 dias quando os consumidores avaliaram a gordura do filé de lombo, fato também a ser estudado.

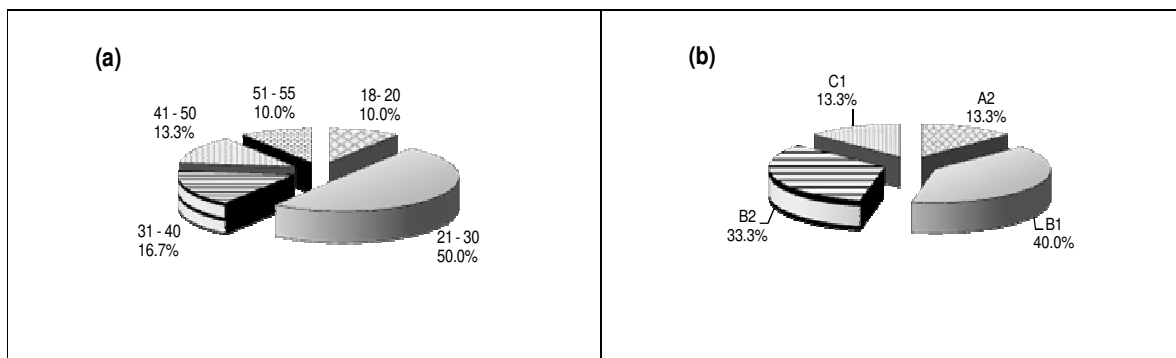
#### **5.9. Aceitabilidade da carne suína (*Longissimus dorsi*) obtida de macho imunocastrado com intensidade de odor desagradável percebida por equipe treinada**

Um teste de aceitabilidade foi conduzido utilizando-se as amostras em que foram avaliados individualmente o odor da gordura suína dos diferentes gêneros FM, CF, IC e IT, além do odor e sabor do lombo (*Longissimus dorsi*) dessas amostras, para comparação com amostra IC percebida com maior intensidade de odores sexuais. A ficha de avaliação consta no ANEXO 3.

O gênero IT foi avaliado apenas pelo odor, pois de acordo com a legislação brasileira, este gênero não deve ser comercializado pelo fato de apresentar fortes odores sexuais. Os resultados obtidos são citados a seguir.

Dentre os 30 consumidores de carne suína, participantes voluntários, havia 7 homens e 23 mulheres. As características do grupo quanto à faixa etária e classe

social são apresentadas na Figura 6. Do total de consumidores, 50% tinham entre 21 e 30 anos de idade e 73% pertenciam à classe sócio econômica B (ABEP, 2012).



**Figura 6** - Características do grupo de consumidores quanto à faixa etária (a) e classe social (b) de carne suína.

A Tabela 30 apresenta os valores médios dados pelos consumidores para os gêneros fêmea (FM), castrado fisicamente (CF) e imunocastrado (IC).

Os resultados revelaram que os gêneros apresentaram médias entre “gostei pouco” e “não gostei nem desgostei”, para aceitabilidade do odor da gordura e entre “gostei pouco” e “gostei” para a aceitabilidade do lombo. O gênero FM foi o que apresentou aceitação significativamente maior ( $P \leq 0,05$ ) com relação à maciez e suculência. Os gêneros não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ) quanto à aceitação do odor da gordura, qualidade global e ao sabor do lombo. IC não foi diferente significativamente ( $P > 0,05$ ) de CF em relação à aceitação da maciez e da suculência.

As avaliações obtidas através da escala do ideal demonstraram que em média os gêneros avaliados foram considerados com odor da gordura, sabor, maciez e suculência do lombo entre “um pouco menos intenso/macio/suculento do que eu gosto” e “ideal do jeito que eu gosto”, não diferindo entre si ( $P > 0,05$ ). FM apresentou notas da intensidade de maciez e de suculência mais próximas do ideal ( $P \leq 0,05$ ) que os demais gêneros, CF e IC, que não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 30** - Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade do produto e da intenção de compra das amostras de lombo obtido de suíno fêmea (FM), castrado fisicamente (CF), imunocastrado (IC) e inteiro (IT) das genéticas B e D.

| (b) |                                                   | Gênero <sup>(1,2)</sup> |                        |                         |                        |     |
|-----|---------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----|
| (c) | Amostras                                          | FM                      | CF                     | IC                      | IT                     | DMS |
|     | <b>Odor da gordura<sup>(3)</sup></b>              | 5,9 ± 1,6               | 5,8 ± 1,8 <sup>a</sup> | 5,8 ± 1,8 <sup>a</sup>  | 5,4 ± 1,9 <sup>a</sup> | 0,8 |
|     | <b>Intensidade ideal do odor<sup>(3)</sup></b>    | 3,2 ± 1,1               | 3,1 ± 1,1 <sup>a</sup> | 3,2 ± 1,0 <sup>a</sup>  | 3,3 ± 1,1 <sup>a</sup> | 0,7 |
|     | <b>Intenção de compra (gordura)<sup>(3)</sup></b> | 3,0 ± 1,0 <sup>a</sup>  | 2,7 ± 1,2 <sup>a</sup> | 2,6 ± 1,0 <sup>a</sup>  | 3,0 ± 1,2 <sup>a</sup> | 0,7 |
|     | <b>Modo Global</b>                                | 7,2 ± 1,3               | 6,2 ± 1,8 <sup>a</sup> | 6,2 ± 2,0 <sup>a</sup>  | -                      | 1,0 |
|     | <b>Sabor</b>                                      | 6,9 ± 1,8 <sup>a</sup>  | 6,8 ± 1,8 <sup>a</sup> | 6,3 ± 1,6 <sup>a</sup>  | -                      | 0,9 |
|     | <b>Maciez</b>                                     | 7,5 ± 1,2 <sup>a</sup>  | 6,1 ± 1,7 <sup>b</sup> | 6,3 ± 2,1 <sup>b</sup>  | -                      | 1,0 |
|     | <b>Suculência</b>                                 | 6,9 ± 1,4 <sup>a</sup>  | 6,7 ± 1,6 <sup>b</sup> | 6,4 ± 1,7 <sup>b</sup>  | -                      | 0,9 |
|     | <b>Intensidade ideal do sabor</b>                 | 2,5 ± 0,9               | 2,7 ± 0,7 <sup>a</sup> | 2,6 ± 1,0 <sup>a</sup>  | -                      | 0,5 |
|     | <b>Intensidade ideal da maciez</b>                | 2,7 ± 0,5 <sup>a</sup>  | 2,2 ± 0,7 <sup>b</sup> | 2,4 ± 0,7 <sup>ab</sup> | -                      | 0,4 |
|     | <b>Intensidade ideal da suculência</b>            | 2,5 ± 0,6 <sup>a</sup>  | 2,3 ± 0,6 <sup>b</sup> | 2,4 ± 0,7 <sup>b</sup>  | -                      | 0,4 |
|     | <b>Intenção de compra (lombo)</b>                 | 2,2 ± 1,0 <sup>a</sup>  | 2,7 ± 1,1 <sup>a</sup> | 2,7 ± 1,3 <sup>a</sup>  | -                      | 0,6 |

(1) Média ± Desvio-Padrão.

(2) Para cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.

(3) Gordura avaliada separadamente, em tubo de ensaio tampado e aquecido. D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5%

A intenção de compra dos consumidores com relação aos gêneros avaliados através do odor da gordura e quando avaliada ao provar o lombo, revela médias entre “provavelmente não compraria” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”, não havendo diferença entre os gêneros.

Apesar da não haver diferença significativa para a aceitação do produto de modo global, pelos consumidores, alguma preferência pode ser verificada através da atitude de maior intenção de compra para a gordura do lombo IT.

Observa-se que os avaliadores aceitaram todas as amostras e as consideraram com qualidade em relação a esses atributos, evidenciando a enorme diferença de sensibilidade entre os consumidores quanto aos odores sexuais avaliados na gordura.

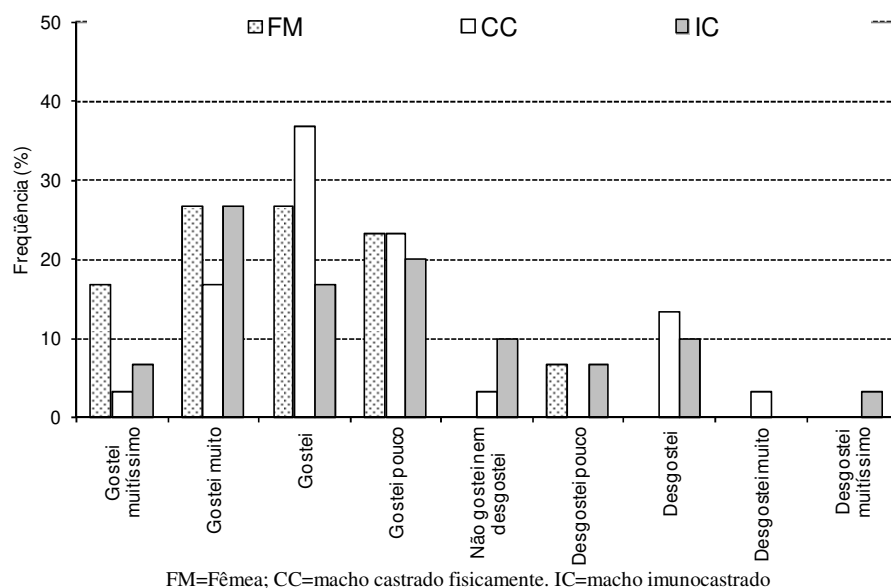
As avaliações realizadas no lombo também foram influenciadas pela pequena quantidade de tempero, apenas sal, adicionado ao produto. Em um produto preparado de modo caseiro ou mesmo pré-preparado pela indústria, as amostras apresentariam maiores médias de aceitação, pois os comentários obtidos se referiam à falta de tempero no produto.

A Figura 7 apresenta a frequência da aceitação pelos consumidores quanto ao produto de modo global, avaliado ao provar lombo suíno. Esta figura revela que FM foi avaliada com maior frequência de aceitação (93%) que os demais gêneros e CF apresenta maior frequência de aceitação (80%) que IC (70%). Este gênero obteve maior frequência de rejeição (20%) que os demais.

As diferenças descritas pela equipe treinada para o odor de androstenona e escatol não foram percebidas na avaliação por consumidores. Contudo a equipe treinada e consumidores diferenciaram maciez e suculência de forma concordante.

Estudos realizados por Tonietti (2008) e Gomes (2009) revelaram que a carne proveniente de animais imunocastrados é bem aceita por consumidores, assim como no presente estudo, pois não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os gêneros para a aceitação de modo global.

Pesquisas realizadas na Europa (MATTHEWS et al., 2000) junto ao consumidor, mostram que o escatol contribui mais do que a androstenona para a proporção de consumidores que ficariam insatisfeitos com o odor da carne de machos inteiros.



**Figura 7** - Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores às amostras de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) quanto ao produto de modo geral.

De acordo com Prusa et al., (2011), há necessidade de estudos adicionais para validar a utilização de limite estabelecido em pesquisa americana para declarar uma amostra com odor sexual por um consumidor de carne suína. Neste estudo a presença desses compostos na gordura, perceptíveis em pequena quantidade, são ainda menos perceptíveis quando se avalia a carne do lombo (*Longissimus dorsi*) sem a camada de gordura, não se diferenciando de amostras IC e CF para a maioria dos atributos avaliados (Tabela 30).

A Tabela 31 apresenta as médias obtidas nas avaliações descritivas realizadas na gordura e no lombo e determinações químicas dos teores de androstenona e de escatol realizadas na gordura, de amostras individuais de cada gênero. Esta tabela facilita a comparação e o estabelecimento da intensidade de androstenona aceita pelo consumidor.

Pode-se verificar da Tabela 31 que pontuações de 2,4 para odor de androstenona na gordura e de 1,7 para odor de escatol na gordura, relativa à escala descritiva, se referem a uma boa aceitação de modo global nota 6,2 do lombo IC sem

camada de gordura (Tabela 30). Os compostos sexuais determinados especificamente nesta amostra de gordura IC foram de 1,9 µg/g de androstenona e de 0,09 µg/g de escatol.

As correlações de aceitação do lombo de modo global com odor de androstenona na gordura ou com odor de escatol na gordura ou com teor de androstenona, ou com teor escatol determinados na gordura são inferiores a 0,30, confirmando que a aceitação do lombo suíno se refere à carne sem camada de gordura.

As pesquisas desenvolvidas por Lunde et al. (2009, 2010) foram validadas testando a aceitação de consumidores de carne suína de macho Inteiro (sabor e odor). Os resultados mostraram que o método separou consumidores sensíveis e não sensíveis com anosmia, através de reações negativas e positivas, respectivamente, à carne com teores de 3,0 µg/g de androstenona. A percepção de odores por uma fração da população é altamente relevante quando calculadas as conseqüências econômicas negativas se a castração for banida na Noruega.

Diferenças genéticas podem afetar a afinidade odorante ou especificidade dos receptores, e é provável que essas diferenças afetem a qualidade percebida de odores, bem como influenciem a capacidade de discriminar odores. Estas diferenças genéticas, provavelmente, causam "anosmias específicas" em que a função olfativa é normal, com exceção de um único odor, ou grupo pequeno de odores intimamente relacionados, que não podem ser detectados ou são mal detectados.

As diferenças individuais entre as pessoas são grandes, e *thresholds* individuais também são instáveis, em comparação com os *thresholds* de grupo que são mais estáveis. A detecção de misturas parece mais estável do que a de compostos individuais. A intensidade de uma mistura é quase sempre inferior à soma das intensidades de seus componentes não misturados (SCHUTZ; BLEIBAUM, 2011).

**Tabela 31** – Avaliações descritivas realizadas em amostras individuais de cada gênero para comparação da aceitação dos teores de androstenona e de escatol.

| Variáveis <sup>(2)</sup>    |                                        | Gênero <sup>(1)</sup> |      |            |      |
|-----------------------------|----------------------------------------|-----------------------|------|------------|------|
|                             |                                        | FM                    | CF   | IC         | IT   |
| Odor na Gordura             | <b>Androstenona</b>                    | 2,5                   | 2,2  | 2,4        | 4,4  |
|                             | <b>Escatol</b>                         | 1,6                   | 1,5  | 1,7        | 3,4  |
|                             | <b>Característico de Gordura suína</b> | 5,7                   | 7,2  | 6,0        | 3,9  |
| Lombo sem camada de gordura | <b>Odor androstenona</b>               | 2,5                   | 2,8  | 2,9        | 6,5  |
|                             | <b>Odor Escatol</b>                    | 0,9                   | 1,4  | 0,5        | 1,7  |
|                             | <b>Odor característico</b>             | 5,2                   | 3,8  | 5,4        | 3,1  |
|                             | <b>Sabor</b>                           | 6,9                   | 5,9  | 7,6        | 4,5  |
|                             | <b>Maciez</b>                          | 6,5                   | 5,4  | 6,3        | 4,4  |
|                             | <b>Suculência</b>                      | 6,2                   | 5,0  | 6,0        | 5,2  |
|                             | <b>Qualidade global</b>                | 7,2                   | 5,5  | 7,3        | 4,0  |
|                             | <b>Odor característico de lombo</b>    | 5,9                   | 5,8  | 5,8        | 5,4  |
|                             | <b>Modo Global</b>                     | 7,2                   | 6,2  | <b>6,2</b> | -    |
| Teores $\mu\text{g/g}$      | <b>Androstenona</b>                    | 0,10                  | 0,11 | 0,19       | 1,30 |
|                             | <b>Escatol</b>                         | 0,08                  | 0,08 | 0,09       | 1,42 |

(1) Média

(2) 0=nenhum(a) odor/sabor/maciez/suculência/qualidade; 10=muito(a) odor/sabor/maciez/suculência/qualidade

Neste trabalho, onde foi utilizada a técnica *Focus Group* (item 4.6) confirmou-se que a imunocastração é bem aceita nas condições de criação e manejo das genéticas deste estudo e esta informação em conjunto com as avaliações descritivas, de aceitabilidade e química permitem inferir que limites de androstenona e escatol detectados no IC (0,19 e 0,09  $\mu\text{g/g}$ ) são os limitantes para a aceitação deste gênero.

