

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

**FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM HIGIENE VETERINÁRIA E  
PROCESSAMENTO TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

**DANIEL DA SILVA LUCAS**

**IMUNOCASTRACÃO E ADIÇÃO DE RACTOPAMINA EM DIETA SUÍNA E  
SEUS EFEITOS FÍSICO E BIOQUÍMICOS NA SOBREPALETA E NA COPA  
TIPO ITALIANA**

**UNIVERSIDADE  
FEDERAL  
FLUMINENSE**

**NITERÓI**

**2012**

DANIEL DA SILVA LUCAS

IMUNOCASTRACÃO E ADIÇÃO DE RACTOPAMINA EM DIETA SUÍNA E SEUS EFEITOS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS NA SOBREPALETA E NA COPA TIPO ITALIANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientador: PROF. DR. TEÓFILO JOSÉ PIMENTEL DA SILVA, PHD

Co-Orientador: PROF. DR. EXPEDITO TADEU FACCO SILVEIRA

Niterói

2012

N244 Lucas, Daniel da Silva

Imunocastração e adição de ractopamina em dieta suína e seus efeitos físicos e bioquímicos na copa tipo italiana/ Daniel da Silva Lucas; Orientador: Teófilo José Pimentel da Silva. - 2012.  
91f.

Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal)— Universidade Federal Fluminense, 2012.

Orientador: Teófilo José Pimentel da Silva

1. copa suína. 2. imunocastração. 3. ractopamina 4. composição físico-química 5. perfil eletroforético  
I. Título.

CDD 664.9

DANIEL DA SILVA LUCAS

**IMUNOCASTRACÃO E ADIÇÃO DE RACTOPAMINA EM DIETA  
SUÍNA E SEUS EFEITOS FÍSICO-QUÍMICOS NA COPA E SUA  
MATÉRIA PRIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Aprovada em / / .

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Teófilo José Pimentel da Silva – Orientador  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira – Co-orientador  
Instituto de Tecnologia de Alimentos/ CTC-. Campinas - SP

---

Prof. Dr. Sérgio Borges Mano  
Universidade Federal Fluminense

Niterói  
2012

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por meio de Jesus Cristo meu Senhor, por Sua constante presença, graça e misericórdia que sempre me acompanharam durante a vida.

A toda minha família, que sempre esteve presente me incentivando, orando, e pela amizade e companheirismo. Um agradecimento especial a meu irmão em Cristo e cunhado Jeison e à minha irmã Aninha por sempre me acolherem em sua casa no período que estive no Rio de Janeiro.

Aos amigos e irmãos em Cristo que fiz durante minha passagem pelas cidades do Rio de Janeiro e Niterói pela amizade, orações, companhia e união.

Aos professores, orientadores e amigos. Prof. Dr. Teófilo José Pimentel da Silva e co-orientador Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira pela orientação, amizade, apoio e atenção.

A todos profissionais e estagiários do Centro de Tecnologia de Carnes por toda ajuda, colaboração e amizade construída, que direta ou indiretamente contribuíram durante a execução deste projeto. Em especial aos amigos Eduardo Orlando, Rodrigo Gomes, Serginho, Edinho Adrieli Martins, Raquel Formighieri, Larissa Abreu. Andréia Iocca, Giovanna Dotta, Letícia Silva,

Ao Grupo Arantes Alimentos (Frigor Hans- Jundiaí) nas pessoas do Sr. Valter Uguetto, Rafael Godoy e Marcel dos Santos pela disponibilidade e colaboração durante processamento dos produtos cárneos.

À Dra. Flávia Maria Neto pela colaboração e abertura do laboratório de Bioquímica de Alimentos do DEPAN- Unicamp e a Ma. Eliana M. Pettirossi Motta pela colaboração e disposição durante as análises de eletroforese.

Aos participantes de todo o projeto.

Aos meus colegas, amigos e aos professores da pós-graduação, pela cooperação, auxílio e aprendizagem. Em especial, aos amigos Daniella Bernardi, Claudia Del Castilho, Bruno da Costa Lima, Anna Carolina Canto, Janaina Ribeiro, Juliana Niedu, Gabriel dos Santos e Patrícia Baldino pela amizade e colaboração durante os últimos dois anos.

Aos professores, secretários e técnicos do Programa de Pós-graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal Fluminense.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante o curso de mestrado.

## RESUMO

Este experimento consistiu em caracterizar a matéria prima e o produto industrializado, Copa tipo italiana, obtida de suínos da linhagem Large White x Hampshire x Duroc, criados em granja comercial e submetidos à imunocastração e à inclusão de ractopamina (RAC) no plano nutricional dos suínos na fase de terminação, formando assim 6 grupos: fêmeas (FE), suínos machos castrados fisicamente (CF) e machos imunocastrados (IM), cada gênero com e sem a adição de (RAC) na dieta (7.5mg/kg durante 21 dias antes do abate). Os animais foram abatidos ao atingirem a média de peso vivo de 115 kg. Após abate e desossa, foram obtidas 90 sobrepaletas, consistindo em 15 sobrepaletas por tratamento, as quais foram divididas ao meio formando um total de 30 peças por tratamento. As amostras foram processadas em indústria frigorífica para elaboração do produto Copa tipo italiana. As análises realizadas foram a determinação total de proteínas, lipídios e umidade da matéria prima, atividade de água, pH, cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) durante o processamento e os perfis eletroforéticos (SDS-PAGE) da matéria prima e do produto final (copa suína tipo italiana), além de análise microbiológica e de aceitação global do produto. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey para análise em esquema de interação tripla, sendo 2 (com e sem ractopamina) x 3 (fêmeas, castrados fisicamente e imunocastrados) x 5 (tempos de análise durante processamento do produto, sexos x tempos de processamento da copa), 4 repetições por tratamento (em cada período de análise) tendo como unidade experimental as peças da sobrepaleta suína. A inclusão de RAC na dieta mostrou influência ( $p < 0,05$ ) sobre teor de gordura, umidade e valor de pH das sobrepaletas, mostrando interação com o gênero imunocastrado para o parâmetro de pH. As sobrepaletas dos animais IM mostraram menor teor de gordura, mais umidade e mais proteína que o grupo CF ( $p < 0,05$ ). Não foram notadas grandes diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para cor e atividade de água ao longo do processamento da copa. Pela análise sensorial demonstra-se pela intenção de compra dos consumidores que o produto foi bem aceito. Pelos presentes resultados sugere-se que as tecnologias da imunocastração e da adição de RAC à dieta suína, podem ser aplicadas com sucesso na produção de copa tipo suína.

Palavras-chave: suíno, imunocastração, ractopamina, copa tipo italiana, composição físico-química, perfil eletroforético.

## ABSTRACT

This experiment consisted to characterize the processed product Coppa Italian type obtained from swines of Large White x Hampshire x Duroc (Tempo, male and Topigs 40, dam) raised in commercial farm and submitted to immunocastration and ractopamine (RAC) feeding (7.5mg/Kg during 21 days before slaughter), forming 6 treatments as follows: gilts(FE), male pigs physically castrated (PC) and immunologically castrated pigs (IM), each one with and without ractopamine (RAC) feeding (7.5mg/Kg during 21 days). Animals were slaughtered when they reached the average live weight of 115 kg. After slaughter and deboning, 90 pork necks were obtained, consisting in 15 pork necks for each treatment, which were cutted in two pieces, presenting 30 samples for each treatment. The samples were processed in a meat industry for elaboration of Coppa Italian type product. The analysis were performed to determine moisture, fat and protein content of the raw meat, water activity, pH, objective color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) during process and electrophoretic profile (SDS-PAGE) of raw meat and final product (coppa Italian type), as well as sensorial acceptability of this product. The results were submitted to ANOVA and Tukey statistical analysis for a 3-way interaction, being 2 (RAC concentration)  $\times$  3 (sexes: female, physically castrated and immunocastrated)  $\times$  5 (coppa process times). 4 samples in each time of analysis for each treatment, being the experimental unit the half pieces of pork necks. The ractopamine feeding showed influence over pork's neck moisture, fat content and pH showing interaction with immunocastrated gender for pH parameter. Necks from IM showed less fat, more moisture and protein content than PC. There were no big difference for color and no difference for water activity (aW). The purchase frequency shows that all products were certainly/probably likely to buy. The present results for consumer acceptance suggest that immunocastration and Ractopamine (RAC) feeding can be successfully applied for Italian Coppa.

Key words: coppa, immunocastration, ractopamine, meat quality, electrophoretic profile

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS, f 4

RESUMO, f 6

ABSTRACT, f 7

SUMÁRIO, f. 8

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, f. 11

LISTA DE TABELAS, f. 12

**1 INTRODUÇÃO**, f. 14

**2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**, f 17

2.1 IMUNOCASTRACÃO, f 17

2.1.1. **Aspectos fisiológicos e hormonais que antecedem a maturidade sexual**, f 17

2.1.2 **Odor na carcaça e seus principais contribuintes**, f 18

2.1.3 **Androstenona**, f 19

2.1.4 **Escatol**, f 20

2.1.5 **Alternativas para evitar odor na carcaça e carne**, f 20

2.1.6 **Castração Física**, f 21

2.1.7 **Castração imunológica**, f 22

2.1.8 **Qualidade de carne e carcaça e efeitos de sexo**, f 24

2.1.8.1 pH, f 24

2.1.8.2 Cor, f 25

2.1.8.3 Proteína gordura e umidade, f 26

2.2 REPARTIDORES DE ENERGIA- RACTOPAMINA, f 27

- 2.2.1 **Qualidade de carne e ractopamina**, f 29
  - 2.2.1.1 pH, f 29
  - 2.2.1.2 Cor, f 30
  - 2.2.1.3 Proteína, gordura e umidade, f 31
  - 2.2.1.4 Outras considerações, f 32
- 2.3 PRODUTOS CÁRNEOS DERIVADOS DE SUÍNOS, f 33
- 2.4 COPA, f 33
- 2.5 ELETROFORESE DE PROTEÍNAS, f 35

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**, f 37

- 3.1 ANIMAIS, f 37
- 3.2 TRATAMENTOS, f 37
- 3.3 ABATE, f 38
- 3.4 SELEÇÃO DE CARÇAÇA, f 38
- 3.5 PROCESSAMENTO DA COPA TIPO ITALIANA, f 38
- 3.6 QUALIDADE DA MATÉRIA PRIMA E DA COPA DURANTE O PROCESSAMENTO INDUSTRIAL, f 45
  - 3.6.1 **Teor de proteína, lipídeos e umidade da matéria prima**, f 45
  - 3.6.2 **Determinação de pH**, f 46
  - 3.6.3 **Avaliação de cor objetiva**, f 46
  - 3.6.4 **Atividade de água (Aa)**, f 46
  - 3.6.5 **Perfil eletroforético pelo sistema SDS-PAGE**, f 47
  - 3.6.6 **Análise microbiológica**, f 48
  - 3.6.7 **Análise sensorial**, f 48
- 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA, f 49

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO** , f 51

- 4.1 VALORES DA ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MATÉRIA PRIMA, f 51
- 4.2 pH, f 52
- 4.3 COR DA CARNE, f 55
- 4.4 ATIVIDADE DE ÁGUA AO LONGO DO PROCESSAMENTO, f 59
- 4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA, f 60

4.6 SDS-PAGE (“sodium dodecyl sulfate polyacrilamide gel electrophoresis”), f 62

4.7 ANÁLISE SENSORIAL, f 64

**5 CONCLUSÕES**, f 67

**6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**, f 68

**7 APÊNDICE**, f. 87

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 Peças de sobrepaletas em “carrinho” próprio para o processo da salga seca, f 39
- Figura 2 Peças sendo empilhadas no carrinho de salga, f40
- Figura 3 Realização de salga nas camadas de peças cárneas que dão origem às copas tipo italiana, f 40
- Figura 4 Amostras identificadas durante empilhamento e salga, f 41
- Figura 5 Amostras durante procedimento de tombamento (a cada dois dias) e ressalga (no sétimo dia do processo de salga), f 41
- Figura 6 Amostra no final do processo de salga (15º dia), f 42
- Figura 7 Amostras identificadas e separadas do restante dos produtos da indústria, f 42
- Figura 8 Vestimento das peças com tripa artificial permeável para posterior processo de secagem e maturação, f 43
- Figura 9 peças após vestimento de tripas e envoltório de redes antes de serem acondicionadas em gaiola e serem levadas a câmara fria para a maturação das copas, f 43
- Figura 10 Copas nos envoltórios de rede, acondicionadas nas gaiolas e preparadas para ir à câmara de secagem e maturação, f 44
- Figura 11 Copas ao final do processo de maturação (após de 55 dias na câmara de maturação, f 44
- Figura 12 Valores do pH dos cinco pontos ao longo do processamento (dias 1- matéria prima, 15- final do processo de salga , 30- 15 dias de maturação, 45- 30 dias de maturação e 70- 55 dias de maturação) do processamento, f 55
- Figura 13 Valores de Atividade de água (Aa) dos cinco pontos de coleta ao longo do período de processamento da copa, f 60
- Figura 14 Perfil eletroforético das proteínas solúveis em sais fosfato, f 63
- Figura 15 Perfil eletroforético das proteínas solúveis em uréia, f 64

Figura 16 Gráfico do modo global, f 65

Figura 17, Gráfico de Intenção de compra da copa tipo italiana, f 66

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 Efeitos de sexo (FE - fêmeas; CF – castrados fisicamente; IM – imunocastrados) e da suplementação com ractopamina (RAC) sobre os valores médios dos teores de umidade, lipídeos e proteína das copas suínas. Umidade, proteína e gordura, f 52

TABELA 2 Resultados referentes aos valores de L\* (luminosidade) dos diferentes tratamentos ao longo dos pontos (dias) de análise, f 56

TABELA 3 Resultados referentes aos valores de a\* (luminosidade) dos diferentes tratamentos ao longo dos pontos (dias) de análise. f 57

TABELA 4 Resultados referentes aos valores de b\* (luminosidade) dos diferentes tratamentos ao longo dos pontos (dias) de análise, f 57

TABELA 5 Resultados das análises microbiológicas do produto final, f 60

## 1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, na produção de suínos, grande parte dos animais destinados ao abate eram machos castrados. A castração física (gonadectomia) de suínos machos jovens, ainda é um procedimento utilizado na produção de suínos no mundo todo. Estima-se que na União Européia, cerca de cem milhões de leitões sejam castrados anualmente (PORKWORLD, 2010).

Entretanto, já se tem conhecimento que suínos machos castrados, apresentam um maior custo de criação quando comparados aos machos inteiros, pois apresentam conversão alimentar e retenção de nitrogênio prejudicada, além de uma menor relação entre carne magra e gordura. Outra questão que vem sendo considerada, principalmente por países da União Europeia, é o fato de que os leitões são castrados fisicamente durante seus primeiros dias ou semanas de vida, sem uso de anestesia ou analgesia pós-operatória (PRUNIER et al, 2006). Logo, por ser um procedimento causador de estresse, dor e ferimentos, fatores que podem levar a deficiências crônicas no desempenho zootécnico dos animais, este passou a ser questionável e inclusive entrou em processo de banimento em alguns países da União Europeia (BAUER et al., 2008; BONNEAU & ENRIGHT, 1995; PORKWORLD, 2010; ZENG et al., 2002).

É importante lembrar que a castração física é empregada com o objetivo de evitar questões relacionadas ao odor sexual (“boar taint”). Este odor é relacionado com a maturidade sexual e produção de hormônios de suínos machos e torna a carne destes, imprópria para o consumo (BABOL et al., 1998 a,b)

No Brasil, o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal- RIISPOA (BRASIL, 1952), determina no artigo 121 que “é proibido a matança de suínos não castrados ou que mostrem sinais de castração recente” e no artigo 172 do mesmo regulamento define que carnes repugnantes “são assim consideradas e condenadas as carcaças que apresentarem mau aspecto, coloração anormal ou que exalem odores medicamentosos, excrementícias, sexuais e outros considerados anormais”.

A suinocultura brasileira vive em constante busca de uma produção que acompanhe o binômio de quantidade e qualidade. Esta vem nos últimos anos, investindo na aplicação de inovações tecnológicas associadas ao bem estar e na questão do odor sexual. Fica claro a busca por alternativas à castração, que apresentem aplicação prática, viabilidade econômica, não causem impactos negativos ao desempenho produtivo dos animais e atendam aos requisitos impostos pelos consumidores e aos princípios de bem-estar animal (SANTOS, 2009).

A imunocastração vem se tornando uma opção cada vez mais utilizada na produção mundial de suínos, em substituição ao método tradicional de castração cirúrgica dos machos, sendo definida como um método de castração por meio de vacina anti-GnRF (fator regulador de gonadotrofinas), que inibe o início da puberdade, evita o odor e o sabor característico de macho inteiro na carne, melhora o desempenho, realça as características de carcaça (DUNSHEA et al., 2001; JAROS et al., 2005), reduz o comportamento agressivo dos machos (EFSA, 2004), além de respeitar o bem estar dos animais.

A ractopamina, um agonista  $\beta$ -adrenérgico, composto sintético de estrutura análoga às catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), foi aprovada pelos Estados Unidos (FDA, 2008) e em diversos outros países para uso em dietas de suínos em terminação, a fim de aumentar a taxa de ganho de peso, eficiência alimentar e deposição de carne magra na carcaça (MARCHANT-FORDE et al., 2003; WRAY-CAHEN, 2001). No Brasil uma Resolução do Ministro de Estado da Saúde, no uso de suas atribuições legais, resolve: “Aprovar as Denominações Comuns Brasileiras DCB, na conformidade do anexo desta Portaria”, na qual consta a ractopamina (BRASIL, 1996). A partir desta data, há registros de produtos comerciais no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a base deste aditivo,

para adição em rações comerciais de suínos em terminação (Ractop® , Ractosuín®, Transuín®).

Há poucos registros das características dos produtos processados, obtidos de animais tratados com estas tecnologias. Sabe-se que a ractopamina pode influenciar em parâmetros de qualidade dos cortes cárneos, como maciez, perda de água ou cor (STITES 1991; WATANABE, 2009; XIONG 2006) e a imunocastração influencia mais na quantidade de carne magra da matéria prima (PAULY et al. 2009). Sabe-se na indústria, que a imunocastração associada à ractopamina, pode afetar o tempo de secagem de produtos fermentados e maturados. No entanto, não foram encontrados registros na literatura consultada que comprovem esta alteração.