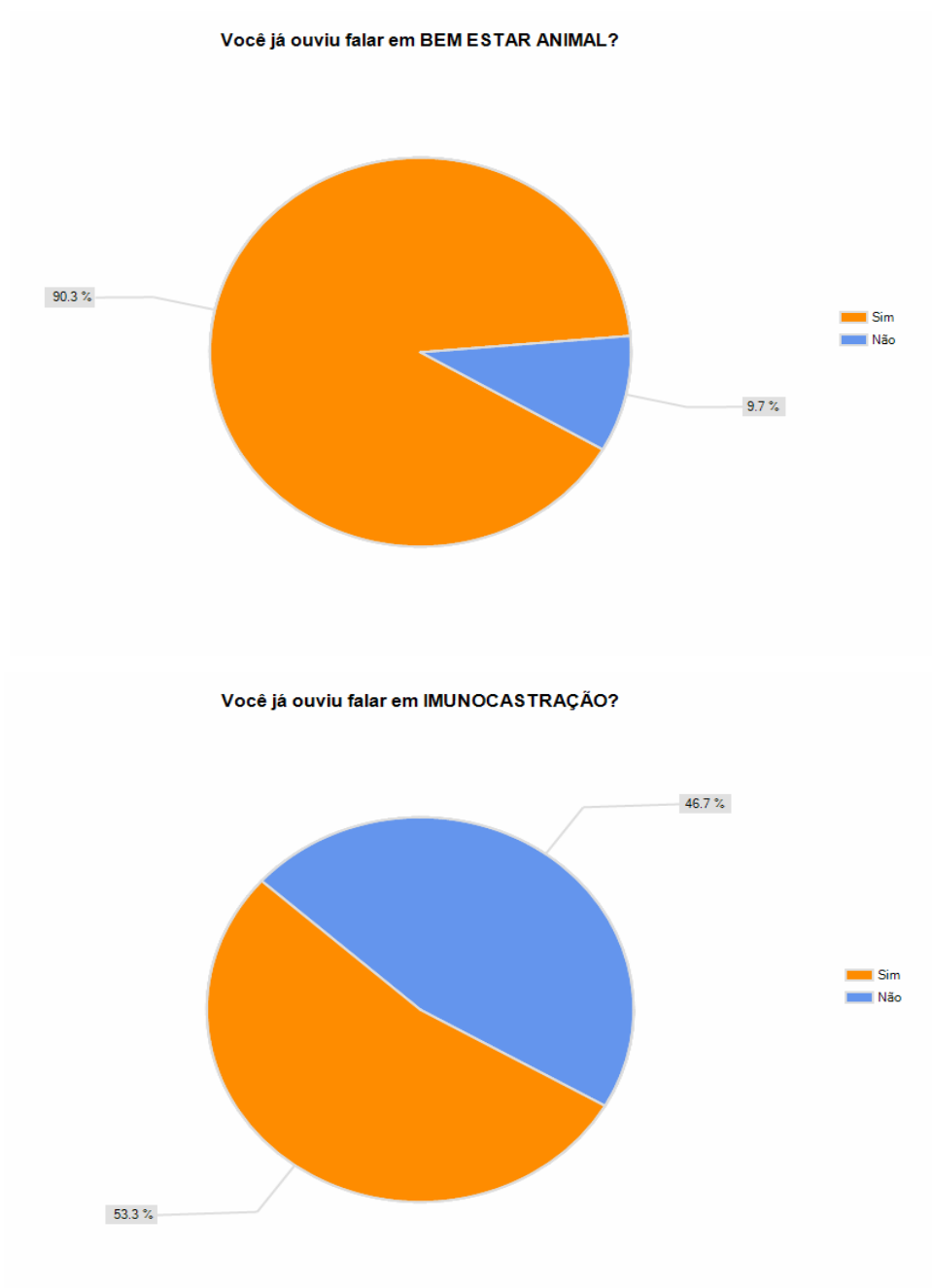
#### **5.10 Pesquisa via internet sobre atitudes, crenças e opiniões dos consumidores com relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal**

Atitude é predisposição aprendida pelo indivíduo, formada a partir de experiências e informações obtidas, as quais o influenciam a agir favorável ou desfavoravelmente em relação a um determinado 'objeto' (produto, categoria de produtos, conceitos e idéias, entre outros) (SCHIFFMAN; KANUK, 2000 apud BEHRENS; DA SILVA, 2004).

Com base nas experiências obtidas nas sessões de *Focus Group* (item 5.8), em que se observou desconhecimento das tecnologias de castração, foi realizada uma pesquisa para avaliar junto ao consumidor de carne suína, de nível educacional médio e alto, as opiniões, atitudes, crenças, hábitos e consumo.

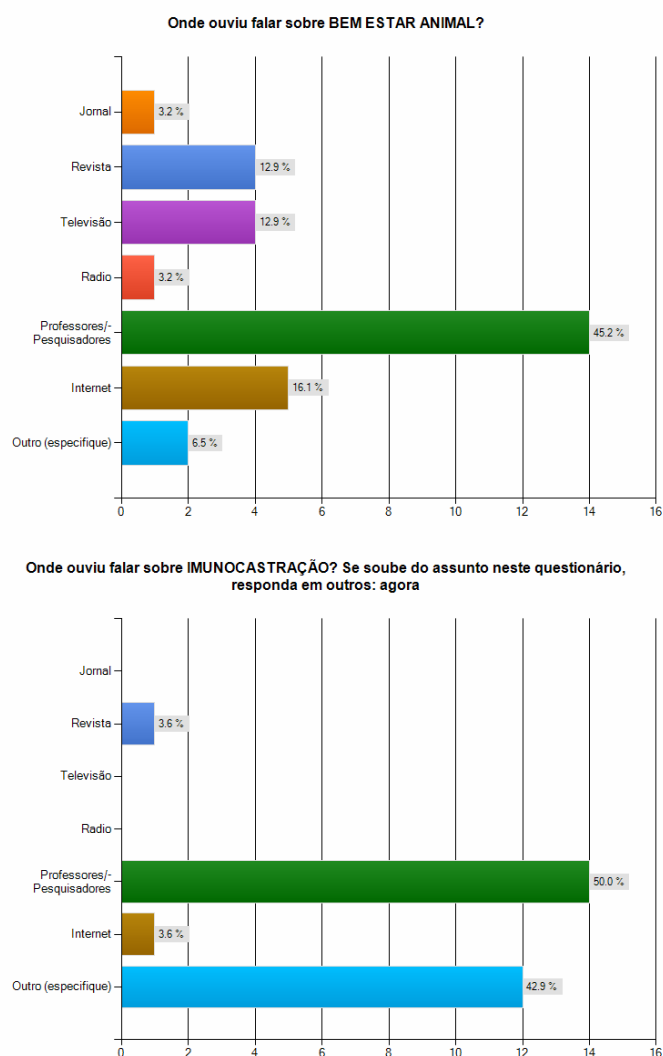
Na primeira fase da pesquisa foram consultadas pessoas que atuavam em pesquisa e desenvolvimento de carnes e pessoas que não atuavam nesta área. Os dados apresentados se referem aos respondentes que tinham o hábito de consumir carne suína. A Figura 8 apresenta a porcentagem dos 25 respondentes que já ouviram falar sobre os temas em estudo, quais sejam bem estar animal, criação de suíno macho inteiro, castração física, imunocastração. Quando foi perguntado sobre o conhecimento destes temas se a resposta era negativa, as definições citadas no item 4.6 foram apresentadas.

Observa-se que bem estar animal é bem conhecido, pois 90% dos respondentes já ouviram falar sobre o tema, enquanto que para imunocastração, 53% já ouviram falar sobre o tema. Este fato confirma a intenção nesta fase da pesquisa, de que metade dos entrevistados conhecia ou trabalhava com a tecnologia de imunocastração, para obtenção das opiniões e frases deste grupo.



**Figura 8** - Porcentagem dos respondentes que já ouviram falar sobre bem estar animal e imunocastração

A Figura 9 apresenta a freqüência do modo como os temas foram conhecidos pelos respondentes. Observa-se que a universidade e instituições de pesquisa são as maiores fontes de informação sobre os temas abordados.



**Figura 9** - Freqüência do modo como os temas bem estar animal e imunocastração foram conhecidos pelos respondentes

Na segunda fase da pesquisa, dentre os 62 indivíduos entrevistados, 7 eram vegetarianos e um alérgico, os quais não responderam o questionário, conforme

solicitado inicialmente no mesmo. Dos 54 respondentes, 18 eram homens e 36 eram mulheres.

A partir das frases obtidas na primeira fase, foram geradas 30 proposições, das quais, após avaliações citadas foram reduzidas para 17.

A pesquisa via internet complementou as informações sobre atitudes, hábitos e comportamentos de consumidores em relação à castração física, imunocastração e ao bem estar animal conforme consta da Tabela 32. Fredriksen, Johnsen e Skuterud (2011) utilizaram a técnica de *Focus Group* e avaliaram bem estar animal e processos de castração com e sem anestesia e imunocastração. Complementaram as informações com pesquisa via internet, quantificando as respostas obtidas, que segundo os autores, representam o consumidor norueguês.

**Tabela 32 - Atitudes, crenças e opiniões dos consumidores com relação à tecnologia de imunocastração e ao bem estar animal**

| PROPOSIÇÕES                                                                                                     | MÉDIA | D P | CORR. | CRONB. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-------|--------|
| P1 Imunocastração elimina odores desagradáveis na carne suína.                                                  | 6.2   | 1   | 0,72  | 0,82   |
| P2 A imunocastração é técnica que utiliza vacina e promove o bem estar animal.                                  | 6.0   | 1   | 0,70  | 0,82   |
| P3 Inibir a produção de carne com odor sexual através da vacinação (imunocastração).                            | 5.7   | 1   | 0,68  | 0,82   |
| P4 Imunocastração inibe temporariamente a produção de hormônio no animal.                                       | 5.6   | 2   | 0,53  | 0,83   |
| P5 A imunocastração é tecnologia aprovada pelo governo.                                                         | 5.7   | 2   | 0,53  | 0,83   |
| P6 Como houve pesquisa sobre imunocastração, o resultado deve ser melhor que castração cirúrgica sem anestesia. | 5.5   | 2   | 0,52  | 0,83   |
| P7 Castração de machos com anestesia.                                                                           | 5.3   | 2   | 0,50  | 0,83   |
| P8 Imunocastração é um método eficiente de castração.                                                           | 5.0   | 1   | 0,49  | 0,83   |
| P9 Castração cirúrgica sem anestesia e imunocastração são técnicas que eliminam odores na carne suína.          | 5.5   | 2   | 0,46  | 0,83   |
| P10 A criação utilizando conceitos de bem estar animal é técnica sustentável e amiga do meio ambiente.          | 6.2   | 1   | 0,43  | 0,83   |
| P11 Eu confio nos produtos que as autoridades permitem que sejam comercializados.                               | 4.4   | 2   | 0,38  | 0,84   |
| P12 Imunocastração usa vacina para evitar odor na carne de macho inteiro após o abate.                          | 5.3   | 2   | 0,37  | 0,84   |
| P13 Conheço o processo de castração cirúrgica sem anestesia e não desejo consumir a carne assim obtida.         | 4.1   | 2   | 0,34  | 0,84   |
| P14 A imunocastração não tem efeito colateral no meu organismo.                                                 | 4.8   | 1   | 0,33  | 0,84   |
| P15 Já ouvi falar sobre a tecnologia de castração                                                               | 4.8   | 2   | 0,31  | 0,85   |
| P16 A castração cirúrgica com anestesia encarece o produto.                                                     | 4.6   | 1   | 0,30  | 0,84   |
| P17 Criação com bem estar animal torna a carne melhor.                                                          | 5.5   | 2   | 0,28  | 0,84   |

DP=Desvio padrão; Corr.=correlação de Pearson; Cronb.= índice de Cronbach.

Estudo realizado na Suécia, comparando preferências de consumidores por escolha de processos revela valoração negativa a suínos machos inteiros quando comparados com os castrados e sugerem que os consumidores dão elevado valor a suínos imunocastrados quando comparados com suínos castrados (LAGERKVIST; CARLSSON; VISKE, 2006).

De acordo com Prusa et al. (2011), não existe método sensorial padrão para painéis treinados ou de consumidores que consiga separar amostras com ou sem odor sexual. Diferenças na metodologia utilizada para avaliação sensorial de odores, (BONNEAU, 1993; DIJKSTERHUIS et al., 2000), incluindo a seleção e treinamento dos membros do painel, as influências culturais, a preparação e a apresentação das amostras precisam ser consideradas e praticamente impedem uma padronização.

No presente estudo a pesquisa realizada pela técnica de *Focus Group* e de Atitudes, via internet evidenciam a atitude positiva de inibir a produção de carne com odor sexual através da imunocastração, pela eficiência do processo, porém a preocupação com os possíveis efeitos colaterais da imunocastração é assunto a ser esclarecido. A confiança nos produtos que as autoridades permitem que sejam comercializadas, e a castração cirúrgica (física) sem anestesia são motivos de dúvida entre os entrevistados. Outras conclusões puderam ser obtidas das pesquisas sobre hábito, consumo, comportamento e preferências dos consumidores, como por exemplo, a carne de frango, bem estar desse animal, a preocupação com resíduos químicos nessas carnes, temas que aparentemente são mais conhecidos do que a castração cirúrgica e a imunocastração em suínos.

De acordo com Prunier et al. (2006), consumidores podem relutar a aceitar imunocastração porque envolve o uso de um hormônio como imunógeno. Além disso, porque este imunógeno não é espécie-específico, pode também ser ativo em seres humanos, se for acidentalmente auto-injetado durante o processo de vacinação dos suínos. Apesar de um dispositivo especial ter sido desenvolvido para reduzir o risco de auto-injeção este perigo não pode ser totalmente controlado. Estes autores reportaram também que, sendo as vacinas GnRH utilizadas para inibir a produção de hormônios pelos tecidos do animal, pode induzir danos celulares longe do local da injeção ou áreas testiculares.

No passado, estudos com imunização anti-GnRH em suíno resultou em lesões do hipotálamo (MOLENAAR et al., 1993 apud PRUNIER et al., 2006). No entanto, tais danos após a imunização GnRH não foram observados em um segundo estudo em

suínos (OONK et al., 1995 apud PRUNIER et al., 2006), nem em um trabalho mais recente em ratos machos (VARGAS et al. 2005 apud PRUNIER et al., 2006). Resultados dessas pesquisas e das demais efetuadas (TURKSTRA, 2005) precisam ser estudadas no Brasil e divulgadas de forma didática aos consumidores.

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a suplementação com 7,5% de ractopamina nas condições desse estudo não influenciou na redução da intensidade do odor sexual para os suínos da genética B, diferindo da avaliação instrumental que possibilitou a detecção dessa redução. Esse mesmo comportamento foi observado para maciez avaliada sensorialmente e objetivamente através da força de cisalhamento.

Os julgadores treinados brasileiros foram considerados sensíveis por apresentarem menor limiar de detecção aos odores de escatol (0,04 µg/g) comparados aos julgadores americanos e europeus (0,10 µg/g).