Diante do exposto, necessita-se caracterizar produtos cárneos industrializados obtidos destas tecnologias.

Este estudo consistiu em caracterizar o produto copa tipo italiana (um produto curado, maturado e dessecado), a partir de suínos imunocastrados suplementados com ractopamina, através Do teor de proteínas totais, umidade e teor de lipídeos da matéria prima (lipídios totais, nitrogênio total e protídeos e teor de umidade), das características físico-químicas durante a produção (pH, cor e atividade de água) , da análise do perfil eletroforético da matéria prima e produto final e análise sensorial do produto final.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 IMUNOCASTRAÇÃO**

A imunocastração é uma tecnologia desenvolvida como alternativa à castração física ou cirúrgica, que foi desenvolvida para reduzir os compostos responsáveis pelo “odor sexual” na carne de suínos machos. Este resultado é alcançado através da supressão temporária da função testicular, por meio de vacinação contra o hormônio regulador das gonadotrofinas (GnRH) (DUNSHEA et al., 2001; OLIVER et al., 2003; PAULY et. al., 2009).

#### **2.1.1 Aspectos fisiológicos e hormonais que antecedem a maturidade sexual**

É de grande importância a compreensão dos aspectos relacionados ao chamado “odor na carcaça”, que está ligado ao desenvolvimento fisiológico que leva à maturidade sexual de suínos machos inteiros e que tem efeito significativo na qualidade da carne suína.

É durante o crescimento fetal que ocorre a diferenciação sexual do macho inteiro. Na organogênese testicular, as células germinativas são atraídas e encapsuladas pelas células somáticas, inicialmente em arranjos como cordões seminíferos, delimitados por tecido conjuntivo. Os cordões de células formam os túbulos seminíferos em conexão com os túbulos mesonéfricos. As células somáticas, dentro dos túbulos seminíferos se diferenciam, formando as células de Sertoli. Entre os túbulos seminíferos, as células mesenquimais se diferenciam em intersticiais

(células de Leydig). A partir deste ponto, os testículos passam a produzir hormônios que induzem o desenvolvimento fenotípico masculino normal, bem como o crescimento muscular (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A cadeia de eventos que desencadeia a puberdade começa após cinco meses de idade, sendo que estes animais alcançam a maturidade sexual por volta dos 10 meses, com aumento na secreção de gonadotrofinas, que resulta na eliminação do controle inibidor do sistema nervoso central, quando o desenvolvimento corpóreo atinge progressivamente um nível compatível com a reprodução (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A partir do início da puberdade, ocorre um aumento da produção de hormônios que definem as características reprodutivas secundárias, sendo o principal responsável, o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH).

O GnRH, é um decapeptídeo produzido no hipotálamo. Este fornece uma ligação humoral entre os sistemas endócrino e nervoso, que age na hipófise anterior, induzindo a secreção de hormônios gonadotróficos (hormônio luteinizante – LH e hormônio folículo-estimulante - FSH). Estas duas gonadotrofinas agem nas gônadas, estimulando o crescimento testicular, a espermatogênese e a esteroidogênese. O LH e FSH demonstram ter influência em diversos aspectos da espermatogênese, sendo que o FSH apóia diversas fases críticas da maturação dos espermátócitos, por meio da estimulação das células de Sertoli, enquanto o LH estimula o crescimento testicular e a secreção de testosterona e outros hormônios esteróides nas células de Leydig. A testosterona por sua vez, bem como estes outros esteróides testiculares, são subseqüentemente liberados na circulação e transportados a vários tecidos, servindo a diversas funções, incluindo *feedback* de regulação da secreção de GnRH, LH e FSH, e desenvolvimento das características sexuais masculinas, causando elevação dos níveis de esteróides testiculares. (HAFEZ; HAFEZ, 2004; JAROS et al., 2005; METZ et al., 2002; SANTOS, 2006).

### **2.1.2 Odor na carcaça e seus principais contribuintes**

O odor na carcaça, também conhecido como odor sexual, é um problema que envolve características de qualidade do alimento de modo significativo, e ocorre quando carne ou produtos derivados de carne suína de machos considerados

“inteiros” (machos não castrados antes de atingirem a maturidade sexual) são cozidos, liberando odores desagradáveis (*off-flavor*), provocando a não aceitação dos produtos por parte dos consumidores, que demandam produtos livres deste odor. O odor sexual é causado principalmente por dois compostos voláteis, androstenona (5 $\alpha$ -androst-16-ene-3-one) e escatol (3-methyl índole), que associados à gordura, podem exalar um odor considerado repugnante e inaceitável pelo consumidor. Este odor é frequentemente percebido durante o cozimento da carne (BABOL et al., 2004). A androstenona apresenta odor de urina, enquanto que o escatol apresenta intenso odor fecal na carne, em conformidade com o julgamento de alguns consumidores (BONNEAU; ENRIGHT, 1995; DIJKSTERHUIS et al., 2000; JAROS et al., 2005; ZAMARATSKAIA, 2008 b).

### **2.1.3 Androstenona**

A androstenona, assim como a testosterona, é um hormônio esteróide produzido pelas células de Leydig nos testículos. O efeito fisiológico da androstenona, porém não é androgênico, agindo apenas como feromônio, estimulando funções reprodutivas na fêmea suína (CLARKE et al., 2008; ZAMARATSKAIA, 2004). Parte da androstenona é transportada para a glândula salivar submandibular, onde se liga a uma proteína específica de ligação, pheromazeina (BOOTH, 1984; BOOTH, 1988; BOOTH, 1991; WHITE, 1988). Após ser liberada na saliva, onde juntamente com outros esteróides, serve como um feromônio (16 androstene), promovendo um comportamento sexual nas fêmeas. Parte da androsterona é secretada na saliva, servindo como feromônio, enquanto outra parte, devido a sua natureza lipofílica, é depositada no tecido adiposo, onde se acumula e gera odor (JAROS et al., 2005; ZAMARATSKAIA, 2004). Sabe-se pouco sobre o metabolismo deste composto, que ocorre principalmente no fígado, mas em princípio, a deposição excessiva de androsterona no tecido adiposo ocorre tanto por uma desproporcional taxa de produção de androsterona nos testículos, como por uma metabolização deficiente da mesma ou ainda por ambos os fatores (DORAN et al., 2004). Esse acúmulo de androsterona é parcialmente responsável pelo odor na carcaça (ADAMS, 2005) e é facilmente associável ao odor da urina (CLAUS et al., 2007; METZ et al., 2002; SANTOS, 2009).

#### **2.1.4 Escatol**

O escatol por sua vez, possui um odor associado ao odor das fezes e, ao contrário da androsterona, não é inteiramente específico de animais machos, mas produzido pelas bactérias no intestino grosso dos suínos (mais especificamente no cólon), a partir da degradação do triptofano. Tanto o triptofano da dieta, quanto dos resíduos celulares da degradação da mucosa intestinal podem ser metabolizado a escatol, sendo esta produção dependente em grande parte da micro-flora intestinal e da disponibilidade de substrato, que podem ser alteradas pela alimentação. Em alguns machos inteiros, uma proporção do escatol passa pelo fígado sem ser metabolizado e se acumula no tecido adiposo. Este acúmulo causa o odor fecal facilmente perceptível quando a carne é aquecida, visto que a muitas pessoas são capazes de detectar o odor do escatol na carne suína (JAROS et al., 2005; ZAMARATSKAIA, 2004; ZAMARATSKAIA, 2008 a). A correlação entre os níveis de escatol e os níveis de androsterona no tecido adiposo de machos inteiros, pode ser explicada pela inibição do catabolismo do escatol provocado pelos andrógenos. Através de seus resultados, Doran et al. (2004) sugerem que concentrações excessivas de androsterona impedem a expressão do citocromo hepático CYP2E1, responsável pelo metabolismo do escatol no fígado, provocando a redução na degradação deste composto, e conseqüentemente, o seu acúmulo no tecido adiposo. Zamaratskaia (2004) encontrou correlações positivas entre os níveis de escatol e os níveis de esteróides testiculares no tempo de abate (SANTOS, 2009).

#### **2.1.5 Alternativas para evitar o odor na carcaça**

A utilização de suínos machos inteiros na produção de carne tem sido objeto de várias pesquisas, principalmente pelos benefícios zootécnicos constatados na produção desses animais, como ganho de peso rápido e menor conversão alimentar (BONNEAU et al., 2000). Porém devido à incidência de odor sexual em algumas carcaças a utilização desses animais sofreu fortes restrições pelo mercado consumidor.

### 2.1.6 Castração cirúrgica

Durante o desenvolvimento sexual, o suíno macho inteiro acumula substâncias, predominando a androstenona e o escatol em seu tecido adiposo, que são considerados os contribuintes principais ao odor de macho inteiro na carne (BONNEAU, 1983). Para evitar este odor na carne, os machos inteiros destinados para o consumo da carne in natura, na Austrália e Nova Zelândia, são abatidos antes da maturidade sexual ou submetidos à castração cirúrgica.

A castração dos suínos machos tem sido utilizada ao longo dos anos, pela facilidade no manejo e principalmente para diminuir o aparecimento do odor sexual. Porém ocasiona alterações no metabolismo animal, levando a um maior acúmulo de gordura na carcaça (BONNEAU, 1998; OLIVER et al., 2003).

Entretanto, preocupações com o bem estar animal e maior rendimento de carne magra, pressionam a cadeia de produção de suínos a abandonar a castração cirúrgica (BONNEAU; LEBRET, 2009; CAMPBELL, 1988; DUNSHEA, 1993).

Em 2010 foi realizado em Bruxelas, um seminário sobre a castração de suínos para discutir o assunto. O workshop reuniu pecuaristas, indústria da carne, varejistas, cientistas, médicos veterinários e ONGs de bem-estar animal. Após o workshop, a Comissão Europeia lançou um comunicado, elogiando os planos dos principais atores do setor, que se comprometeram voluntariamente a terminar com a castração cirúrgica de suínos na Europa em primeiro de janeiro de 2018 (PORKWORLD, 2010).

A partir de 1º de janeiro de 2012, a castração cirúrgica de suínos somente será realizada, quando acompanhada com analgesia prolongada e/ou anestesia. As partes que participaram do workshop assinaram uma Declaração Europeia sobre as opções à castração cirúrgica de suínos. Segundo a Comissão Europeia, esta é a primeira declaração do gênero em termos de UE para o bem-estar animal, sendo um convite aberto a todas as partes do setor de suínos europeus a aderir à iniciativa voluntária (PORKWORLD, 2010).

### 2.1.7 Castração imunológica

A imunocastração é um método que suprime temporariamente a produção de esteróides pelos testículos, antes do abate. O princípio da imunocastração, baseia-se na aplicação de vacinas contendo uma forma modificada de GnRH, conjugada à uma proteína que induz a formação de anticorpos direcionados contra o GnRH (ZAMARATSKAIA et al, 2008a; SANTOS, 2009). A utilização do próprio sistema imune do suíno para suprimir o GnRH, interrompe o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, pelo estabelecimento de uma barreira imunológica, que interrompe a passagem de GnRH do local de liberação no hipotálamo ao local de ação, na glândula pituitária. Funciona como uma vacina, estimulando o próprio sistema imunológico dos suínos a produzir anticorpos naturais contra o fator de liberação de gonadotrofinas (GnRF) (JAROS et al., 2005). Ao aplicar duas doses da vacina, oito e quatro semanas antes do abate, os anticorpos neutralizam o GnRH natural do suíno e bloqueiam a liberação de hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo-estimulante (FSH) da hipófise, que estimulam o desenvolvimento dos testículos e produção de esteróides. Ao cessar o desenvolvimento dos testículos, estes aparecem menos proeminentes, e conseqüentemente, a produção de esteróides é suprimida e o acúmulo dos compostos na gordura não ocorre (ZAMARATSKAIA, 2004).

A inibição da fertilidade pela imunização contra a GnRH (imunocastração) foi bem sucedida em muitas espécies animais, usando diferentes dosagens da vacina (GOUBAU, 1989; ADAMS, 1996).

Devido ao seu tamanho imunológico reduzido, o GnRH, deve-se acoplar a uma proteína carreadora para seu uso posterior. Em suínos, a imunização contra o GnRH para inibir o odor sexual de macho inteiro, foi relatado primeiramente por Falvo et al. (1986) e mais tarde, por outros pesquisadores (BEEKMAN, 1999; BONNEAU, 1994; OONK, 1998; ZENG, 2001). Todos os autores usaram vários coadjuvantes, adjuvantes e programação de vacinação. Em animais confinados, especialmente em suínos, a vacina contra GnRH de uso comercial deve exigir poucas doses, com quantidades suficientes de anticorpos para neutralização do GnRH, ser econômica, altamente eficaz, tolerável para o animal e os seus componentes seguros e aceitáveis pelos consumidores.

Neste contexto, nas últimas duas décadas, com o aumento da população mundial e da demanda de proteína, principalmente de origem animal, o peso médio dos animais ao abate, inclusive dos suínos, sofreu um aumento em nível mundial. E este aumento de peso médio está diretamente relacionado ao aumento da maturidade sexual e ao aparecimento do odor sexual, elevando o risco da presença deste, na carne.

Um método para inibição do aparecimento do odor sexual é a imunização contra o GnRH (BONNEAU., 1994; DUNSHEA, 1993; FALVO et al,1986). Posteriormente, desenvolveu-se uma vacina contendo uma forma modificada de GnRH, um análogo sintético incompleto em veículo aquoso, conjugado a uma proteína carreadora inerte, que estimula o sistema imunológico a produzir anticorpos naturais contra seu próprio fator de liberação de gonadotropinas (GnRF), substância primária que fundamentalmente estimula a função testicular, causando pouco dano ao organismo do animal (JAROS, 2005). A formulação e o protocolo da vacina permitem aos suínos receber a segunda dose de 4 a 5 semanas antes do abate (DUNSHEA, 2001). Após a segunda dose, são produzidos altos níveis de anticorpos anti-GnRF específicos, o que leva à inativação de todo o GnRF circulante e liberado durante o período de imunidade da vacina, o que inibe a produção e liberação (androstenona) e metabolização (escatol) das substâncias envolvidas com a ocorrência de odor desagradável na gordura (POLEZE, 2007).

A imunocastração obtém redução significativa nos componentes relacionados ao odor de suíno macho inteiro (androstenona e escatol), provando a eficiência da vacina contra GnRF, mostrando que após vacinação o escatol e a androstenona apresentam-se dentro de parâmetros aceitáveis, 0,2 a 1,0 µg/g, respectivamente. Neste contexto, a vacina obteve 100% de eficiência na eliminação do odor sexual nas carcaças de animais imunocastrados, quando comparados a animais castrados cirurgicamente, sendo que os níveis encontrados de escatol e androsterona em suínos imunocastrados, têm sido similares aos encontrados em suínos castrados cirurgicamente. (DUNSHEA et al. 2001; SILVEIRA et al. 2006).

### 2.1.8 Qualidade de Carne e Carcaça e efeitos do sexo

A imunocastração demonstrou sua eficiência na eliminação do odor sexual, bem como contribuiu para melhorar as características sensoriais da carne. Em relação à qualidade tecnológica da carne proveniente do suíno imunocastrado em comparação com o cirurgicamente castrado, os resultados ainda não são consistentes.

Pode-se notar que as características de quantidade de carne magra, cobertura de gordura, gordura intramuscular, valores de pH e de características de qualidade como cor da carne, são influenciadas pelo gênero do animal, ou seja, se este for fêmea, macho castrado ou imunocastrado (GISPERT, 2010).

D'Souza et al. (2000) concluíram que os suínos imunocastrados e as fêmeas apresentaram maior teor de gordura intramuscular no lombo comparado com machos inteiros (2,55 e 2,46 comparado com 1,66%,  $P=0.010$ ). Estes mesmos autores também reportaram que o suíno inteiro e a fêmea, apresentaram pH final mais baixo no lombo quando comparado com suínos imunocastrados.

#### 2.1.8.1 pH

O pH é o parâmetro utilizado para determinar o nível de acidificação e alcalinidade da carne. É uma das formas de avaliação mais utilizada atualmente pelas indústrias, para auxiliar na determinação da qualidade da carne, por ser prática e fornecer resultados imediatos. Cor, firmeza e capacidade de retenção de água, são afetadas pelo pH do músculo.

Aparentemente não há diferenças significativas nos valores de pH da carne entre suínos imunocastrados, castrados fisicamente e fêmeas. Boler et al (2010) não encontraram diferenças significativas para os valores de pH de cortes cárneos de machos castrados fisicamente e fêmeas. Pauly et al (2009) também não relataram diferenças significativas ao analisarem o pH do músculo *longíssimus* de machos castrados fisicamente, imunocastrados e machos inteiros. Da mesma maneira Škrlep et al (2010) e Gispert et al (2010) não encontraram diferenças entre o pH de lombos de fêmeas, machos castrados e imunocastrados.

### 2.1.8.2 Cor

A cor é um atributo de grande importância na qualidade da carne, pois tem influência na atratividade e conseqüentemente na intenção de compra de carne fresca pelos consumidores. A cor da carne reflete a quantidade e o estado químico da mioglobina, seu principal pigmento (JOO et al., 1995). Esta é determinada pela proporção relativa das três formas da mioglobina reduzida (heme pigmento): mioglobina reduzida (Mb), de coloração vermelho púrpura, mioglobina oxigenada ou oximioglobina (O<sub>2</sub>Mb), de coloração vermelho brilhante e metamioglobina (MetMb), de coloração marrom (SARANTOPOULOS, 1990). O parâmetro de cor pode ser avaliado basicamente de duas maneiras: de maneira subjetiva, sendo classificado visualmente por pessoal treinado utilizando escala de cor – padrão japonês (desenvolvido pelo National Pork Producers Council, que consiste em uma pontuação de cor variando de 1 a 6) ou de maneira objetivamente, com a utilização de colorímetros (MONTEIRO, 2007).