A tecnologia de imunocastração produz suíno com características físicas, químicas e sensoriais intermediárias entre suíno castrado fisicamente e suíno inteiro, apresentando em alguns casos um odor similar ao do suíno macho inteiro porém não rejeitado por consumidores quando a carne foi avaliada.

Os julgadores desta pesquisa detectaram odores desagradáveis também em amostras de gordura obtidas de fêmeas e suínos castrados, poucas vezes reportados na literatura, sugerindo que estudos de outros compostos além de androstenona e escatol devem ser pesquisados, quando da presença de odores desagradáveis em gordura/carne suína.

Através das pesquisas de *Focus Group* e de aceitabilidade foi possível concluir que o consumidor aceitaria lombo suíno sem camada de gordura, obtido através da tecnologia de imunocastração, com níveis inferiores a 0,19 µg/g de androstenona e 0,09 µg/g de escatol, na gordura subcutânea costolombar.

A metodologia testada de detecção de escatol mostrou-se rápida e eficiente na detecção de escatol, mas ainda não é simples o bastante para ser utilizada numa linha de produção, por envolver equipamentos sofisticados.

A pesquisa revela que os consumidores aprovam a imunocastração como tecnologia de obtenção de carne de animal criado em condições de bem estar, e

consideram importante a divulgação de estudos que evidenciem a ausência de resíduos químicos na carne a ser consumida e/ou efeitos ao organismo humano. Os indivíduos que participaram da pesquisa têm interesse em conhecer as tecnologias de castração física e imunocastração e os que conheceram desejam evitar castração física efetuada no Brasil.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEP – **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa**. Dados com base no Levantamento Sócio Econômico – 2010 – IBOPE. Disponível em: <[www.abep.org](http://www.abep.org)> Acesso em: 02 jan. 2012.

ABIEPCS – **Associação Brasileira Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**, 2011.

Disponível em: <[http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/mercado-externo/exportacoes/anuais/jan-nov\\_2011\\_jan-nov-2010.pdf](http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/mercado-externo/exportacoes/anuais/jan-nov_2011_jan-nov-2010.pdf)>. Acesso jan. 2012.

ALMEIDA, S. B.; CIPOLLI, K. M.V.A.B.; ABDALLAH, R. R.; CAMARGO, G. A.; COLUGNATI, P. G.; ROJAS, N. E.; DA SILVA, M. A. A. P. Medida de atitudes, opiniões e crenças dos consumidores com relação a alimentos orgânicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ANÁLISE SENSORIAL, 2007, Campinas. **Anais...**Campinas:LAFISE- ITAL, 2007. 1 CD-ROM.

AMSA - AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research Guidelines for Cookery Sensory and Instrumental Tenderness Measurement of Fresh Meat**. Chicago, 1995. 48 p.

ANDRESEN, O. Boar taint related compounds: Androstenone/skatole/other substances. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.48, n.1, Oslo, Ago. 2006. Disponível em: <<http://www.actavetscand.com/content/48/S1/S5>>. Acesso em 17 out. 2011.

ANNOR-FREMPONG, I.E., et al. The problem of taint in pork: Detection thresholds and odour profiles of androstenone and skatole in a model system. **Meat Science**, v. 46, n.1, p.45-55, 1997.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2011. 378p.

ARIMA, H. Maturação de Carnes. In: CASTILLO, C. J. C. (Org.). **Qualidade da Carne**. São Paulo: Varela, 2006. p.156-157.

AUGUSTO, F., LOPES, A. L., ZINI, C. A. Sampling and sample preparation for analysis of aromas and fragrances. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 22, n. 3, 2003.

AUGUSTO, F.; MARÇO, P.H.; HANTAO, L.W.; BOGUSZ JR., S.; BRAGA, S.C.G.N. Doehlert matrix optimization of a HS-SPME-CGxCG-qMS method for determination of boar taint compounds on pork fat. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS (RAFA), 5, 2011, Praga. **Proceedings...** Praga: Institute of Chemical Technology, 2011. p.194.

BARBARINO JUNIOR, P.; SILVA, M. A. Tecnologias aplicadas à produção de suínos: a utilização de ractopamina e da imunocastração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5, 2011, São Pedro, **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, 2011. p.144.

BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p.431-439, 2004.

BEJERHOLM, C.; BARTON-GADE, P. The relationship between skatole / androstenone and odour / flavour of meat from entire male pigs. In: BONNEAU, M. **Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs**, Paris: INRA Editions, p.75-80. 1993.

BERTOLONI, W. et al. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa (CO<sub>2</sub>). Parte 2 – mensurações objetivas de

qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, 2006. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612006000200017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000200017&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 set. 2011.

BONNEAU, M. et al. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. **Meat Science**, v. 54, n. 1, p. 251-259, 2000.

BONNEAU, M.; SQUIRES, E.J. Boar taint: causes and measurement. **Encyclopedia of Meat Sciences**. Oxford: Elsevier, p. 91-96, 2004.

BONNEAU, M.; SQUIRES, E. J. O uso de machos inteiros na produção de suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, Doc.69, Concórdia, 2000. **Anais eletrônicos...** Concórdia: Embrapa. 2001. p. 173 -198. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>> Acesso em: 10 out. 2009.

BONNEAU, M. Effects of different compounds on boar taint. In: ANNUAL MEETING EAAP, 44., 1993. **Proceedings...**Aarhus, Denmark, p. 326-327, 1993.

BRAGAGNOLO, N; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídeos totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 98-104, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. R.I.I.S.P.O.A. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** (Aprovado pelo decreto nº 30.691, de 29 mar. 1952 alterado pelos decretos nº 1.255 de 25 jun. 1962, nº 1.236 de 02 set 1994, nº 1.812 de 08 fev 1996, nº 2.244 de 04 jun 1997). Brasília, 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 01 jan. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamentos de fiscalização de produtos de uso veterinário e dos estabelecimentos que os fabriquem ou comerciem (Aprovado pelo decreto nº 5053, 22 abr. 2004. Brasília, 2004 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5053.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5053.htm)> Acesso em: 01 fev. 2009.

CERVO, G. D.; SILVA, L. C. C.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; ABREU, L. W.; SILVEIRA, E. T. F. Efeitos da imunocastração e ractopamina na qualidade de salame tipo Italiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE CARNES, 6, 2011, São Pedro. **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, 2011. CD-ROM.

CIPOLLI, K. M. V. A.; SILVEIRA, E. T. F.; NGAPO, T. M.; DRANSFIELD, E. (2003). Consumer preferences of pork chops - the Brazilian survey. In: PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM, A SENSORY REVOLUTION, 5, 2003. **Proceedings...**Boston, 2003. p. 187.

CIPOLLI, K. M. V. A. B.; GUADAGNINI, R. A.; ORLANDO, E.; FELICIO, P.E.; SILVEIRA, E. T. Backfat odour assessment from immunocastrated pig. In:INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 57, 2011. **Proceedings...**Ghent: BAMST, 2011a. p. 240.

CIPOLLI, K. M. V. A. B.; ALMEIDA, M. A.; ORLANDO, E.; ALVES, M. R. C. FORMIGUIERI, R.; OLIVEIRA, S. R.; MIYAGUSKU, L.; SILVEIRA, E. T. F. Intensidade do odor sexual na gordura suína de animais imunocastrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5, 2011. **Anais...** Campinas: CTC-ITAL, 2011b. CD-ROM.

CLAUS, R.; WEILER, U.; HERZOG, A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – A review with experimental data. **Meat Science**, v. 38, n. 2, p. 289–305, 1994.

DALLA COSTA, O. A. et al. Período de descanso dos suínos no frigorífico e seu impacto na perda de peso corporal e em características do estômago. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, set-out 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000500038&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000500038&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0103-8478>. Acesso em: 30 set. 2010.

DAMÁSIO, M.H; COSTELL, E. Analisis sensorial descriptivo: generacion de descriptores y seleccion de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnologia de los Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DAMODARAN, S. Amino acids, peptides and proteins. In: FENEMA, O. (Ed.). **Food Chemistry**. 3.ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 321-425.

DELIZA, R.; MC FIE, H.; HEDDERLEY, D. An investigation using the repertory grid and focus group methods of the package features affecting consumer perception of fruit juice. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, n. 1-2, p. 63-71, 1999.

DIJKSTERHUIS, G. B. et al. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. **Meat Science**, v. 54, n. 1, p. 261–269, 2000.

DIKEMAN, M.E. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. **Meat Science**, v. 77, n. 2, p.121–135, 2007.

DORAN, E. et al. Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. **Chemico-Biological Interactions**, v. 140, n. 1, p. 81-92, 2004.

D'SOUZA, D. N; MULLAN, B. P. The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 67-72, 2003.

D'SOUZA, D.N.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J.; DUNSHEA, F.R. The influence of dietary magnesium supplement type, and supplementation dose and duration, on pork quality and the incidence of PSE pork. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v. 51, n. 2, p. 185-189, 1999.

DUNSHEA, F.R. et. al. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2524-2535, 2001.

DUNSHEA, F.R. et al. Review Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 8–38, 2005.

EFSA. **European Food Safety Authority** – Welfare-Scientific opinion, 2003. <[http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific\\_Opinion/report\\_ahaw03\\_pigcast\\_v2\\_en1.pdf](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/report_ahaw03_pigcast_v2_en1.pdf)>. Acesso em 20 out. 2011.

EINARSSON, S. Vaccination against GnRH: pros and cons. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.48, n.1, 2006.

Disponível em: <<http://www.actavetscand.com/content/48/S1/S10>>. Acesso em: 17 out. 2011.

ELMORE, J. S.; MOTTRAM, D. S.; HIERRO E. Two-fibre solid-phase microextraction combined with gas chromatography–mass spectrometry for the analysis of volatile aroma compounds in cooked pork. **Journal of Chromatography**, v. 90, n. 5, p. 233-240, 2001.

FARIA, E. V; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**, 2.ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2008. p. 120.

FAWC – FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. Opinion on mutilations and environmental enrichment in piglets and growing pigs. London, Mar. 2011. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk/pdf/pig-mutilations-opinion110317.pdf>> . Acesso em: 15 out. 2011.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2001. **Anais eletrônicos...** Concórdia: Embrapa, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 10 out. 2010.

FÁVERO, J. A. Abate de suínos machos inteiros - Visão brasileira. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2001.

**Anais eletrônicos...** Concórdia: Embrapa, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 10 out. 2010.

FISCHER, J. et al. Development of a candidate reference method for the simultaneous quantitation of the boar taint compounds androstenone, 3 $\alpha$ -androstenol, 3 $\beta$ -androstenol, skatole, and indole in pig fat by means of stable isotope dilution analysis headspace solid phase microextraction gas chromatography/mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, v. 83, n. 17, p. 6785-6791, 2011

FONT I FURNOLS, M.; OLIVER, M. A. Review: Production and consumption of pork meat with different levels of boar taint. **Food Science and Technology International** v. 5, p 367-375, 1999.

Disponível em: <<http://fst.sagepub.com/cgi/content/abstract/5/5/367>>. Acesso em out. 2010.

FONT I FURNOLS, M. et al. Sensory characterization of boar taint in entire male pigs. **Journal of Sensory Studies**, v. 15, n. 4, p. 393–409, 2000.

FONT I FURNOLS, M. et al. Consumer's sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 1013-1018, 2008.

FORMIGHIERI, R; MARTINS, A.; OLIVEIRA, S. R. DE, CIPOLLI, B. K., WEISSHEIMER, L. W., LUCAS, D., SILVEIRA, E. T. F; FELICIO, P. E. DE. A adição de ractopamina na dieta de suínos em terminação pode aumentar os indicadores sanguíneos de estresse. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 6, São Pedro, 2011. **Anais...**Campinas: CTC-ITAL. 2011. CD-ROM.

FRANCO, I.; et al. J. Fatty acid profile of the fat from Celta pig breed fattened using traditional feed effect of the location in the carcass. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 1, p. 792-799, 2006.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos**. São Paulo: Ed. Varela. 2003. p. 17-27.

FRANCO, M. R. B. **Aroma e Sabor de alimentos**: temas atuais. São Paulo, Ed. Varela, 2003. 286p.

FREDRIKSEN, B.; JOHNSEN, A.M.; SKUTERUD, E. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. **Research in Veterinary Science**, v. 90, n. 2, p. 352-357, 2011.

GOMES, C.L. **Influência da imunocastração de machos nas características sensoriais de costela suína**. 2009, 80p. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

GUERRERO, L.; COLOMER, Y.; GUÁRDIA, M. D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. Consumer Attitude Towards Store Brands. **Food Quality and Preferences**, v. 11, n. 1, p. 387-395, 2000.

HANSEN-MOLLER, J. Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs. **Journal of Chromatography**, v. 661, n. 1, p. 219-230, 1994.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 8, p. 475-481, 1973.

HAUGEN, J.-E; BRUNIUS, C.; ZAMARATSKAIA, G. Review of analytical methods to measure boar taint compounds in porcine adipose tissue: The need for hamonised methods. **Meat Science**, v. 90, n 1, p. 9-19, 2012.

HENNESSY, D; NEWBOLD, R. Consumer attitudes to boar taint and immunocastration: A qualitative study. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 18, 2004, Hamburg. **Proceedings...**Hamburg: IPVS, 2004. 612p.

HILBE, M., et al. Histomorphological and immunohistochemical findings in testes, bulbourethral glands and brain of immunologically castrated male piglets. **Schweizer Archiv Fur Tierheilkunde**, v. 148, n. 11, p. 599-608, 2006. Disponivel em:<<http://www.verlaghanshuber.com/zeitschriften/journal.php?abbrev=SAT&show=abstract&abstract=19988>>. Acesso em 10 out. 2010.

HORWITZ, W.; LATIMER JR., G. (Ed.) **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current Through Revision 1, 2006. p. 20.

HUANG, T.C.; HO, C.T. Flavors of Meat Products.In: HUI, Y.H. et al. **Meat Science and Applications**. New York: Lightning Source Inc , cap.4, 2001.

JANSEN, M. T.; HANSEN, L. L. Feeding with chicory roots reduces the amount of odorous compounds in colon and rectal contents of pigs. **Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 369–376, 2006.

JAROS, P et al. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v. 92, n. 1, p.31-38, 2005.

JENSEN, M. T.; HANSEN, L. L. Feeding with chicory roots reduces the amount of odorous compounds in colon and rectal contents of pigs. **Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 369-376, 2000.

JUDGE, M. D. et al. **Principles of Meat Science**. 6.ed., Dubuque: Kendal/Hunt Publ. Co., 2001. 354p.

KATAOKA, H.; LORD, H. L.; PAWLISZYN, L. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 880, n. 1, p. 35-62, 2000.

KLOEK, J. The smell of some sex-hormones and their metabolites. Reflections and experiments concerning the significance of smell for the mutual relation of the sexes. **Psychiatr. Neurol. Neurochir.**, v. 64, n. 1, p. 106-344, 1961.

LAGERKVIST, C.J.; CARLSSON, F.; VISKE, D. Swedish consumer preferences for animal welfare and biotech: A choice experiment. **AgBioForum**, v. 9, n. 1, p. 51-58, 2006. Disponível em: <<http://www.agbioforum.org/>>. Acesso em: 25 set. 2008.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. New York: Chapman & Hall. Aspn Publication, 1999. 827p.

LAWRIE, R.A. **Lawrie's Meat Science**, 6.ed, Cambridge: Woodhead Publition Ltd., England, 1998. 336 p.

LIN, Z.; LOU Y.; SQUIRES, E. J. Functional polymorphism in porcine CYP2E1 gene: Its association with skatole levels. **Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology** v. 99, n. 1, p. 31–237, 2006.