A carne de suínos caracteriza-se por possuir cor uniforme, entre rosada e avermelhada, possuindo uma pequena camada de gordura branca. A cor da carne é aferida pelos pigmentos de mioglobina existentes nos músculos. Sendo determinada pela proporção relativa de três formas de mioglobina: Mioglobina reduzida (Mb) de coloração púrpura, Oximioglobina (O<sub>2</sub>Mb) de coloração vermelho brilhante e Metamioglobina (MetMb) de coloração marrom (ANGERAMI, 2004). A taxa relativa de oxidação de mioglobina e redução de metamioglobina influencia no acúmulo desta última e mudança na cor da carne, tornando-a com coloração pálida (ZHU; BREWER, 2002).

Em sua pesquisa, Tonietti (2008) cita que a imunocastração influenciou nos valores de L\* (menor), a\* (menor) e b\* (maior) do músculo *Longissimus dorsi*, quando comparados com o mesmo músculo de castrados fisicamente. Boler et al (2010) notaram diferenças entre os parâmetros a\* e b\*(menores para as fêmeas), de cor dos músculos adutor e semitendinoso de fêmeas e machos castrados fisicamente, não encontrando diferenças nos parâmetros de cor (L\*, a\* e b\*) para os demais músculos do grupo muscular que compõe o presunto. Pauly et al (2009) e Gispert (2010) relataram não haver diferenças significativas entre suínos imunocastrados, fêmeas e castrados fisicamente para os valores de cor objetiva (L\*,

a\* e b\*) nos músculos *longissimus dorsi*. Ainda Gökdal et al (2010), ao avaliarem os lombos (*Longissimus dorsi*) de suínos imunocastrados, não encontraram nenhum efeito da imunocastração nos parâmetros de cor e objetiva e pH da carne. Já Škrlep et al (2010) só encontraram diferença nos valores de b\* (sendo menores nos imunocastrados), não notando diferenças significativas nos demais valores de cor (L\* e a\*) entre lombos de suínos imunocastrados e castrados fisicamente.

#### 2.1.8.3 Proteína, gordura e umidade

A influência dos sexos na composição centesimal da carne de suínos parece gerar algumas diferenças com relação à quantidade de gordura, com fêmeas apresentando menor quantidade que os machos (sejam castrados fisicamente ou os imunocastrados). Já para os outros componentes como proteína e umidade, não parece haver uma tendência clara. Entre suínos castrados fisicamente e os imunocastrados, não há muitos dados a respeito da composição centesimal que demonstrem alguma tendência ou diferença na carne destes animais.

Avaliando a influência do sexo e tipo de castração, Morales et al (2011), trabalhando com lombo suíno e Gispert (2010) com o músculo semimembranosus, encontraram um menor teor ( $p < 0,01$ ) de gordura intramuscular em fêmeas que em lombos de castrados cirúrgicos e imunocastrados, menos ( $p < 0,01$ ) proteínas na carne dos imunocastrados em comparação aos outros e não encontrou diferenças para umidade. Virgili et al (2001) relatam ter encontrado diferenças significativas nos teores de proteína e gordura de copa suína de fêmeas (mais proteína) e castrados físicos (mais gordura). Boler et al (2010) verificou diferença entre a quantidade de gordura no presunto de fêmeas, que apresentaram menor quantidade quando comparadas aos machos castrados fisicamente. O mesmo experimento não encontrou diferenças para a quantidade de proteína e umidade na composição dos presuntos de machos castrados fisicamente e fêmeas. Tonietti (2008) relata menor quantidade de gordura intramuscular nos lombos de suínos imunocastrados quando comparados aos castrados fisicamente.

## 2.2 REPARTIDORES DE ENERGIA – RACTOPAMINA

As grandes empresas produtoras de suínos têm destacado a importância de maximizar a deposição protéica no músculo, através de seleção genética e pesquisas na área de nutrição. O objetivo é diminuir a deposição de gordura e aumentar a deposição protéica nos músculos das carcaças de suínos melhorados geneticamente e, desta maneira, atender o mercado consumidor abatendo animais mais pesados (MARINHO et al., 2007). Assim a ractopamina, a qual funciona como repartidora de nutrientes, surgiu como uma alternativa, proporcionando significativas melhoras no desempenho e nas características de carcaça de suínos em terminação, por aumentar a taxa de deposição e eficiência do tecido muscular (MOODY et al., 2000; SCHINCKEL et al., 2003). O aumento no ganho de peso gira em torno de 10 a 12% quando a ractopamina é administrada para um ganho de 40 kg antes do abate. Com pequenas reduções (0 - 5%) na ingestão diária, a ractopamina melhora o peso e a eficiência de carne magra (SCHINCKEL et al., 2002).

Os agonistas  $\beta$ -adrenérgicos são compostos sintéticos de estrutura análoga às catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) (BRIDI et al., 2006). Esses atuam como repartidores de nutrientes, pois têm a capacidade de redirecionar a distribuição normal de nutrientes em função da alteração do metabolismo da célula, por modificarem as taxas de deposição de gordura e proteína do corpo animal (AGOSTINI et al., 2008; SILVEIRA, 2007;).

A ractopamina foi aprovada pelos Estados Unidos (FDA, 2008) e em diversos outros países, para uso em dietas de suínos em terminação, a fim de aumentar a taxa de ganho de peso, eficiência alimentar e deposição de carne magra na carcaça (MARCHANT-FORDE et al., 2003; WRAY-CAHEN, 2001).

A descrição do mecanismo de ação mais aceita sugere para a membrana celular, onde um receptor é estimulado pelo agonista  $\beta$ -adrenérgico (RAMOS; SILVEIRA, 2000). O complexo agonista-adrenérgico/receptor age ativando uma proteína de ligação (Gs) que é regulada por nucleotídeos guanínicos (GDP-GTP). Esta proteína, em sua forma ativa, induzirá a fluidez da membrana e permitirá o seu deslocamento lateral, estimulando assim a ação catalítica da enzima adenilato-ciclase. Esta enzima, situada na face interna da membrana plasmática, a partir do

trifosfato de adenodina, levará à formação de monofosfato cíclico de adenosina (AMPc). Este então, o qual atua como mensageiro secundário, ativa uma proteína-quinase, que conduz à fosforilação de enzimas, responsáveis pelas respostas finais. Estas enzimas, quando fosforiladas, promovem respostas celulares como: estimulação da lipólise, aumento da gliconeogênese, glicogenólise, aumento da insulina, glucagon e renina, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (MOODY et al., 2000).

Na membrana dos adipócitos existem receptores  $\alpha$ - e  $\beta$ , onde os  $\beta$ -receptores serão ativados pelos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos, desencadeando uma série de eventos e levando à maior taxa de quebra dos triglicerídeos a ácidos graxos livres e glicerol (ZAGURY, 2002).

Efeitos no músculo como, hipertrofia da célula muscular e aumento de carne magra, resultam da ativação dos  $\beta$ -receptores pelos  $\beta$ -agonistas, sendo que a maioria dos tecidos musculares contém primariamente, receptores  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ . No metabolismo protéico há um aumento da síntese protéica, principalmente da actina e miosina, levando a um aumento no diâmetro das fibras musculares, em específico nas fibras brancas e intermediárias (AALHUS et al., 1992; SILVA et al., 2008) e como consequência, há um aumento no rendimento das carcaças dos animais submetidos à ação da ractopamina (BELLAVÉR, 1991).

Pode-se deduzir que a ractopamina desempenha pronunciada influência de modo eficiente sobre algumas variáveis de desempenho e do crescimento de suínos (McKEITH et al., 1988; STOLLER et al., 2003; ARMSTRONG et al., 2004; CARR et al., 2005). Sua inclusão à dieta acarreta em melhorias de características quantitativas da carcaça dos suínos, sobretudo aumentando o percentual de carne magra por meio da redução da espessura de toucinho e aumento da área de olho de lombo. Segundo Atahyde (2010), a inclusão de 10 ppm, gerou uma melhora na profundidade de músculo, redução na espessura de toucinho, aumento da porcentagem de carne magra e do rendimento de carcaça. Boler et al (2010), ao analisarem as características de carcaça da matéria prima e de produto final (presunto) de suínos suplementados com ractopamina, encontraram maior quantidade de carne magra e menor espessura de gordura nos animais tratados com RAC comparados com os não tratados.

A resposta à ractopamina é dose dependente, já que com baixa taxa de inclusão (5 ppm), os animais apresentam melhoria no ganho de peso, na eficiência alimentar e em menor grau nos parâmetros de carcaça (MOODY et al., 2000). Por outro lado, altas doses (em torno de 20 ppm) também demonstram melhoria do ganho, na eficiência e melhorias adicionais na carcaça, no entanto considera-se que o ganho de peso é otimizado a baixas doses e, diminuído a doses maiores que 20 ppm devido a redução no consumo alimentar (CROME et al., 1996). Estima-se que as concentrações de 10 ou 20 ppm de ractopamina nas dietas no período de seis a 34 dias aumentem o peso de carcaça quente (ARMSTRONG et al., 2004).

### 2.2.1 Qualidade de carne e ractopamina

A qualidade de carne é um conceito amplo e complexo, sendo definido por um conjunto de características objetivas e subjetivas. As características objetivas abrangem aspectos físicos, nutricionais e higiênicos (PELOSO, 2002), enquanto que as subjetivas englobam os aspectos sensoriais, apresentação e maneira de exposição do produto. Esta variável é dependente da temperatura e velocidade de resfriamento do tecido muscular após o abate, e pode ser avaliada por meio de parâmetros físico-químicos como pH, cor, perdas por exsudação, perdas por cocção, capacidade de retenção de água, gordura intramuscular e maciez, visual (marmorização) e por métodos sensoriais que avaliem a suculência, aparência da carne e resistência a mastigação (BROWN et al., 1999; CULAU et al., 1993; NANNI COSTA et al., 2002).

#### 2.2.1.1 pH

O efeito da ractopamina na qualidade da carne é controverso. Os agonistas  $\beta$ -adrenérgicos promovem a estimulação da glicólise. Tal estimulação no período anterior ao abate dos animais pode levar a redução das reservas de glicogênio muscular. Como consequência, a produção de ácido láctico que leva à acidificação *post mortem* ocorre de forma limitada, gerando assim um pH mais elevado (FERNANDES, 1995; WARRISS et al., 1989; WILLIAMS, 1987;). Carr et al (2005) relatam maiores valores de pH para as costeletas de suínos suplementados com

RAC (10mg/Kg). Entretanto, muitos autores não encontraram diferenças ( $P>0,05$ ) nos valores de pH final para alguns cortes cárneos de suínos alimentados com ractopamina, em relação aos animais controle (AALHUS et al., 1990; ATHAYDE, 2010; BOLER et al, 2010; DUNSHEA et al., 1993; STITES et al., 1994; STOLLER et al., 2003; WATANABE, 2009; XIONG et al, 2006).

#### 2.2.1.2 Cor

A influência da ractopamina na cor ainda não está muito clara. Devido a limitada acidificação post mortem, Ramos e Silveira (2002), citam que os animais suplementados com agonistas  $\beta$ -adrenérgicos, tendem a apresentar a carne com aspecto DFD (sigla inglesa de Dark, Firm and Dry - escura, firme e seca), entretanto Warriss et al. (1990), relatam que este efeito não parece ser tão comum em suínos.

Boler et al (2010), trabalhando com o músculo *bíceps femoralis* e Uttaro et al. (1993), avaliando coloração de carne de suínos alimentados com ração contendo ractopamina, notaram que o músculo dos animais tratados com RAC apresentaram-se mais escuros (valores menores de  $L^*$ , neste caso somente notado por Boler et al), menos avermelhados (menores valores de  $a^*$ ) e com menores valores de  $b^*$  quando comparados aos não tratados. Boler et al (2010) também relataram menores valores de  $a^*$  e  $b^*$  para os músculos *Rectus femoris*, *Vastus lateralis* e *Semitendinosus* dos animais suplementados com RAC em comparação com os não tratados. Carr et al (2005) também notaram que a RAC (10mg/Kg) diminuiu os valores de  $a^*$  e  $b^*$  do músculo *Longissimus* do *Semimembranosus* (neste último em uma concentração de 20mg/Kg de RAC). Semelhantemente Atahyde (2010), avaliando a influência da RAC na qualidade da carne, também encontrou menores valores de  $a^*$  e  $b^*$  (adição de RAC na concentração de 10ppm) no músculo *Semimembranosus* e neste mesmo músculo encontrou um valor de  $L^*$  menor (adição de RAC na concentração de 5 ppm) dos animais tratados com ractopamina com relação aos não tratados com este agonista  $\beta$ -adrenérgico. Ainda no mesmo estudo, a autora encontrou menor valor de  $a^*$  no músculo *Longíssimus dorsi* para os animais suplementados com RAC (10 PPM) quando comparados ao grupo controle (não alimentado com RAC). Hinson et al. (2011) encontraram menores valores de  $b^*$  em lombos de animais tratados com RAC. Watanabe (2009) em seu

estudo, relatou não ter encontrado diferenças nos valores de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) entre os animais tratados com RAC e o grupo controle. Entretanto Uttaro et al (1993) ao avaliarem presunto curado, demonstraram que os animais tratados com ractopamina tiveram valores de  $L^*$  menores do que os do grupo controle e não foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) nos valores de cor  $a^*$  e  $b^*$ . Da mesma maneira Stites et al. (1994), não observaram diferenças no escore de cor da carne de suínos alimentados com 0, 4,5, 9 e 18 ppm de ractopamina e ainda Watanabe (2009) não encontrou efeito da adição de ractopamina na dieta sobre parâmetros de cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Stoller et al. (2003) também citam que a administração de 10 ppm de ractopamina não alterou os valores de  $L^*$ .

### 2.2.1.3 Proteína, gordura e umidade

Ainda Boler et al. (2010), encontraram efeito positivo da ractopamina aumentando a deposição de proteína e efeito da mesma, reduzindo a quantidade de gordura intramuscular na composição de presunto quando comparadas ao grupo controle. Kutzler (2011) encontraram efeito da RAC na redução da quantidade de gordura (%) de lombos, comparados ao grupo controle. Em pesquisa realizada por Rossi (2010) verificou-se a influência da adição de ractopamina (10ppm) na composição físico-química da carne de suínos. O autor notou um aumento significativo na umidade e um menor teor de lipídeos na carne dos animais suplementados em relação ao grupo controle. No mesmo estudo não foi verificada diferença significativa no teor de proteína.

Segundo Stites et al (1991) a suplementação com ractopamina pode reduzir em 25% o teor de gordura na carne. O teor de gordura intramuscular está relacionado com padrões sensoriais como maciez, suculência e sabor envolvidos com a aceitabilidade do consumidor (MCKEITH; MERKEL, 1991). A inclusão de ractopamina às dietas reduz em 10% o teor de colesterol no Longissimus dorsi. Entretanto, parece não influenciar na composição dos ácidos graxos do músculo ou da gordura subcutânea (STITES et al., 1991). Segundo Stoller et al. (2003) a administração de 10 ppm de ractopamina não altera as perdas por gotejamento e perdas por cozimento. Isto sugere poucas alterações no prazo de validade comercial (vida útil) ou na estabilidade da carne fresca ou processada (KEETON, 1983;

ROSSI, 2010). Já Uttaro et al. (1993) observaram que utilização de 20 ppm de ractopamina na dieta, diminui as perdas por gotejamento e aumenta a força de cisalhamento na carne.

No caso de produtos curados, a redução do teor de gordura abaixo de 15% pode ter influência na aceitabilidade do consumidor, pois os produtos desenvolvem aspecto de “borracha” ao corte (KEETON, 1983). Este tipo de alteração na textura, é resultado do aumento nas concentrações de proteínas miofibrilares. Rossi (2010) cita que a ractopamina afetou os teores de lipídios no salame.

#### 2.2.1.4 Outras considerações

Watanabe (2009) não encontrou efeito da adição de ractopamina na dieta sobre parâmetros como força de cisalhamento e observou-se efeito quadrático ( $P=0,0187$ ) sobre as perdas por cocção da carne, com as crescentes concentrações de ractopamina adicionadas às dietas (Figura 1), sendo o maior valor de perdas por cocção estimado para a concentração de 11,57 mg de ractopamina/kg de dieta. Segundo trabalho realizado por Fernandes (1995), a utilização de ractopamina em dietas para suínos provocou aumento na quantidade de água nas carcaças, refletindo-se assim em menor capacidade de retenção de água. Este tipo de efeito pode ser considerado um impacto negativo para a indústria de processamento e também para os consumidores, visto que resulta em um menor rendimento em função das perdas, não apenas de água, mas também de proteínas solúveis, vitaminas e minerais (WATANABE, 2009), além de reduzir a palatabilidade da carne.

Quanto ao grau de maciez Aalhus et al. (1990), Uttaro et al. (1993), Carr et al. (2005) e Xiong et al. (2006) observaram significativo aumento na força de cisalhamento (WBSF), na carne suína proveniente de animais tratados com ractopamina, enquanto Merkel et al. (1990) e Stoller et al. (2002) não identificaram nenhuma diferença na maciez sensorial (subjetiva) de carne suína, de animais alimentados com ractopamina em comparação com o controle.

Tratamentos com  $\beta$ -agonistas induzem a uma diminuição na capacidade proteolítica da musculatura esquelética, levando a uma menor taxa de degradação proteica e conseqüentemente a um acréscimo no teor de proteínas de animais tratados com  $\beta$ -agonistas adrenérgicos. Essa capacidade proteolítica reduzida

também pode influenciar durante o processo de degradação proteica *post-mortem* com conseqüente influencia no “amaciamento” post mortem. Tal influencia resulta do aumento da expressão de calpastatinas que conseqüentemente inibem a ação das calpaínas, resultando em uma menor proteólise das proteínas miofibrilares (KRETCHMAR et al, 1990; MCDONAGH et al, 1999).

## 2.3 PRODUTOS CÁRNEOS DERIVADOS DE SUÍNOS

No Brasil, aproximadamente 70% da carne suína é industrializada e consumida na forma de produtos curados, fermentados, defumados, marinados e cozidos. O processamento dessas carnes permite agregar valor e aumentar sua vida útil. A aplicação da tecnologia ractopamina tem sido estudada ao longo dos anos, mas sua influência na qualidade e aceitabilidade dos produtos industrializados foi pouco elucidada, enquanto que a aplicação da imunocastração ainda não foi pesquisada em produtos cárneos processados. Por este motivo se faz necessário investigar mais sobre estas tecnologias e suas influências no processamento dos produtos cárneos (TERRA; BRUM, 1988).