LUCAS, D. S.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; FORMIGHIERI, R.; CERVO, G. D.; SILVEIRA, E. T. F.; SILVA, T. J. P.; BROMBERG, R. Efeitos da ractopamina e imunocastração nas propriedades sensoriais do produto Copa tipo Italiana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE CARNES, 5, 2011, São Pedro. **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, 2011. CD-ROM.

LUNDE, K. et al. A new method for differentiating the androstenona sensitivity among consumers. **Food Quality and Preference**. v. 20, n. 1, p. 304-311, 2009.

LUNDE, K. et al. The importance of the recruitment method for androstenone sensitivity with respect to accurate sensory evaluation of androstenone tainted meat. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 1, p. 648-654, 2010.

LUNDSTRÖM, K.; MATTHEWS, K. R.; J.-E. HAUGEN, J.-E. Pig meat quality from entire males. **Cambridge Journals Online – Animal**, v. 3, n. 11, p. 1497–1507, 2009.

Disponível e:

<<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=6278780&jid=ANM&volumeId=3&issueId=11&aid=6278772&bodyId=&membershipNumber=&societyETOCSession=> > Acesso em: 10 ago. 2011.

LUNDSTRÖM, K.; ZAMARATSKAIA, G. Moving towards taint-free pork – alternatives to surgical castration. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 48, n. 1, 2006. Disponível em:

<<http://www.actavetscand.com/search/results?terms=LUNDSTR%C3%96M%2C%20K.%20>> . Acesso em: 10 out. 2010.

MACDOUGALL, D. B. Color of meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**, London: Blackie Acad. & Prof. Glasgow, v. 9, p. 79-93, 1994.

MACHADO FILHO, L.C. P. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: Uma visão brasileira. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, Doc.69. 2000. Concórdia. **Anais eletrônicos...** Concórdia: Embrapa. 2001. p. 34-40. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 28 out. 2008.

MARTINS, A. et al. A interação de imunocastração com ractopamina afeta rendimentos de carne magra e quantidades de gordura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE CARNES, 6., 2011, São Pedro. **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, 2011. CD-ROM.

MATTHEWS, K. R. et al. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. **Meat Science**, v. 54, n. 1, p. 271-284, 2000.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory Evaluation Techniques. 4.ed.: Boca Raton: CRC Press,. 2006. 448p.

MEINERT, L et al. Chemical and sensory characterisation of pan-fried pork flavour: interactions between raw meat quality, ageing and frying temperature. **Meat Science**, n. 75, n. 1, p. 242, 2007.

MEINERT, L. et al. Flavour development in pork. Influence of flavour precursor concentrations in *longissimus* dorsi from pig with different raw meat qualities. **Meat Science**, n. 81, n. 1, p. 255-262, 2009.

MOORE, K. L. et al. Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**. v. 49, n. 12, p. 1113–1119, 2009. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/?paper=AN09076>> Acesso em: 10 out. 2011.

MORAES et al. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 409-414, 2010.

MORTENSEN, A. B.; SORENSEN, S. E. Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 30, 1984, Bristol. **Proceedings**...Bristol, UK, p 394-396, 1984.

MOSKOWITZ, H. R.; BECKLEY, J. H.; RESURRECCION, V.A. **Sensory and consumer research in food product design and development**. Ames: Blackwell Publishing, 2006. 358p.

MOTTRAM, D.S. Flavour formation in meat and meat products: A review. **Food Chemistry**, v. 62, n. 1, p. 415–424, 1998a.

MOTTRAM, D. S. Some aspects of the chemistry of meat flavour. In SHAHIDI, F. **The flavour of meat and meat products**. London: Chapman and Hall, p. 210-230, 1998b.

MUELLER, D. J. **Measuring social attitudes: a handbook for researchers and practioners**. New York: Teachers College, 1986. 179p.

MURRAY, A. C. Reduzindo perdas da porteira da granja até o abatedouro – uma perspectiva canadense. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, Doc.69. 2000. Concórdia. **Anais eletrônicos**... Concórdia: Embrapa. 2001. p. 76-88. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 20 out. 2008.

NAWAR, W. Lipids. In: FENEMA, O. (Ed). **Food Chemistry**, 3.ed, New York: Marcel Dekker Inc, 1996. p. 233.

NGAPO, T.M.; MARTIN, J.-F.; DRANSFIELD, E. International preferences for pork appearance: II. Factors influencing consumer choice. **Food Quality and Preference** v. 18, n. 1, p. 139–151, 2007.

OLIVEIRA, J. J. V.; SILVEIRA, E. T. F., VIANA, A. G.. Determinação de androstenona e escatol em toucinho costo-lombar e glândula salivar submaxilar de suínos. **Revista Brasileira de Análise de Alimentos**. v. 5, n. 1, p. 12–20, 1997.

ORLANDO, E. A.; GUADAGNINI, R. A.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; SILVEIRA, E. T. F. Desenvolvimento de um método rápido para quantificação de escatol em gordura costo-lombar e músculo Longissimus dorsi suínos por SPME/CG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE CARNES, 6, 2011, São Pedro.. **Anais...Campinas: CTC-ITAL, 2011. CD-ROM.**

PELOSO, J. V. Tratamento pós-abate das carcaças e os desvios de qualidade na transformação músculo-carne em suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, Doc.69. 2000. Concórdia. **Anais eletrônicos...** Concórdia: Embrapa. 2001. p. 100-110. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>.> Acesso em: 15 out. 2008.

PEREIRA, F. A et al. Efeitos da Ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 60, n. 4, p. 943-952, 2008.

PRICE, J.; SCHWEIGERT, B. **Ciencia de la Carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza, ES.: Ed. Acribia, 1994. 582 p.

PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; VON BORELL, E. H.; CINOTTI, S.; GUNN, M.; FREDRIKSEN, B.; GIERSENG, M.; MORTON, D.B.; TUYTTENS, F. A. M.; VELARDE, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. **Journal Animal Welfare**. v. 15, n. 1, p. 277-289, 2006.

PRUNIER, A., BONNEAU, M. Ya-t-il des alternatives à la castration chirurgicale des porcelets ?. **Prod. Anim.**, v. 19, n. 5, p. 347-356, 2006.

PRUSA, K.; NEDERVELD, H.; RUNNELS, P. L.; LI, R.; KING, V. L.; CRANE, J. P. Prevalence and relationships of sensory taint, 5 $\alpha$ -androstenone and skatole in fat and lean tissue from the loin (Longissimus dorsi) of barrows, gilts, sows, and boars from selected abattoirs in the United States. **Meat Science**, v. 88, n. 1, p. 96-101, 2011.

REINICCIUS, G. **Flavor Chemistry and Technology**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press Group, 2006. 465p.

RESURRECION, A.V.A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 11-20, 2003.

RIUS M.A., HORTOS M., GARCÍA-REGUEIRO J.A. Influence of volatile compounds on the development of off-flavours in pig back fat samples classified with boar taint by a test panel. **Meat Science** v. 71, n. 1, p. 595-602, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos**. São Paulo: Varela, p. 177-194, 2003.

SAS Institute. **SAS Users Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Institute, 2003.

SCHAEFER, L. A.; DUBESKI, P. L.; ALHUS, J. L.; TONG, A. K. W. Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations. **Journal of Animal Science**. v. 79, s. E91–E101, 2001.

SCHINCKEL, A. P.; LI, N.; RICHERT, B. T.; PRECKEL, P. V.; EINSTEIN, M. E. Requirements of pigs fed ractopamine - Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine. **Journal of Animal Science**. v. 81, n. 1, p. 1106-1119, 2003.

SCHUTZ H. G.; BLEIBAUM R. N. **The Senses: Olfaction and Tactile**. Foundations of Sensory Science. UC Davis Extension, p. 3, 2011.

SILVEIRA, E. T. F. Inovações tecnológicas aplicadas na suinocultura e suas implicações na industrialização da carne. I. Ractopamina e imunocastração e seus efeitos na qualidade de carcaça e carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 6, 2011, São Pedro, **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, p. 131-143, 2011.

SILVEIRA, E.T.F ; TONIETTI, A. P. . Imunocastração: Efeitos na qualidade sensorial e físico-química da carne suína In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5, 2011, São Pedro, **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, p. 343-344, 2007a.

SILVEIRA, E.T.F ; TONIETTI, A. P. Effects of vaccination of boars with a GnRH vaccine on meat quality. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 53, 2007, Proceedings...Beijing, v. 53, p. 241-242, 2007b.

SILVEIRA, E.T.F et al. Vaccination of boar with a GnRF vaccine (Improvac) and its effects on meat quality. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 53, 2006, Proceedings...2006.

SOLÉ, M. A. R.; REGUEIRO, A.G. Role of 4-Phenyl-3-buten-2-one in Boar Taint: Identification of New Compounds Related to Sensorial Descriptors in Pig Fat. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, n. 11, p. 303-309, 2001.

SPIES, J. R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemistry**, v. 39, n. 1, p. 1412-1415, 1967.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. San Diego: California Academic Press, 2004. 377 p.

SWATLAND, H.J. Meat products and consumption culture in the West. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 80-85, 2010.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). 4.ed. Campinas: UNICAMP, p. 86-87, 2011.

TONIETTI, A. P. **Avaliação do desempenho zootécnico, qualidade da carcaça e carne em suíno macho inteiro imunocastrado**. 2008, 129p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

TURKSTRA, J. **Active immunization against gonadotropin-releasing hormone an effective tool to block the fertility axis in mammals**. 2005, 192 p. Tese (Doutorado). Universidade Utrecht, Holanda, 2005.

TUYTTENS, F. A. M.; FILIEP VANHONACKER, F.; LANGENDRIES, K.; ALUWÉ, M., MILLET, S.; BEKAERT, K.; VERBEKE, W. Effect of information provisioning on attitude

toward surgical castration of male piglets and alternative strategies for avoiding boar taint. **Research in Veterinary Science**, v. 91, n. 1, p. 327–332, 2011.

UE - UNIÃO EUROPÉIA. Regulamento de 5 de setembro de 2008. Estabelece normas de produção biológica e rotulagem dos produtos biológicos. Diário Oficial da União Européia, Comissão das Comunidades Europeias (CE), Bruxelas, 18 set. 2008. Artigo 95, Cap.2, Item 4. Disponível em:<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:PT:PDF>> Acesso em: 27 mar. 2011.

USDA – National Nutrient Database for Standard. Livestock and Poultry: world market and trade. U.S.Department of Agriculture – Office of Global Analysis, Washington, 2011a. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)> .Acesso em: 10 dez. 2011.

USDA – National Nutrient Database for Standard. Composition of foods raw, processed, prepared - Release 24, U.S.Department of Agriculture – Agricultural Research Service, Washington, 2011b.Disponível em: <[http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR24/sr24\\_doc.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR24/sr24_doc.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2012.

VIANA, A. G. **Qualidade da carcaça, determinação de compostos responsáveis pelo odor sexual e avaliação sensorial de salame elaborado com carne de suíno macho inteiro**. 2000, 131p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

WAGNER, R.; SILVA, M. A. A. P.; FRANCO, M. R. B. Método de superfície de resposta como ferramenta para a otimização do isolamento de compostos voláteis do

aroma de salame por uma técnica de *headspace* dinâmico. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 6., 2005 Campinas. **Anais...** Campinas: FEA-UNICAMP. 2005.

WARNER, R.D.; KAUFFMAN, R.G.; GREASER, M.L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat Science**, v. 45, n. 3, p. 339-352, 1997.

WARRISS, P. D; BROWN, S. N. O Bem estar animal de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. In: 1ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, Doc. 69, 2000. Concórdia. **Anais eletrônicos...** Concórdia:. 2001. p.17-20. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 15 out. 2007.

WARRISS, P. D. **Meat Science: an introductory text**. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, 2010. 384p.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. *The Journal of Automatic Chemistry*, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

WYSOCKI, C.J.; DORRIES, K.M.; BEAUCHAMP, G.K. Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people. **Proc. National Academy of Sciences USA**, v. 86, n. 1, p.7976-7978, 1989.

ZAMARATSKAIA, G. Factors involved in the development of boar taint. **The Animal Consortium**, v. 98, n. 3, p. 14-28, 2004.

ZAMARATSKAIA, G.; MADEJ, A.; BABOL, J.; SQUIRES, E.J.; LUNDSTRÖM, K. Free oestrone in adipose tissue and its relation to androstenone and skatole in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 40, n 2, p. 156–160. 2005.



## ANEXO 1

Trabalho apresentado no 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE CARNES, 2011, São Pedro, Campinas: CTC-ITAL, 2011.

### **DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO RÁPIDO PARA QUANTIFICAÇÃO DE ESCATOL EM GORDURA COSTO-LOMBAR E MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI SUÍNOS POR SPME/CG**

Orlando, E. A.<sup>1</sup>; Guadagnini, R. A.<sup>2</sup>; Cipolli, K. M. V. A. B.<sup>3</sup>; Silveira, E. T. F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Tecnologia de Carnes, CTC – ITAL, Campinas-SP.

<sup>2</sup> Colaboradora: Instituto de Química – UNICAMP

<sup>3</sup> Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, CCQA – ITAL, Campinas-SP

#### **1. INTRODUÇÃO**

Escatol (3-metilindol) é um metabólito do aminoácido triptofano e é considerado, ao lado do hormônio androstenona, um dos compostos responsáveis pela geração de odor indesejado na carne suína. É encontrado em maior quantidade em machos inteiros, pois alguns esteróides testiculares inibem a degradação pelo fígado, ocorrendo acumulação em tecidos adiposos ao longo da vida. Sua presença também está associada a alimentação inadequada ou ambientes pouco higiênicos durante a criação de suínos. Concentrações acima de 0,20 µg/g já contribuem para rejeição sensorial da carne suína pelo consumidor <sup>1,2,3</sup>.

Os métodos analíticos utilizados para detectar a presença desse composto se utilizam de extrações com numerosas etapas e com grande consumo de tempo e materiais. Assim, se torna necessário a criação de métodos mais rápidos que possam ser facilmente utilizados para controle da qualidade sensorial da carne, podendo indicar possíveis melhorias no processo produtivo de suínos. A técnica de Micro Extração em Fase Sólida (SPME) em headspace aliada a cromatografia gasosa (CG) é uma técnica analítica em ascensão que garante rapidez e simplicidade no

procedimento analítico e foi utilizada neste trabalho como solução para o problema acima. Nessa técnica os analitos são volatilizados da matriz sob efeito de calor, agitação e diferença de polaridade para um espaço confinado e adsorvidos em uma microfibras revestida com material polimérico. Após atingir o equilíbrio cinético de transferência de massa entre matriz/polímero e o equilíbrio termodinâmico de adsorção/dessorção, a fibra é inserida em um cromatógrafo e os compostos são arrastados para uma coluna cromatográfica onde ocorre a separação por diferença de polaridade, seguido de um sistema de detecção<sup>4</sup>.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo do trabalho foi desenvolver um método analítico quantitativo e de fácil execução para determinação de escatol em gordura costo-lombar e Longissimus dorsi de suínos, utilizando extração pela técnica de SPME em headspace seguido por separação e quantificação por CG. O método foi então aplicado a amostras reais de animais de variadas procedências.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizadas amostras da gordura subcutânea da região costo-lombar e músculo Longissimus dorsi de suínos provenientes de diferentes tratamentos de castração sendo que, para otimização da extração, foram utilizadas amostras de fêmeas, com quantidades de escatol abaixo do limiar de detecção do método. As amostras reais foram homogeneizadas em moinho analítico IKA modelo A11 Basic (Alemanha) ainda congeladas e analisadas em triplicata. Para realização da curva analítica, simulou-se a amostra com 0,5 mL de óleo mineral Nujol Mantecorp (Brasil) com concentrações de 1 a 0,05 µg/Kg de escatol.

Para a análise cromatográfica foi utilizado um Cromatógrafo a gás Agilent (EUA) modelo 6890 equipado com detector de ionização em chama. A separação

analítica foi realizada em coluna 70% cianopropil SGE (EUA), modelo BPX70, L=40 m, di=0,30 mm e df=0,30 µm. Para a extração foram utilizadas fibras de SPME comerciais da Supelco (EUA). O Gás de arraste utilizado foi Hidrogênio a 1 mL por minuto.

Os teores de escatol detectados foram comparados com respostas sensoriais de equipe de avaliadores treinados e está sendo apresentado em outro trabalho neste congresso.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente foi proposto desenvolver um método que conseguisse analisar escatol e androstenona pela técnica de SPME, em uma única extração. No entanto, ao longo dos experimentos, percebeu-se que a androstenona, que tem maior caráter apolar, tem forte interação com a matriz gordura, chegando ao ponto de inviabilizar uma transferência de massa adequada para o polímero da fibra. Nesses casos onde a interação da matriz com o analito é muito forte, a matriz pode ser considerada uma extensão do polímero da fibra, e devido à maior área, reter os analitos em maior proporção<sup>5</sup>. Mesmo utilizando-se altas temperaturas para aumentar a volatilização da androstenona e hidrólise básica das moléculas de gordura visando quebrar a interação matriz/analito, não foi possível chegar a extrações eficientes. Por isso, trabalhou-se apenas com escatol.

A técnica de SPME apresenta baixa reprodutibilidade de extração, sendo fortemente recomendável<sup>5</sup> a utilização de padrão interno (PI). Para isso, optou-se por utilizar 2-metilindol que é um isômero do escatol, não encontrado em carnes suínas.

O passo inicial para o desenvolvimento da metodologia foi avaliar uma condição cromatográfica eficiente, com boa separação entre os picos dos analitos e possíveis picos interferentes. Avaliaram-se diferentes rampas de temperatura no forno do CG, e diferentes fases estacionárias da coluna. A coluna testada inicialmente foi uma HP-5 (Agilent, EUA), indicadas para compostos pouco polares. Com essa coluna, o tempo

de retenção do escatol foi de 12 minutos. Avaliando-se uma amostra de toucinho foram encontrados diversos picos próximos ao do escatol, criando dúvidas da identidade do pico. Além disso, o pico do padrão interno estava muito próximo. Mesmo utilizando rampas lentas de temperatura, não foram encontradas condições eficientes de separação. Optou-se em seguida em utilizar uma coluna com características mais polares, que foi a BPX 70, indicada para separação de ácidos graxos. Com essa coluna a retenção do escatol foi maior, 25 minutos, e a região próxima ao pico ficou livre de interferentes em amostras branco. Foi utilizada rampa de temperatura no forno para melhor resolver os picos.

Foram avaliados diferentes tipos de fase polimérica das fibras de SPME, como: Poliacrilato, Polidimetilsiloxano/Divinilbenzeno, Polidimetilsiloxano de 100  $\mu\text{m}$  e de 7  $\mu\text{m}$ . Os melhores resultados foram encontrados com a fibra de Polidimetilsiloxano/Divinilbenzeno que apresentou maior adsorção para o escatol. A seguir, buscou-se otimizar a etapa de extração. Inicialmente foram avaliadas condições de temperatura de 40-90°C em uma amostra fortificada a 2  $\mu\text{g/Kg}$ . Também foram avaliados tempos de extração de 20-60 minutos. Verificou-se que o aumento de temperatura aumentava também a quantidade de massa de escatol extraída, até sofrer leve queda a temperaturas acima de 85°C e que a partir de 40 minutos de extração atingia-se o equilíbrio de transferência de massa, mantendo-se constante a massa de escatol extraída pela fibra. Velocidades de agitação maiores que 650 rpm não foram possíveis pois o magneto não girava de forma eficiente.

Para ajudar no processo de volatilização do analito, adicionou-se de 1 mL de solução de NaCl saturada na extração possibilitando um aumento da polaridade do meio e diminuição da interação matriz/analito.

Para um ajuste fino das condições de extração, foi utilizado um planejamento experimental fatorial fracionário  $2^{4-1}$  com as variáveis de acordo com a Tabela 1. Avaliou-se também a utilização de hidrólise alcalina através da adição de solução de NaOH, visando a quebra das ligações de triglicerídeos e conseqüente liberação dos

ácidos graxos. Com isso, há um aumento da polaridade do meio e diminuição da interação da matriz com o escatol.

Tabela 1: Identificação das variáveis do planejamento experimental

| Código Fator | Identificação             | Nível - | Nível + |
|--------------|---------------------------|---------|---------|
| C1           | Temperatura (°C)          | 75      | 85      |
| C2           | Tempo extração (min)      | 30      | 40      |
| C3           | Velocidade agitação (rpm) | 550     | 650     |
| C4           | Hidrólise                 | não     | sim     |

Os resultados da otimização ( $p < 0,05$ ) apontaram que o fator temperatura influenciou negativamente quando passou do nível 75 para 85 °C. Já o tempo de extração não apresentou diferenças significativas entre os níveis. Ao contrário do esperado, a velocidade de agitação no nível de 650 rpm também influenciou negativamente na extração, fato que pode ser explicado por uma agitação inconstante nessa velocidade. A aplicação de hidrólise alcalina não influenciou significativamente na extração.

O procedimento de extração otimizado consistiu em pesar 0,50 g de amostra homogeneizada em Vial de 5 mL com fundo cônico e tampa com septo de silicone/teflon contendo uma barra magnética em cruz. Adicionou-se 20 µL de solução 0,50 mg mL<sup>-1</sup> de padrão interno 2-metilindol e 1,0 mL de solução de NaCl saturada. Agitou-se a 550 rpm por 3 minutos em banho a 75°C para ambientação da temperatura e, em seguida, a fibra de SPME foi inserida e exposta dentro do Vial por um período de 30 minutos, tomando o cuidado para que a ponta da fibra não tomasse contato com a amostra. Após a extração, a exposição da fibra foi realizada por 5 minutos no Injetor do CG em modo splitless a 260°C, O detector foi mantido a 280°C.

Traçou-se então a curva analítica relacionando a razão das áreas dos picos de Escatol/PI com a concentração fortificada, e obteve-se um coeficiente de correlação de 0,999, indicando ótima linearidade. A curva obtida é demonstrada na Figura 1.

Através do valor da curva analítica, chegou-se a um valor de 0,038 µg/g para o limite de quantificação do método, ou seja, a concentração mínima que é quantificada com exatidão.

Finalmente, foram analisadas 17 amostras de gordura costo-lombar e 3 de músculo suíno Longissimus dorsi. Dentre elas, haviam amostras de machos inteiros, castrados cirurgicamente e imunocastrados. Também foram analisadas amostras de fêmeas. A razão das áreas dos picos de Escatol/PI obtidas no CG foi interpolada na curva analítica para determinação da concentração.

A média geral obtida foi de 0,15 µg/g e o maior valor encontrado foi de 0,97 µg/g, referente a uma amostra de gordura suína de macho inteiro. Seis amostras tiveram concentrações abaixo do limite de quantificação, sendo que quatro amostras foram de fêmeas. Os resultados médios obtidos são demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Concentrações de escatol de animais de diferentes procedências (µg/g)

| Suíno                   | Nº de amostras | Média (Desvio) |
|-------------------------|----------------|----------------|
| Macho inteiro (gordura) | 2              | 0,54 (0,61)    |
| Castrado cirurgicamente | 6              | 0,08 (0,03)    |
| Imunocastrado           | 4              | 0,12 (0,03)    |
| Fêmea                   | 5              | 0,04 (0,03)    |
| Macho inteiro (músculo) | 3              | 0,04 (0,01)    |

Apesar de uma pequena quantidade de amostras analisadas, os resultados confirmaram que suínos inteiros tendem a apresentar maiores teores de escatol e que as amostras de fêmeas apresentam menores teores de escatol<sup>6</sup>. A castração cirúrgica se mostrou mais eficiente para diminuir os teores de escatol que a castração imunológica. Observou-se também que a gordura apresenta uma concentração de escatol muito acima do músculo em macho inteiro, devido ao acúmulo do composto preferencialmente na gordura.

## 5. CONCLUSÕES

Foi desenvolvida uma metodologia rápida e de fácil execução que se mostrou eficiente para determinar escatol em gordura e músculo Longissimus dorsi de suínos, possibilitando diferenciar concentrações de escatol em animais de diferentes procedências.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1- Rius, M. A.; Horto´s M.; García-Regueiro J. A.. Influence of volatile compounds on the development of off-flavours in pig back fat samples classified with boar taint by a test panel. *Meat Science*, v. 71, p. 595–602, 2005.
- 2- De Kock, H. L.; Heinze, P. H.; Potgieter, C. M.; Dijksterhuis, G. B.; Minnaar, A.. Temporal aspects related to the perception of skatole and androstenone, the major boar odour compounds. *Meat Science*, v. 57, p. 61–70, 2001.
- 3- Bonneau, M.; Kempster, A.J.; Claus, R.; Claudi-Magnussen, C.; Diestre, A.; Tornberg, E.; Walstra, P.; Chevillon, P.; Weiler, U.; Cook, G.L.. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. *Meat Science*, v. 54, p. 251-259, 2000.
- 4- Valente, A. L.; Augusto, F. Microextração por Fase Sólida. *Química Nova*, v. 23, n. 4, p.523-530, 2000.
- 5- Pawliszyn, J.. *Solid Phase Microextraction: Theory and Practice*; Wiley-VHC; New York, NY, 1997.
- 6- Friis, C. Is boar taint related to sex differences or polymorphism of skatole metabolism? In: EAAP working group on production and utilization of meat from entire male pigs, 1995, Milton-Keynes. *Proceedings...* Milton-Keynes, Reino Unido, 1995.

## ANEXO 2

Trabalho apresentado no 5º INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS (RAFA), 2011, Praga Institute of Chemical Technology, 2011.

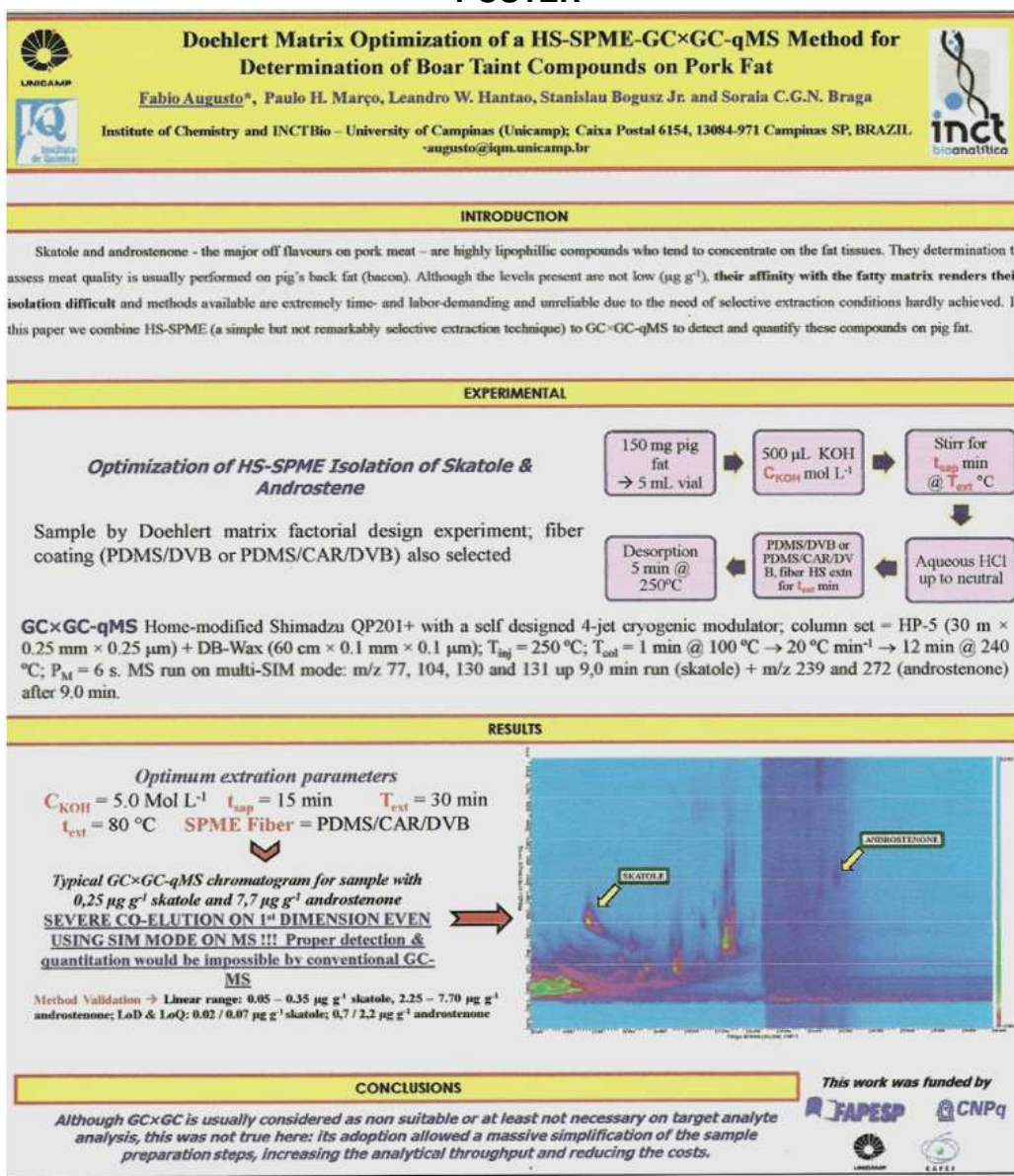
### DOEHLERT MATRIX OPTIMIZATION OF A HS-SPME-GC-QMS METHOD DETERMINATION OF BOAR TAINT COMPOUNDS ON PORK FAT

Fabio Augusto<sup>1\*</sup>, Paulo Marçó<sup>2</sup>, Leandro Hantao<sup>3</sup>, Stanislaw Bogusz Jr<sup>4</sup>, Soraia Braga<sup>5</sup>.  
<sup>12345</sup> *Institute of chemistry – Universidade of Campinas (Unicamp), Campinas-SP, BRAZIL*  
*\* Corresponding author – Email: [augusto@iqm.unicamp.br](mailto:augusto@iqm.unicamp.br), Phone +55-19-3521-3057*

One of the main problems related to pork meat quality is the off-flavor known as boar taint an offensive odor present especially on meat from non-castrated male pigs. The compounds responsible are skatole and androstenone. Since these compounds are lipophilic, they accumulate on adipose tissues. Their determination on pork fat is an important tool both for quality control; however, it is also a formidable analytical problem. Although the levels present are not low ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), their affinity with the fatty matrix renders their isolation difficult. Most of the methods available are extremely time- and labor demanding and unreliable. In this paper we describe a method combining Headspace Solid Phase Microextraction (HS-SPME) with Fast Quadrupole Mass Spectrometric Detection (GCxCG-qMS) to detect and quantify these compounds on pig. The GCxCG-qMS system was based on a Shimadzu QP2010+GC-MS fitted with a lab-made modulator; for the extraction, two SPME fibers were tested (60  $\mu\text{m}$  PDMS/DVB and 50+30  $\mu\text{m}$  of finely ground pork fat was transferred to a 5mL septum-sealed glass vial containing 500 $\mu\text{L}$  of Cbase Mol L-1 aqueous KOH. The suspension was stirred for tSAP min at Text °C to Hydrolyze the lipid fraction of the matrix and improve fiber/sample distribution coefficients. Following saponification, 500 $\mu\text{L}$  of aqueous HCl was added to neutralize the excess base and a SPME fiber exposed to the headspace of the solution for tEXT min. After extraction the fiber was exposed to the injector of GCxCG-qMS. Detection was performed on multi-SIM mode monitoring fragments with  $m/z = 130, 131, 77$  and  $104$  up to 9.0 min run (skatole) and  $m/z = 272$  and  $239$  afterwards for androstenone. The sample preparation variables – Cbase, tSAP, TEXT and tEXT – were optimized by multivariable experiments according to a Doehlert matrix arrangement. Two series of trials were conducted: one using PDMS/DVB fiber, followed by a set of experiments using DVB/CAR/PDMS fiber but optimizing only TEXT and

tEXT (since CBase and tSAP are related to the saponification of the matrix and their values should be same regardless of the fiber); the maximum extraction efficient achieved with both series of tests was compared to select the appropriate fiber. The conditions that provide the maximum extraction efficiency were Cbase = Mol L<sup>-1</sup>, tSAP = 15 min, TEXT = 30min and tEXT = 80°C, using DVB/CAR/PDMS fiber. Using these conditions, the resulting method proved to be capable to detect and quantify skatole and androstenone in concentrations comparable with those expected simpler, faster and more dependable than the traditional alternatives.