Os efeitos da imunocastração na qualidade da carne destinada aos mercados de carne fresca e produtos cárneos industrializados, devem ser esclarecidos adequadamente. As possíveis alterações de pH, incidência de cor mais escura e perda de maciez da carne de animais com dieta contendo ractopamina (AALHUS et al., 1992; CARR et al., 2005; UTTARO et al., 1993; WOOD et al., 1994) podem resultar implicações relevantes e que impactam ambos os mercados citados anteriormente. Dentre os vários produtos derivados de carne suína, a copa merece destaque por seu valor agregado e sabor e aroma característicos.

### 2.3.1 COPA

A copa tem sua receita original proveniente da Itália e é conhecida como um dos “frios” mais apreciados pela população mundial. O sabor inconfundível e levemente picante é proveniente da mistura de cravo, canela e noz moscada com as pimentas branca e do reino. Para garantir a qualidade do produto final, é necessária a seleção de porções musculares correspondentes a sobrepaleta, livre das

anomalias PSE (pálida, flácida e exsudativa) e DFD (escura, firme e ressecada na superfície) (ECONOMIC INTELLIGENCE UNIT, 1996). É um produto estimado por seu sabor delicado e macio, textura, grande quantidade de gordura entremeada e alto valor econômico.

Trata-se de um produto cárneo tradicional na Itália (onde também é conhecido como capocollo) feito de ombro e ou pescoço (mais tradicional) suíno, sendo todo curado a seco. O nome copa é do italiano, que significa nuca, enquanto capocollo vem de capo, que significa cabeça e collo, que significa pescoço. Há anos atrás a copa era utilizada como uma espécie de bônus aos trabalhadores das regiões rurais como forma de incentivo ao trabalho. A mesma passou a ser apreciada pelos visitantes da região, sendo as peças enviadas como presentes a países distantes. Existem variedades de copas, normalmente oriundas de regiões distintas da Itália, sendo que algumas variedades, como a Copa Piacentina e a Capocollo di Calabria, possuem denominação de origem protegida (DOP) garantindo que apenas os produtos genuinamente originados dessas regiões sejam permitidos para comercialização. Outras regiões possuem suas variedades de coppa (Capocollo Del Lazio, Coppa di Parma, Capocollo dell'Umbria, entre outras), não sendo cobertas pela legislação europeia, mas sendo designadas como produto alimentar tradicional (PAT) ou de indicação geográfica Protegida (IGP) pelo ministério da agricultura Italiano. As diferenças variam entre alguns condimentos durante o preparo, uso da defumação ou não, forma de amarração ou envoltórios e tempo de maturação, o qual pode variar de três meses a mais de um ano (IMBRIANI, 2002; MIPAAF, 2010; VERRINI; ROSATI, 2009).

Segundo o Regulamento de Identidade e Qualidade de Copa (2002), entende-se por COPA o produto cru, elaborado com peça única de carne íntegra da região cervical (nuca ou sobrepaleta) de suíno, tratado por sais de cura, condimentação, envolto em membrana apropriada e submetido à defumação ou não, cura e dessecação por um período de tempo indicado pela boa tecnologia.

A copa é composta de: carne de suíno, condimentos (pimenta, noz moscada, cominho, cravo, louro, canela e outros), sal (cloreto de sódio) e sais de cura (nitrito e nitrato de sódio ou potássio), conforme descreve o Regulamento de identidade e Qualidade de Copa, 2002).

O corte de carne suína utilizado como matéria-prima na elaboração da copa, deve ser uniforme e a gordura deve estar distribuída de maneira natural e uniforme no corte original (Regulamento de identidade e qualidade de copa, 2002). O pH da carne destinada ao processo produtivo de copa deve ser em torno de 6,0 (HONKAVAARA, 1989).

A matéria-prima e os ingredientes utilizados na elaboração do produto, deverão apresentar-se livres de matérias estranhas, contaminações e odores indesejáveis que possam alterar o produto final. A peça de carne empregada deve estar livre de tecidos inferiores e coágulos sangüíneos. O produto final deve apresentar-se total e uniformemente curado e em condições de ser fatiado. Deverá também apresentar os seguintes valores da sua composição: umidade máxima de 36%, proteína mínima de 14,5%, gordura máxima de 26% e atividade de água máxima de 0,90. Serão permitidos na elaboração da copa os aditivos previstos na legislação vigente e o produto deverá ser mantido sob temperatura máxima de 22° C (BRASIL, 2000). Devido à perda de sabor e aroma, Yamada e Beraquet (1993) sugerem que deveriam ser utilizados somente ingredientes frescos na composição da formulação do produto tipo copa.

Segundo o Regulamento de Identidade e Qualidade de Copa (BRASIL, 2000), a cura da peça deve se processar em câmaras frigoríficas. A cura e dessecação, precedidas ou não de defumação, deve ser realizada em ambiente climatizado, cuja temperatura oscile em torno de 15° C, umidade relativa de 85% e velocidade do ar de 15 a 20 volumes por hora, tolerando-se estas fases em temperatura ambiente, desde que as condições o permitam (BRASIL, 2000).

A validade do produto cárneo tipo copa é de aproximadamente 4 meses em embalagem fechada e armazenada em local fresco e seco (22° C) ou 4 meses na embalagem fechada e armazenada em geladeira (4 a 8°C) ou ainda 5 dias para a embalagem aberta e mantida em geladeira (4 a 8° C) (ECONOMIC INTELLIGENCE UNIT, 1996).

## 2.4 ELETROFORESE DE PROTEÍNAS

A eletroforese permite a separação de moléculas de acordo com seu peso molecular. As cargas das moléculas analisadas podem ser anuladas pela adição de

SDS (dodecil-sulfato de sódio), agente tensoativo, que confere carga negativa a todas as moléculas. O material então é submetido à eletroforese vertical, no sentido do pólo negativo para o pólo positivo. As amostras são colocadas sobre o gel polimerizado e aplica-se uma corrente elétrica para que as moléculas migrem de acordo com seu peso molecular. As moléculas de baixo peso molecular migram mais rapidamente do que as de maior peso molecular (SILVA JUNIOR, 2001).

A eletroforese de proteínas tem sido utilizada em trabalhos de avaliação da degradação e da oxidação protéica de carnes e outros produtos de origem animal, para avaliar a cura de produtos específicos, como presuntos de designação de origem controlada e, ainda, durante a aplicação de tratamento térmico (GIL; GUERRERO; LARREA et al., 2006; XIA et al., 2009; XIONG et al., 2006).

A eletroforese em gel de poliacrilamida – ou SDS-PAGE (do inglês sodium dodecyl sulfate polyacrilamide gel electrophoresis) – é um método simples e de baixo custo para analisar proteínas e ácidos nucleicos. A acrilamida é uma substância orgânica simples, formando gelatinas em largo espectro de concentração. Na concentração de 2% é muito utilizada para moléculas com peso molecular da ordem de dois milhões de Daltons (Da), enquanto a concentração de 20% possibilita a separação de moléculas bastante pequenas, da ordem de 1.000Da (DAGUER, 2009). Como desvantagens apresentadas por essa técnica, citam-se a demora em se concretizar uma sessão analítica (horas a dias de duração) e as variadas etapas envolvidas (preparo das amostras e os géis, corrida, coloração e descoloração dos géis), embora diversas amostras possam ser processadas ao mesmo tempo e algumas dessas etapas não exijam a presença humana para execução (ANEMA, 2009).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 ANIMAIS**

Este experimento foi desenvolvido em uma granja comercial envolvendo um total de 450 suínos provenientes dos cruzamentos Large White x Hampshire x Duroc, dentre os quais se obteve a matéria prima para processamento da copa, que foi avaliada quantos aos efeitos da castração imunológica e inclusão da ractopamina (RAC) no plano nutricional de suínos em terminação, na qualidade do produto cárneo Copa tipo italiana.

#### **3.2 TRATAMENTOS**

Na fase produtiva correspondente à terminação (70 a 175 dias de vida), os machos até então mantidos inteiros, foram submetidos à imunocastração (8<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> semanas antes do abate) sendo que cada gênero (castrados físicos, imunocastrados e fêmeas) foi dividido em dois grupos: dieta com e sem ractopamina (7,5 mg/kg), totalizando seis tratamentos. O número de animais por tratamento foi correspondente a 60. A suplementação com ractopamina foi fornecida durante 21 dias ( $\pm$  2 dias) antes do abate. A dieta utilizada neste período foi ração convencional fornecida pela granja e suplementada com 0,91% de lisina.

### 3.3 ABATE

A condução dos animais e a técnica de abate utilizada seguiram os padrões adotados comercialmente pela empresa Mondelli. Os animais foram abatidos quando o primeiro tratamento atingiu média de peso vivo de 115 kg. O jejum pré-abate adotado neste experimento consistiu de 12 horas na granja e de 4 a 6 horas no matadouro Frigorífico Mondelli.

### 3.4 SELEÇÃO DAS CARÇAÇAS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Fundamentados no peso de carcaça quente e espessuras de toucinho e músculo avaliados pela instrumentação ótica de tipificação eletrônica, foram selecionados 90 meias carcaças do lote (granja). Foi aplicado um delineamento experimental inteiramente aleatorizado, em esquema fatorial 3 (castração cirúrgica, imunocastração e fêmeas) x 2 (com e sem ractopamina). O número de repetições por tratamento foi preconizado em 30 (15 sobrepaletas cortadas ao meio totalizando trinta peças), devido ao custo e disponibilidade de tempo na realização da desossa anatômica, proposta neste trabalho de pesquisa em questão.