## POSTER



### ANEXO 3

#### MODELO DE FICHA DO TESTE DE ACEITABILIDADE AVALIAÇÃO DE GORDURA E DE FILÉ DE LOMBO SUÍNO

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Produto: \_\_\_\_\_

Muito obrigado por participar de nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós!

Você receberá **QUATRO** amostras de GORDURA SUÍNA, uma de cada vez.

Avalie cada amostra e responda as questões a seguir.

1. Indique o quanto você gostou DO ODOR DA GORDURA SUÍNA:

| Gostei<br>muitíssimo | Gostei<br>muito | Goste<br>i | Gostei<br>pouco | Não<br>gostei<br>nem<br>desgostei | Desgoste<br>i pouco | Desgostei | Desgostei<br>muito | Desgostei<br>muitíssimo |
|----------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|--------------------|-------------------------|
| ( )                  | ( )             | ( )        | ( )             | ( )                               | ( )                 | ( )       | ( )                | ( )                     |

2. Indique sua opinião sobre a INTENSIDADE DO ODOR DA GORDURA:

| Muito mais<br>intenso do que<br>eu gosto | Um pouco mais<br>intenso do que eu<br>gosto | Do jeito<br>que eu<br>gosto | Um pouco menos<br>intenso do que eu<br>gosto | Muito menos<br>intenso do que<br>eu gosto |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ( )                                      | ( )                                         | ( )                         | ( )                                          | ( )                                       |

3. Se uma carne suína com esse ODOR DE GORDURA estivesse à venda e o preço não fosse problema, você:

| Certamente<br>compraria | Provavelmente<br>compraria | Talvez<br>comprasse talvez<br>não comprasse | Provavelmente<br>não compraria | Certamente<br>não compraria |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| ( )                     | ( )                        | ( )                                         | ( )                            | ( )                         |

Você receberá **TRÊS** amostras de FILÉ DE LOMBO SUÍNO, uma de cada vez.

1. Indique o quanto você gostou DE MODO GLOBAL da amostra:

| Gostei<br>muitíssimo | Gostei<br>muito | Goste<br>i | Gostei<br>pouco | Não<br>gostei<br>nem<br>desgostei | Desgoste<br>i pouco | Desgostei | Desgostei<br>muito | Desgostei<br>muitíssimo |
|----------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|--------------------|-------------------------|
| ( )                  | ( )             | ( )        | ( )             | ( )                               | ( )                 | ( )       | ( )                | ( )                     |

2. Indique o quanto você gostou em particular do SABOR da amostra:

| Gostei<br>muitíssimo | Gostei<br>muito | Goste<br>i | Gostei<br>pouco | Não<br>gostei<br>nem<br>desgostei | Desgoste<br>i pouco | Desgostei | Desgostei<br>muito | Desgostei<br>muitíssimo |
|----------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|--------------------|-------------------------|
| ( )                  | ( )             | ( )        | ( )             | ( )                               | ( )                 | ( )       | ( )                | ( )                     |

3. Indique sua opinião sobre a INTENSIDADE DO SABOR no produto:

|                                                 |                                                    |                                    |                                                     |                                                  |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Muito mais<br>intenso do que<br>eu gosto<br>( ) | Um pouco mais<br>intenso do que eu<br>gosto<br>( ) | Do jeito<br>que eu<br>gosto<br>( ) | Um pouco menos<br>intenso do que eu<br>gosto<br>( ) | Muito menos<br>intenso do que<br>eu gosto<br>( ) |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

4. Indique o quanto você gostou em particular da MACIEZ da amostra:

|                             |                        |                           |                        |                                          |                              |                  |                           |                                |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Gostei<br>muitíssimo<br>( ) | Gostei<br>muito<br>( ) | Gostei<br>um pouco<br>( ) | Gostei<br>pouco<br>( ) | Não<br>gostei<br>nem<br>desgostei<br>( ) | Desgostei<br>um pouco<br>( ) | Desgostei<br>( ) | Desgostei<br>muito<br>( ) | Desgostei<br>muitíssimo<br>( ) |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------------|

5. Indique sua opinião sobre a INTENSIDADE DA MACIEZ No produto:

|                                                 |                                                    |                                    |                                                     |                                                  |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Muito mais<br>intenso do que<br>eu gosto<br>( ) | Um pouco mais<br>intenso do que eu<br>gosto<br>( ) | Do jeito<br>que eu<br>gosto<br>( ) | Um pouco menos<br>intenso do que eu<br>gosto<br>( ) | Muito menos<br>intenso do que<br>eu gosto<br>( ) |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

6. Se ESTA carne suína estivesse à venda e o preço não fosse problema, você:

|                                |                                   |                                                    |                                       |                                    |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Certamente<br>compraria<br>( ) | Provavelmente<br>compraria<br>( ) | Talvez<br>comprasse talvez<br>não comprasse<br>( ) | Provavelmente<br>não compraria<br>( ) | Certamente<br>não compraria<br>( ) |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|

7.COMENTÁRIOS

---

---

OBRIGADA!

## ANEXO 4

### Validação de equipe para avaliação de odor da gordura

Desempenho dos julgadores quanto à discriminação de amostras, à repetibilidade de respostas, número de atributos que apresentaram interação e falta de consenso para os atributos **de odor em gordura subcutânea costolombar**. (valores especificados para  $P_{\text{Famostra}} \leq 0,50$  e  $P_{\text{Repetição}} > 0,05$ ).

| Julgador  | Discriminação/<br>repetibilidade | Odor<br>Androstenona | Odor Escatol | Odor<br>característico | Nº de atributos<br>com interação | Nº de atributos<br>com falta de<br>Consenso |
|-----------|----------------------------------|----------------------|--------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>1</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.02</b>          | <b>0.10</b>  | <b>0.01</b>            |                                  | <b>1</b>                                    |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.90                 | 0.45         | 0.90                   |                                  |                                             |
| <b>2</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.01</b>          | <b>0.01</b>  | <b>0.11</b>            |                                  |                                             |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.06                 | 0.41         | 0.41                   |                                  |                                             |
| <b>3</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.06</b>          | <b>0.01</b>  | <b>0.02</b>            |                                  | <b>1</b>                                    |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.26                 | 0.05         | 0.80                   |                                  |                                             |
| <b>4</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.04</b>          | <b>0.48</b>  | <b>0.17</b>            | <b>1</b>                         |                                             |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.12                 | 0.31         | 0.05                   |                                  |                                             |
| <b>5</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.24</b>          | <b>0.40</b>  | <b>0.05</b>            |                                  |                                             |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.46                 | 1.00         | 0.43                   |                                  |                                             |
| <b>6</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.04</b>          | <b>0.50</b>  | <b>0.36</b>            | <b>1</b>                         |                                             |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.11                 | 0.25         | 0.24                   |                                  |                                             |
| <b>7</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0,01</b>          | <b>0,18</b>  | <b>0,01</b>            |                                  |                                             |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0,13                 | 0,34         | 0,41                   |                                  |                                             |
| <b>8</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.25</b>          | <b>0.01</b>  | <b>0.10</b>            |                                  | <b>1</b>                                    |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.32                 | 0.05         | 0.44                   |                                  |                                             |
| <b>9</b>  | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.03</b>          | <b>0.31</b>  | <b>0.02</b>            |                                  |                                             |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 0.97                 | 0.65         | 0.70                   |                                  |                                             |
| <b>10</b> | $P_{\text{Famostra}}$            | <b>0.13</b>          | <b>0.01</b>  | <b>0.49</b>            |                                  | <b>1</b>                                    |
|           | $P_{\text{Repetição}}$           | 1.00                 | 0.12         | 0.39                   |                                  |                                             |

## ANEXO 5

### Validação da equipe para análise descritiva quantitativa

Desempenho dos julgadores quanto à discriminação de amostras, à repetibilidade de respostas, número de atributos que apresentaram interação e falta de consenso para os atributos de interesse **em lombo suíno**. (valores especificados para  $P_{\text{Famostra}} \leq 0,50$  e  $P_{\text{Repetição}} > 0,05$ ).

| <b>Julgador</b> | <b>Discriminação/<br/>repetibilidade</b> | <b>Odor<br/>Androstenona<br/>(carne)</b> | <b>Odor Escatol<br/>(carne)</b> | <b>Odor<br/>característico</b> | <b>Sabor<br/>característico</b> | <b>Maciez</b> | <b>Suculência</b> | <b>Qualidade global</b> | <b>Nº de atributos<br/>com interação</b> | <b>Nº de atributos<br/>com falta de<br/>Consenso</b> |
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>1</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,16</b>                              | <b>0,46</b>                     | <b>0,02</b>                    | <b>0,31</b>                     | <b>0,08</b>   | <b>0,10</b>       | <b>0,26</b>             |                                          | <b>1</b>                                             |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,57                                     | 0,52                            | 0,12                           | 0,37                            | 0,85          | 0,17              | 0,92                    |                                          |                                                      |
| <b>2</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,05</b>                              | <b>0,03</b>                     | <b>0,03</b>                    | <b>0,06</b>                     | <b>0,16</b>   | <b>0,48</b>       | <b>0,21</b>             |                                          |                                                      |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,20                                     | 0,28                            | 0,64                           | 0,49                            | 0,88          | 0,95              | 0,61                    |                                          |                                                      |
| <b>3</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,02</b>                              | <b>0,49</b>                     | <b>0,02</b>                    | <b>0,12</b>                     | <b>0,33</b>   | <b>0,37</b>       | <b>0,07</b>             | <b>1</b>                                 |                                                      |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,35                                     | 0,86                            | 0,67                           | 0,62                            | 0,37          | 0,37              | 0,90                    |                                          |                                                      |
| <b>4</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,01</b>                              | <b>0,01</b>                     | <b>0,01</b>                    | <b>0,17</b>                     | <b>0,15</b>   | <b>0,45</b>       | <b>0,01</b>             | <b>1</b>                                 | <b>1</b>                                             |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,52                                     | 0,17                            | 0,72                           | 0,69                            | 0,26          | 0,35              | 0,46                    |                                          |                                                      |
| <b>5</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,05</b>                              | <b>0,44</b>                     | <b>0,01</b>                    | <b>0,18</b>                     | <b>0,06</b>   | <b>0,16</b>       | <b>0,02</b>             |                                          |                                                      |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,90                                     | 0,08                            | 0,34                           | 0,56                            | 0,21          | 0,22              | 0,49                    |                                          |                                                      |
| <b>6</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,01</b>                              | <b>0,01</b>                     | <b>0,01</b>                    | <b>0,01</b>                     | <b>0,01</b>   | <b>0,12</b>       | <b>0,01</b>             | <b>1</b>                                 | <b>1</b>                                             |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,05                                     | 0,44                            | 0,44                           | 0,09                            | 0,44          | 0,61              | 0,24                    |                                          |                                                      |
| <b>7</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,01</b>                              | <b>0,18</b>                     | <b>0,01</b>                    | <b>0,01</b>                     | <b>0,03</b>   | <b>0,04</b>       | <b>0,01</b>             |                                          | <b>1</b>                                             |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,13                                     | 0,34                            | 0,41                           | 0,15                            | 0,15          | 0,54              | 0,22                    |                                          |                                                      |
| <b>8</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,49</b>                              | <b>0,40</b>                     | <b>0,47</b>                    | <b>0,23</b>                     | <b>0,26</b>   | <b>0,11</b>       | <b>0,32</b>             |                                          |                                                      |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,18                                     | 0,40                            | 0,32                           | 0,25                            | 0,37          | 0,84              | 0,28                    |                                          |                                                      |
| <b>9</b>        | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,01</b>                              | <b>0,44</b>                     | <b>0,07</b>                    | <b>0,27</b>                     | <b>0,02</b>   | <b>0,24</b>       | <b>0,14</b>             |                                          |                                                      |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,14                                     | 0,28                            | 0,87                           | 0,80                            | 0,60          | 0,26              | 0,33                    |                                          |                                                      |
| <b>10</b>       | <b>P<sub>Famostra</sub></b>              | <b>0,04</b>                              | <b>0,16</b>                     | <b>0,07</b>                    | <b>0,03</b>                     | <b>0,41</b>   | <b>0,50</b>       | <b>0,04</b>             | <b>1</b>                                 | <b>1</b>                                             |
|                 | <b>P<sub>Repetição</sub></b>             | 0,48                                     | 0,43                            | 0,43                           | 0,06                            | 0,22          | 0,23              | 0,53                    |                                          |                                                      |

## ANEXO 6

Trabalho apresentado no 57<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2011. Ghent: BAMST, 2011.

### BACKFAT ODOUR ASSESSMENT FROM IMMUNOCASTRATED PIGS

Cipolli, K. M. V. A. B.<sup>1\*</sup>; Guadagnini, R. A.<sup>2</sup>; Orlando, E.<sup>3</sup>; Felício, P.E.<sup>4</sup>; Silveira, E.T.F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sensory, Physics and Statistic Analysis Reference Laboratory Unit, Food Science and Quality Centre, Institute of Food technology, Av. Brasil, 2880, 17070-178, Campinas, SP, Brazil.

<sup>2</sup>Graduate Student in Chemistry, IQ-University of Campinas, and Fellow of CNPq - Institute of Food technology, Av. Brasil, 2880, 17070-178, Campinas, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Meat Technology Centre, Institute of Food Technology, Av. Brasil, 2880, 17070-178, Campinas, SP, Brazil.

<sup>4</sup>Department of Food Engineer, University of Campinas, 80 Cid. Univ. Zeferino Vaz, Campinas, SP, Brazil.

\*Corresponding author (phone: +55-19-3743-1811; fax: +55-19-3743-1812; e-mail: kcipolli@ital.sp.gov.br).

**Abstract** - One hundred and twenty crossbred pigs (Tempo, sire and Topigs 40, dams) and PIC crossbred pigs (G337 sire and CB22 dams) from two commercial farms with a total of 12 treatments (n = 10) in a completely randomized design factorial 3 (female, FE, physically castrated male, PC, and immunocastrated, IC) x 2 (7.5 mg/kg ractopamine during 21 days) aiming to clarify the interaction of these two technologies on the fat odour evaluation. Descriptive analysis of odours (androstenone, skatole, characteristic swine odour, 10cm scale) with 10 judges previously trained (10h) was carried out. The judges are members of descriptive analysis panels of foods involving coffee/yogurt/meat products and fragrances, 2 years experience, daily evaluations. The skatole in some samples was evaluated by CG, with SPME. Results showed significant effects ( $p < 0.05$ ) for skatole odours while androstenone and characteristic fat swine odour showed no significant effects ( $p > 0.05$ ) as perceived by a trained panel. Instrumental skatole showed level varying from 0.0053 to 0.0408 mg/kg ( $p > 0.05$ ). In conclusion the low intensity of androstenone and skatole odours did not harm the characteristic odour of pig backfat.

**Keywords** — Pig, Sensory, Immunocastration, Ractopamine hydrochloride, Androstenone, Skatole.

#### I. INTRODUCTION

The complex industrial pork chain and the scientific community working tirelessly to improve efficiency in meat production, animal health, nutrition, and facility

management strategies to attend the growing demands of the consumer market. The challenge for this new model is to combine meat quality and quantity from pork appropriately, in order to ensure the economic feasibility of the meat industry. Immunocastration, technology relatively new in Brazil, is an alternative to the surgical castration, it is a technology that has been developed to reduce boar taint compounds in pork by a temporary suppression of testicular function through vaccination against gonadotrophin releasing factor (GnRF) [1].

Regarding the aspect of nutrition, Ractopamine acts by altering the animal metabolism and modifying the distribution of nutrients with positive results of these technologies on feed efficiency and quantity of lean meat [1, 2, 3]. The industry requires further studies to clarify the interaction of these two technologies on processed swine meat quality traits. The objective of this study was to assess the fat quality from different treatments groups, focusing on the backfat odour from female, FE, physically castrated male, PC, and immunocastrated, IC, associated or not with, 7.5 mg/kg ractopamine during 21 days and entire boar EB.

## **II. MATERIALS AND METHODS**

### **A. Animals**

One hundred twenty crossbred pigs (Tempo, sire and Topigs 40, dams) (A) and PIC crossbred pigs (G337 sire and CB22 dams) (B) from two commercial farms were grouped in females (FE), physically castrated (PC) and immunocastrated boars (IC), fed or not with ractopamine hydrochloride (7.5 mg/kg, Ractosuin, Ourofino Agrobusiness) for the final 21 days before slaughter. The boars designated to be immunocastrated received two doses of vaccine according to recommendation (Improvac®, Pfizer Animal Health). The experiment was carried out as a factorial (2 x 3) arrangement with RAC diet (0 and 7.5 mg/kg) and sex categories (FE, PC and IC). Frozen backfat of 5 entire boar, EB, (PIC crossbred pig with RAC diet) was used in this experiment as well. The slaughter procedure followed the current Brazilian practices.

## **B. Samples**

After slaughter carcasses were chilled during 22 to 24 hours, sent to the Meat technology Center pilot plant, deboned and 120 backfat samples were taken, vacuum packed, stored at ultra freezer (-82°C) and thawed for sensory and chemical evaluations. Backfat sample (10 g) and 10 mL mineral water were introduced in vials, capped, heated in water bath (50°C) and covered with aluminium foil so that no significant change occurred by the action of light (rancid odour), and also the judges were not influenced by appearance during the odour evaluation.

## **C. Sensory and chemical evaluation**

A descriptive analysis of odours (androstenone, skatole, characteristic swine odour) using an unstructured scale of 9 points (10 cm), with 10 judges previously trained (10 h) was carried out. The judges used in this study are team members of descriptive panel food analysis, coffee/yogurt/meat products and fragrances, at least for 2 years experience, with daily evaluations, presenting good reproducibility, repeatability and good discrimination among many odours in food and fragrances. The panelists were trained based on quantitative descriptive analysis test for the attributes of interest for the project [5, 6, 7]. Thus, they identified androstenone in mineral oil and in mineral water and in triangular tests (water - water with crystals; oil – androstenone 0.50 µg / g). Judges identified, defined and quantified the perceived odour intensity of androstenone and skatole using scales anchored at some references points which were presented in Table 1. The descriptive analysis was carried out in the Sensory, Physics and Statistic Analysis Reference Laboratory Unit (LAFISE) of CCQA/ITAL. The evaluations were performed in laboratory equipped according to ISO [8] in monadic way, in individual cabins and electronic registration of sensory data (CSA, Compusense Five, Version 4.8, Canada). Backfat of animal were analyzed considering: 3 farms (A, B, C), 4 genders (FM, PC, IC, EB) and 2 levels of RAC. Factor treatment (FE, FERAC, PC, PCRAC, IC, ICRAC, EBRAC) was analyzed too. A hundred and eighteen samples were presented blind to consumers in a monadic way. Data was submitted to GLM (General Linear

Models) and Tukey test to compare means with the 95% confidence interval, using SAS, v.8.7. The skatole in some samples was extracted through SPME fibers (Supelco Inc., USA) and evaluated by chromatographic analysis (Agilent model 5890 with FID detector); using 2-methyl indole as internal standard – methodology will be published soon.

**Table 1 – References of sensory assessment**

|                                |              |                                                                                                             |
|--------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Androstenone                   | 0.50<br>µg/g | body odour that causes slight burn in the nostrils and reminds urine/ sweat odour - score 2 in linear scale |
| Skatole                        | 0.40<br>µg/g | Remembering very intense odour of feces, manure score 9 in the linear scale                                 |
| Characteristic fat swine odour | -            | Characteristic odour of barrows/castrated swine backfat kept in warm water – score 7 in the linear scale    |

### III RESULTS AND DISCUSSION

Regarding that all the 10 judges were able to detect androstenone in all the tests applied, 10 of them were selected. Using crystals, an author [9] worked on detection of androstenone, and reclassified already trained judges in Europe: 74% of them were able to detect differences in meat samples with 3.0 ppm of androstenone, and reported the difficulty of judges get sensitive to that substance, though they were trained. The statistical results showed significant differences ( $p < 0.05$ ) among judges and sometime interactions ( $p > 0.05$ ) between them and the farm, gender, RAC diet. Regarding their knowledge of differences it was hard to distinguish androstenone or skatole in several samples. This fact is in accordance to [10] who reported the difficult to differentiate the boars attributes skatole and androstenone.

Considering the farm, the statistical results showed differences (Table 2,  $p < 0.05$ ) for genders (Figure 1), RAC diet (Figure 2), treatments (Figure 3) and judges. The odour statistical results showed difference ( $p < 0.05$ ) between farms A and B and A and C; between genders EB and FE as well as EB and PC, between IC and FE (farm A); between treatments FERAC and ICRAC (farm A), for androstenone. Means of androstenone scores were considered low (close to score 2). According

to [11] there is a discrepancy between the values of the sensory threshold for androstenone, but the highest concentration used was in the range of 0.5 and 1.0 µg/g.

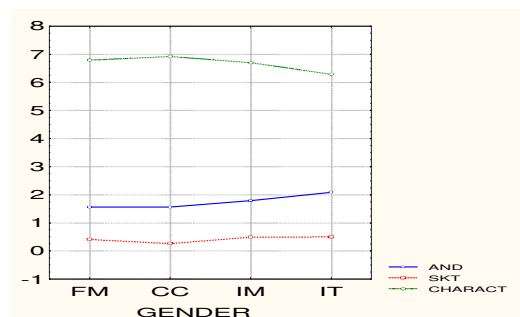
The present study showed that a time period of 8 and 4 weeks for vaccination and slaughter were not detrimental for the immunization effect and corroborate with [12] who studied immunocastrated and surgical castrated androstenone odour in salivary glands and concentration in backfat.

Results showed no difference ( $p>0.05$ ) for skatole when farms were analyzed; showed difference.

**Table 2 – Odour sensory assessment for farm**

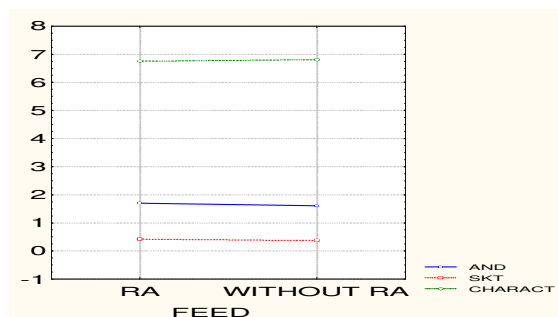
| Farm<br>(animals) | Odour Perception<br>(means $\pm$ standard deviation) |               |                 |
|-------------------|------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
|                   | Androstenone                                         | Skatole       | Characteristic  |
| A (54)            | 1.4 b $\pm$ 1.4                                      | 0.4 $\pm$ 0.8 | 6.9 a $\pm$ 1.7 |
| B (59)            | 1.9 a $\pm$ 1.8                                      | 0.4 $\pm$ 0.8 | 6.7 b $\pm$ 1.6 |
| C (5)             | 2.1 a $\pm$ 2.0                                      | 0.4 $\pm$ 0.8 | 6.3 b $\pm$ 1.9 |

Overall results for immunocastration and castration showed significant effects ( $p<0.05$ ) for skatole odours while androstenone and characteristic fat swine odour showed no significant effects ( $p>0.05$ ) as perceived by a trained panel.



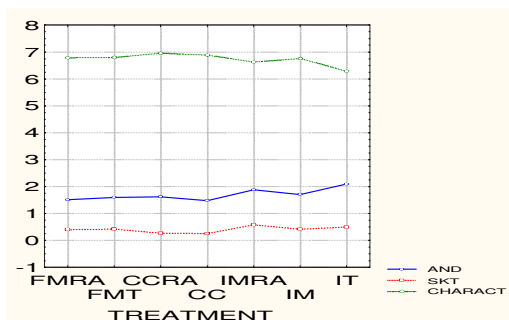
FE: FM-female/gilt; PC: CC-male swine castrated physically (barrows); IC: IM-male swine castrated immunologically; EB: IT-entire/non-castrated young male.

**Figure 1.** Odour perception among genders



RAC: with Ractopamine Hydrochloride diet.

**Figure 2.** Odour perception with ractopamine hydrochloride diet



FE: FM-female/gilt; PC: CC-male swine castrated physically (barrows); IC: IM-male swine castrated immunologically; EB: IT-entire/non-castrated young male; RAC: Rawith Ractopamine Hydrochloride diet.

**Figure 3.** Odour Perception among treatments

Instrumental analysis of skatole showed 0.0053 (over limit quantification below) for IC to 0,078 for FERAC. The results presented in Table 3 showed no difference ( $p>0.05$ ) for intensity of skatole and was in according to sensory assessment.

**Table 3 – Skatole Concentration**

| SAMPLE | SKATOLE * ( $\mu\text{g/g}$ ) |
|--------|-------------------------------|
| CC     | 0.0619 $\pm$ 0.0056           |
| CCRA   | 0.0487 $\pm$ 0.0125           |
| FMRA   | 0.0778 $\pm$ 0.0312           |
| IM     | 0.0053** -                    |
| IMRA   | 0.0783 $\pm$ 0.0587           |
| IT     | 0.0744 $\pm$ 0.0134           |

\*means $\pm$ standard deviation; \*\*over limit quantification below – 0.037558  $\mu\text{g/g}$ .

## IV CONCLUSION

The low sensory intensities of androstenone and skatole as well as the instrumental skatole results did not harm the characteristic odour of pig backfat. Thus, immunocastration and Ractopamine feeding as used in these 2 farms can be successfully applied.

## V ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Pfizer Animal Health, CNPq and Agroceres PIC for the support given to conduct this study.

## VI REFERENCES

1. DUNSHEA, F.R. et. al. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 2524-2535, 2001.
2. Bridi, A.M., Nicolaiewsky, S.; Rubensan, J.M. Efeito do genótipo Halotano e diferentes sistemas de produção na qualidade da carne suína. *Rev Bras Zootecn.* v. 32, n. 6, p.1362-1370, 2003.
3. Schinckel, A. P., Li, N., Richert, B. T., Preckel, P. V., Einstein, M. E.. Requirements of pigs fed ractopamine - Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine. *J Anim. Sci.*v. 81, p. 1106-1119, 2003.
4. Brasil (1997). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Industrial Inspection and Sanitary Regulation of Food of animal Products. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
5. Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. Sensory evaluation techniques. 4<sup>th</sup> Edition. CRC Press, Inc. Boca Raton. FL. 2006. 448p.
6. Stone, H., Sidel, J.L. Sensory Evalution Practies. Florida – USA: 3th Edition. Academic Press, Inc. 2004. 377p.
7. Damásio, M., H., Costell, E., Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores.. *Revista Agroquimica de Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 2, p. 165-78, 1991.
8. ISO (1988). Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. ISO, 8598:1988. Geneva: ISO.
9. Dijksterhuis, G. B., Engel, B., Walstra, P., Font i Furnols, M., Agerhem, H., Fischer, K., et al. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science*. v. 54, p. 261–269, 2000.
10. Lunde, K., Skuterud, E., Nilsen, A., Egelanddal, B. A new method for differentiating the androstenona sensitivity among consumers, *Food Quality and Preference*.v. 20, p.304-311. 2009.
11. Bonneau, M., Kempster, A.J., Claus, R., Claudi- Magnussen, C., Diestre, A., Tornberg, E.,Walstra, P., Chevillon, P., Weiler, U.; Cook, G.L. An international

study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. Meat Science v. 54, p. 251-259, 2000.

12 Jaros, P., Bürgi, E., Stärk, K. D. C., Claus, R., Hennessy, D., Thun, R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. Livestock Production Science, v. 92, n. 1, p.:31–38, 2005.

## ANEXO 7

Trabalho apresentado no 5º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE CARNES, 2011. Campinas: CTC-ITAL, 2011

### **Intensidade do odor sexual na gordura suína de animais imunocastrados**

CIPOLLI<sup>1,2\*</sup>; K. M. V. A. B.; ALMEIDA<sup>3</sup>, M. A.; ORLANDO<sup>4</sup>, E.; ALVES<sup>5</sup>, M. R. C. FORMIGUIERI<sup>1</sup>, R.; OLIVEIRA<sup>4</sup>, S. R.; MIYAGUSKU<sup>4</sup>, L.; SILVEIRA<sup>4,5</sup>, E.T.F.

<sup>1</sup> Doutoranda DTA FEA UNICAMP, Campinas, SP, Brasil

<sup>2</sup> LAFISE-Unidade Laboratorial de Referência em Análises Físicas Sensoriais e Estatísticas-Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos –CCQA-ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos Av. Brasil, 2880, 17070-178, Campinas, SP, Brasil

<sup>3</sup> ESALQ-USP - Universidade de São Paulo; Estagiário, doutorando do LAFISE-CCQA-ITAL.

<sup>4</sup> Centro de Tecnologia de Carnes – CTC-ITAL

<sup>5</sup> Prof. Convidado - DTA-FEA-UNICAMP

Email: kcipolli@ital.sp.gov.br

### **1 Introdução**

O odor representa um importante atributo sensorial para a qualidade da carne. Odor sexual é um odor desagradável predominantemente associado ao cozimento e ingestão da carne suína de animais machos sexualmente desenvolvidos ou em desenvolvimento. Os principais compostos associados ao odor desagradável da carne suína são androstenona e escatol. Odor de escatol também pode ocorrer em fêmeas e demonstrou-se que o escatol potencializa a percepção sensorial de odor desagradável associado à androstenona<sup>1</sup>.

A avaliação através de equipe de julgadores treinados<sup>2</sup> pode servir como uma referência fácil e barata para avaliar o odor sexual e trata-se de uma quantificação objetiva do mesmo. Apesar de o treinamento melhorar o consenso ainda haverá diferenças pois a sensibilidade de cada julgador é distinta.

A imunocastração, introduzida comercialmente no Brasil em 2007, é uma alternativa à castração física, e foi desenvolvida para reduzir compostos de odor sexual na carne suína por uma supressão temporária da função testicular através da vacinação contra o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH)<sup>1</sup>.

Quanto ao aspecto da nutrição, Ractopamina age alterando o metabolismo animal e modificando a repartição dos nutrientes, com resultados positivos desta tecnologia sobre a eficiência alimentar e a quantidade de carne magra<sup>2</sup>.

A interação dessas duas tecnologias e seus efeitos no processamento de carne suína e nas características de qualidade dos produtos obtidos ainda não está bem esclarecida. Assim, estudos mais específicos com os compostos responsáveis por odores desejáveis e indesejáveis se fazem presente, pois este fato permite o conhecimento e controle de reações químicas que influenciam a qualidade do alimento.

## **2 Objetivo**

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos combinados das tecnologias de imunocastração e ractopamina sobre odor de gordura subcutânea de suínos.

## **3 Material e Métodos**

Animais oriundos dos cruzamentos Topigs®, n=60, (Tempo, macho e Topig 40, fêmeas) e Agroceres®, n=60, (AGPIC 337, machos e CB22 fêmeas) de duas fazendas comerciais foram selecionados aleatoriamente em fêmeas (FM, n=20), machos castrados física/cirurgicamente (CC, n=20) e machos imunocastrados (IM, n=20), alimentados ou não com ractopamina, RAC (7.5 mg/kg, Ractosuin®, Ourofino Agrobusiness) aos 21 dias antes do abate. Efetuou-se ainda o abate de 6 suínos machos inteiros (IT), cuja gordura serviu de referência para o estudo. Os suínos aleatoriamente designados a serem imunocastrados receberam duas doses da vacina de acordo com a recomendação do fabricante (VIVAX®, Pfizer Saúde Animal). O experimento foi realizado em arranjo fatorial (2 x 3) com dieta RAC (0 e 7,5 mg/kg) e categorias por sexo (FM, CC e IM). O procedimento do abate seguiu o processo comercial adotado pelo frigorífico.

As amostras de gordura e carne (Longissimus dorsi – entre 8ª. e 12ª. costela). Estas amostras foram obtidas das meias carcaças que foram submetidas aos processos de pesagem, seleção através da tipificação eletrônica, resfriamento e desossa. As amostras foram acondicionadas a vácuo e

armazenadas. A gordura utilizada foi mantida em ultra freezer à - 82°C até descongelamento avaliação sensorial de odor além de avaliação instrumental da concentração de escatol de gordura suína.

### 3.1 Preparo de Amostras e Avaliação de odor da gordura

O preparo de 121 amostras consistiu do seu descongelamento e acondicionamento em frascos de vidro dotados recobertos com papel alumínio e tampados, evitando-se assim modificações do odor por ação da luz (oxidação) bem como a sua aparência. Na execução do teste sensorial foram utilizadas cabines individuais computadorizadas (Compusense Five v. 4.8) sob iluminação de lâmpadas vermelhas, longe de ruídos e odores e as amostras foram apresentadas de forma monádica e aquecidas (50°C).

Os 10 julgadores participantes deste estudo são membros de equipes de avaliação descritiva de sabor e odor em alimentos: café/iogurte/produtos carneos e fragrâncias, atuando diariamente e com no mínimo 2 anos, de experiência, apresentando boa reprodutibilidade, repetibilidade e boa discriminação de diversos atributos que descrevem alimentos<sup>3</sup>. Os julgadores identificaram, definiram e quantificaram a intensidade percebida de odor das substâncias químicas: androstenona e escatol além de odor característico de gordura/ suína, obtida de animal castrado, utilizando escalas (10 cm) ancoradas em alguns pontos de referência como as apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Referências utilizadas na avaliação sensorial de odores

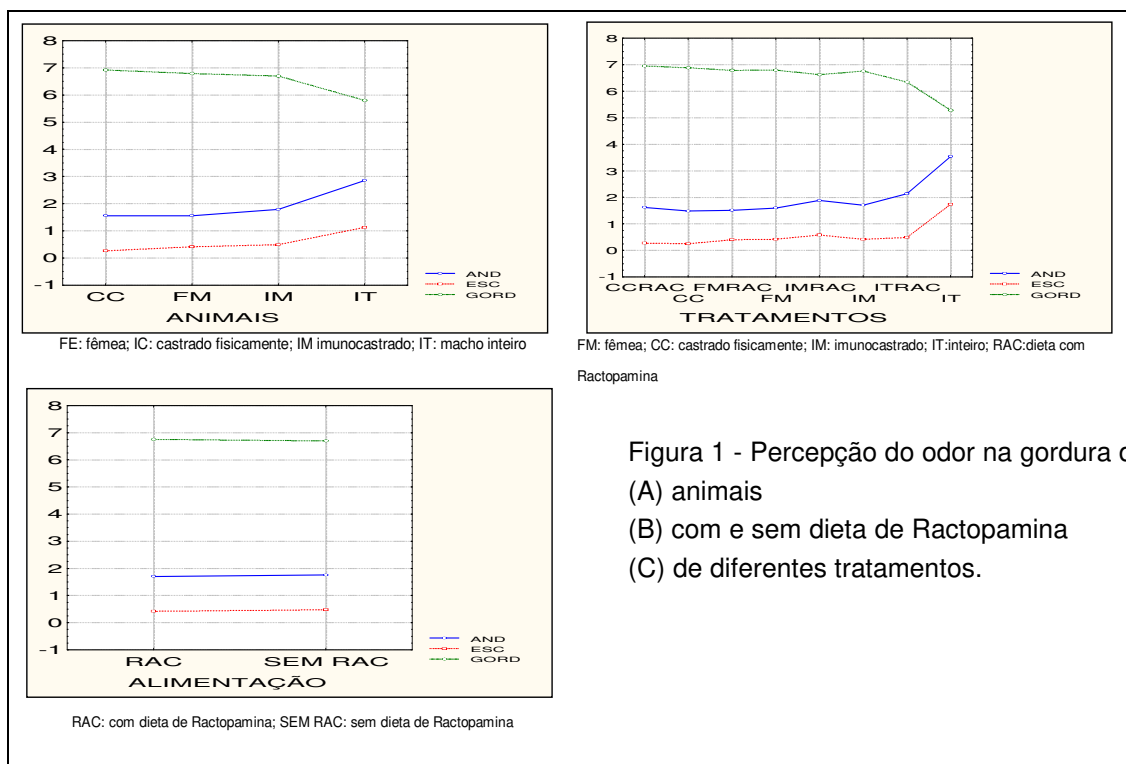
| Odor                            | Intensidade                                                                                                    | Definição                                                                    |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Androstenona                    | 0.50 µg / g                                                                                                    | Odor que causa ardência nas narinas e lembra odor de urina (intensidade: 2). |
| Escatol                         | 0,40 µg/g                                                                                                      | Odor muito intenso lembrando a fezes, chiqueiro (intensidade: 9).            |
| Característico de gordura suína | Obtidos de animal castrado abatido e mantido congelado à - 82°C (ultra freezer) e descongelado em refrigerador | Odor característico de gordura subcutânea aquecida em água (intensidade: 7). |

A avaliação cromatográfica de escatol realizada através de extração com SPME e detecção em CG segundo metodologia prescrita em outro trabalho neste evento envolveu algumas das amostras servidas aos julgadores.

Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias ao nível de confiança de 95% ( $p \leq 0,05$ ), tendo como fontes de variação: amostras, provadores e interação amostra-provador.

#### **4 Resultados**

A percepção do odor na gordura considerando isoladamente os animais, a adição da ractopamina e os diferentes tratamentos são ilustrados na Figura 1. Na avaliação sensorial a intensidade média de odor de androstenona e de escatol foi considerada baixa (próxima a 2 na escala utilizada, Tabela 1). Contudo o odor em IT afetou a qualidade da gordura – avaliada pelo odor característico de gordura suína. De acordo com Bonneau<sup>4</sup> existe uma discrepância entre os valores do limiar de detecção para androstenona e escatol e a concentração mais utilizada é de 0,5 µg/g e 0,22 µg/g, respectivamente. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre o tratamento/animal IT e os demais, que não diferiram entre si, para os atributos androstenona, escatol e odor característico de gordura. Não houve diferença ( $p < 0,05$ ) na comparação entre as dietas para esses atributos.



A análise instrumental realizada para apenas 17 amostras (2 a 3 repetições por tratamento) detectou valores médios entre 0,03 µg/g (abaixo do limite mínimo de quantificação) para FM com ractopamina até 0,54 µg/g para IT. As concentrações médias, ilustradas na Figura 2, mostraram que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre IT e os demais tratamentos. Os resultados obtidos, apesar de poucos, confirmam a avaliação sensorial, pois a equipe considerou que odor de escatol não comprometeu o odor característico de gordura suína, exceto para IT.

O presente estudo evidenciou a eficiência da imunocastração seguindo o protocolo de aplicação da vacina de 8 a 4 semanas antes do abate e corrobora com os resultados obtidos por Jaros5 e equipe que estudaram odor de androstenona em glândulas salivares e no toucinho costolombar provenientes de suínos castrados fisicamente e imunocastrados.

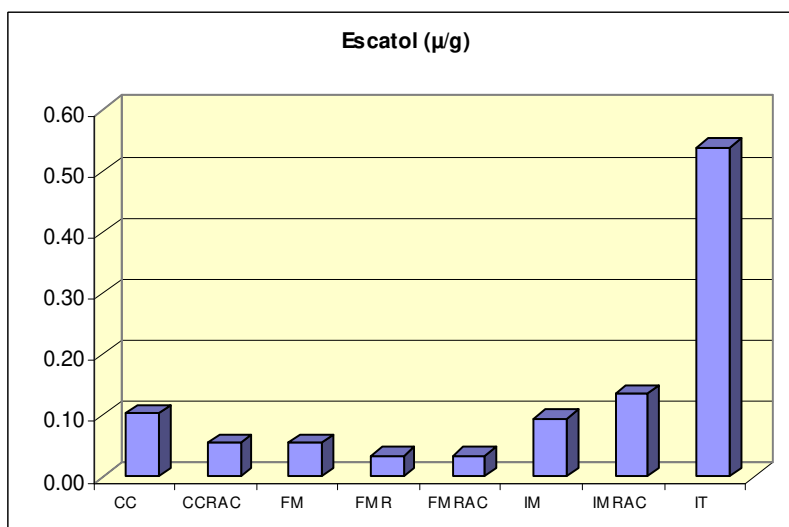


Figura 2 - Análise instrumental da intensidade de escatol ( $\mu\text{g/g}$ ) de 17 amostras de gordura subcutânea costolombar obtida de suíno imunocastrado (IM), castrado (CC), fêmea (FM) e inteiro (MI) alimentados ou não com ractopamina (RAC).

## 5 Conclusão

As baixas intensidades dos compostos responsáveis pelo odor sexual (androstenona e escatol) constatadas sensorialmente em fêmeas e castrados (física e imunologicamente) associadas aos baixos níveis de escatol determinados instrumentalmente, não prejudicaram o odor característico do toucinho costolombar.

Ficou assim demonstrada a eficiência da imunocastração no controle da incidência dos compostos responsáveis pelo odor sexual. O uso combinado da imunocastração e Ractopamina não interferiu sensorialmente na percepção do odor pela equipe de julgadores treinada utilizada neste estudo.

## 6 Referências

1. DUNSHEA, F. R., COLANTONI C., HOWARD, K., MCCAULEY, I., JACKSON P., LONG, K. A.; LOPATICKI, S., NUGENT, E. A., SIMONS, J. A., WALKER, J., HENNESSY, D.P. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac)

eliminates boar taint and increases growth performance. J. Animal Science.V. 79, p. 2524–2535. 2001.

2. PEREIRA, F. A., FONTES, D.O., SILVA, F.C.O., FERREIRA, W.M., LANNA, A.M.Q., CORRÊA, G.S.S., SILVA, M.A., MARINHO, P.C., AROUCA, C.L.C., SALUM, G.M. Efeitos da Ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. V.60, n.4, p.943-952. 2008.
3. FARIA, E, V; YOTSUYANAGI, K. Técnicas de análise sensorial. 2ª Ed. Instituto de Tecnologia de Alimentos: Campinas. 2008. 120p.
4. BONNEAU, M., KEMPSTER, A.J., CLAUS, R., CLAUDI-MAGNUSSEN, C., DIESTRE, A., TORNBERG, E., WALSTRA, P., CHEVILLON, P., WEILER, U. & COOK, G.L. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures, Meat Science 54, 251-259. 2000.
5. JAROS, P., BÜRG, I E., STÄRK, K. D. C., CLAUS, R.; HENNESSY, D.; THUN, R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. Liv Prod Sci. 92: 31–38. 2005.

Agradecimentos: Bárbara V. Ikari; Regiane A. Guadagnini; Adrieli Martins.



Pfizer Animal Health; Agroceres PIC



SECRETARIA DE  
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO



## APÊNDICE 1 - COMITÊ DE ÉTICA

|                                                                    |                     |                     |                       |                     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Andamento do projeto - CAAE - 0028.0.147.000-10                    |                     |                     |                       |                     |
| Título do Projeto de Pesquisa                                      |                     |                     |                       |                     |
| Imunocação e seus benefícios na qualidade sensorial de carne suína |                     |                     |                       |                     |
| Situação                                                           | Data Inicial no CEP | Data Final no CEP   | Data Inicial na CONEP | Data Final na CONEP |
| Aprovado no CEP                                                    | 19/05/2010 14:39:21 | 25/08/2010 15:06:14 |                       |                     |
| Descrição                                                          | Data                | Documento           | Nº do Doc             | Origem              |
| 1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet                          | 05/05/2010 15:08:31 | Folha de Rosto      | FR337542              | Pesquisador         |
| 2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)                 | 19/05/2010 14:39:21 | Folha de Rosto      | 0028.0.147.000-10     | CEP                 |
| 3 - Protocolo Pendente no CEP                                      | 25/08/2010 15:05:42 | Folha de Rosto      | 211/10                | CEP                 |
| 4 - Protocolo Aprovado no CEP                                      | 25/08/2010 15:06:14 | Folha de Rosto      | 211/10                | CEP                 |

[http://portal2.saude.gov.br/sisnep/extrato\\_projeto.cfm?codigo=337542](http://portal2.saude.gov.br/sisnep/extrato_projeto.cfm?codigo=337542) acessado em 30/01/2012.

## APÊNDICE 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) Para consumidores de carne suína

Projeto de Pesquisa: **Imunocastração e seus efeitos nas características sensoriais, físicas e químicas da carne suína.**

**Responsável pela Avaliação Sensorial:** Kátia Maria Vieira Avelar Bittencourt Cipolli.

Prezado participante

Estamos pesquisando as características da carne suína obtida de animais que foram criados em melhores condições de bem estar.

Não há nenhum inconveniente no consumo da carne temperada e assada. Não devem participar do teste apenas pessoas que não tenham hábito de consumidor este tipo de carne. Você poderá desistir do teste a qualquer instante.

A sua resposta sincera é muito importante para a realização dessa pesquisa.

Os resultados obtidos neste trabalho serão tornados públicos em publicações científicas e congressos, sejam eles favoráveis ou não, porém, sem identificação dos participantes.

Caso concorde em participar desta pesquisa, voluntariamente, por favor, preencha os dados abaixo, assine e devolva-a à pessoa que lhe entregou – é a nossa comprovação de sua participação voluntária e poderemos convidá-lo futuramente para outros testes como este.

Gratos pela sua colaboração.

Expedito Tadeu Facco da Silveira - [tfacco@ital.sp.gov.br](mailto:tfacco@ital.sp.gov.br), fone: (19) 3743.1892

Kátia M. V. A. B. C., fone: 19-3743 1811. Assinatura: \_\_\_\_\_

Comitê de Ética – Fone: (19) 3343.6777

---

**Declaro aceitar participar voluntariamente da pesquisa.**

Nome: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_