### 3.5 PROCESSAMENTO DA COPA TIPO ITALIANA

As sobrepaletas foram levadas ao Frigorífico Frigor Hans Indústria e Comércio de Carnes Ltda. (SIF 004) de Jundiaí, onde passaram por processo de recorte (limpeza das peças), sendo divididas ao meio (para aumentar o número de copas produzidas), equalização dos tamanhos (aproximadamente 700g) e identificação. Posteriormente procedeu-se a salga com ingredientes como NaCl, NaNO<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub>, noz moscada, dextrina e pimenta preta moída. As peças foram empilhadas em um carrinho identificado para o experimento, sendo realizada a salga em cada camada da pilha. A salga teve período de 15 dias (Figs. 1, 2, 3 e 4), com tombamento a cada 2 dias e ressalga no sétimo dia (Fig. 5), sendo todo procedimento realizado dentro de câmara frigorificada à uma temperatura aproximada de 7°C. Após final do período de salga (Figs. 6 e 7), as peças foram lavadas para retirada dos condimentos aderidos na superfície. Posteriormente as

peças foram vestidas em tripa artificial (Fig. 8), recebendo o envoltório de redes bem firmes (Fig.9) sendo estas redes penduradas em gaiolas (Fig. 10). As peças nas gaiolas foram para a câmara para o processo de secagem e maturação. A maturação durou um período de 55 dias, em câmara frigorificada, com 70–80% de umidade relativa, à uma temperatura de 16 a 18°C e no final desta etapa, as copas apresentaram quebra de aproximadamente 45% de seu peso inicial, textura firme, coloração e aroma característicos e sabor levemente ácido (Fig. 11). Foram realizadas análises de pH, atividade de água e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) a partir do 1º dia do processamento e posteriormente repetidas de 15 em 15 dias, até o último dia de processamento. A colheita de amostras para eletroforese em gel de poliacrilamida foi realizada nas amostras do dia 1 e do último dia (produto pronto). Já as análises de teor total de proteínas, umidade e gordura foram realizadas na matéria prima. Os produtos foram pesados antes e após o processamento.



Fig. 1 Peças de sobrepaleta em “carrinho” próprio para o processo da salga seca.



Fig. 2 Peças sendo empilhadas no carrinho de salga.



Fig. 3 Realização de salga nas camadas de peças cárneas que dão origem às copas tipo italiana.



Fig. 4 Amostras identificadas durante empilhamento e salga



Fig. 5 Amostras durante procedimento de tombamento (a cada dois dias) e ressalga (no sétimo dia do processo de salga)



Fig. 6 Amostra no final do processo de salga (15º dia)



Fig. 7 Amostras identificadas e separadas do restante dos produtos da indústria



Fig. 8 Vestimento das peças com tripa artificial permeável para posterior processo de secagem e maturação.



Fig.9 peças após vestimento de tripas e envoltório de redes antes de serem acondicionadas em gaiola e serem levadas a câmara fria para a maturação das copas.



Fig. 10 Copas nos envoltórios de rede, acondicionadas nas gaiolas e preparadas para ir à câmara de secagem e maturação



Fig.11 Copas ao final do processo de maturação (após de 55 dias na câmara de maturação).

### 3.6 QUALIDADE DA MATÉRIA PRIMA E DA COPA DURANTE O PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

O corte cárneo adotado para as avaliações, foi a nuca ou sobrepaleta (constituído das massas musculares do longo dorsal, rombóide, trapézio, serrátil, escaleno, iliocostal, semi-espinhal, intercostal e longo do pescoço), separado do carré entre a 4<sup>a</sup> e a 5<sup>a</sup> vértebras torácicas, em ângulo reto com a coluna vertebral.

O produto proposto neste projeto - a Copa tipo Italiana - foi industrializado de forma convencional e submetido às análises físicas, bioquímicas e a sensorial.

#### **3.6.1 Análises dos teores de umidade, gordura e proteínas totais**

Foram determinados os teores de proteína, lipídeos totais e umidade, de acordo com a metodologia descrita por Horwitz (2005), com pequenas adaptações. Foram avaliadas quatro peças de sobrepaleta, em duplicata.

Para a determinação de proteína, foi pesado 1,5g da amostra sobre papel filtro, que juntamente com 1g de catalisador e 25 ml de ácido sulfúrico concentrado, foram transferidos para tubo de digestão, permanecendo no bloco digestor a 400°C até que a amostra ficasse transparente. Após esfriar, foram adicionados 50 ml de água destilada, transferindo a amostra para um balão volumétrico de 250 ml, completando o volume com água, passando então pelo processo de destilação. Este destilado foi titulado com solução de HCl 0,1N até a viragem da cor verde para lilás. O resultado é expresso em quantidade de proteína(g) /100g amostra.

Para determinação do teor de umidade, foi colocada uma porção de areia tratada, juntamente com uma bagueta de vidro sobre a placa de Petri, seguindo para a estufa a 105°C ± 3°C por aproximadamente 1 hora. Posteriormente, as placas foram resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica. Aproximadamente 10g de amostra foram distribuídas uniformemente na placa de Petri com auxílio da bagueta de vidro, seguindo para estufa a 105°C ± 3°C por 16 a 18 horas. As amostras são esfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica. A umidade é expressa como a diferença de massa entre as respectivas pesagens.

As amostras oriundas da determinação de umidade foram utilizadas para a determinação do teor de lipídeos. As amostras secas foram transferidas para cartuchos de papel com auxílio de espátula e éter de petróleo. A extração da gordura foi realizada em equipamento Soxhlet com éter de petróleo (cerca de 50ml) durante um período de 8 horas. O balão foi seco na estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por aproximadamente 30 minutos, resfriado em dessecador e pesado em balança analítica. O resultado é expresso em quantidade de gordura(g)/100g amostra.

### **3.6.2 Determinação de pH**

Foi realizada utilizando-se um peagâmetro de punção direta (marca Hanna Instruments, modelo HI99163, Romênia), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Esta análise foi realizada nos dias 0, 15, 30, 45 e 70 de fabricação. Para isto, quatro peças de copa de cada tratamento foram utilizadas em cada período e as leituras feitas com a introdução do eletrodo em três pontos de cada amostra. No último ponto de análise, para garantir um número de amostras suficiente para as demais análises, foram coletadas somente três peças de cada tratamento.

### **3.6.3 Avaliação de cor objetiva**

Quatro amostras de cada tratamento foram submetidas à avaliação objetiva da cor, utilizando-se o espectrofotômetro portátil marca Minolta Chromameter CR-200b, sistema CIELAB, após exposição das peças ao ar durante 30 minutos, para cálculo dos valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  médios de três leituras, em diferentes pontos. Esta análise foi realizada nos dias 0, 15, 30, 45 e 75 (produto final). No último ponto de análise, para garantir um número de amostras suficiente para as demais análises, foram coletadas somente três peças de cada tratamento.

### **3.6.4 Atividade de água**

A análise de atividade de água (aa) foi realizada utilizando-se o aparelho Aqualab (Water Activity Meter, modelo CX-2). A calibração do equipamento foi feita

com água destilada e as leituras realizadas quando o aparelho estivesse na temperatura de  $25,0^{\circ}\text{C} + 0,3^{\circ}\text{C}$ . Quatro unidades de copa de cada tratamento foram analisadas, em duplicata. Estas foram cortadas em pedaços que cobrissem a totalidade da superfície da cápsula de análise para realização das leituras. Esta análise foi realizada nos dias 0, 15, 30, 45 e 70. No último ponto de análise, para garantir um número de amostras suficiente para as demais análises, foram coletadas somente três peças de cada tratamento.

### **3.6.5 Perfil eletroforético pelo sistema SDS PAGE**

Procedeu-se a extração das proteínas da matéria prima cárnea (sobrepaleta) e do produto final (Copa tipo italiana). A extração foi realizada segundo protocolo de Diaz et al (1997), Soriano et al (2006) e Spaziani Et al (2009), com algumas alterações.

Coleta-se 5 gramas do produto, que é homogeneizado em aparelho turrax, com solução tampão de fosfato de potássio (0,03 M e pH 7.4) durante 3 minutos. O homogeneizado é levado a centrifugação por 20 minutos, a uma força G de 10000 sob temperatura controlada de  $4^{\circ}\text{C}$ . O sobrenadante é filtrado em papel Whatman 40 e mantido a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento de corrida em gel. O precipitado foi novamente homogeneizado por 3 minutos, em agitador de amostra, com a adição de solução tampão de uréia 8M, toureia 2M e  $\beta$ -mercaptoetanol (1 v por v) e posteriormente é levado ao turrax por 10 segundos. O homogeneizado foi levado à centrífuga por 20 minutos à uma força G de 12000 sob  $4^{\circ}\text{C}$  e o sobrenadante foi filtrado (Whatman 40) e armazenado a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento de corrida em gel de eletroforese. Durante a extração de cada amostra, foi acrescentado 20  $\mu\text{L}$  de inibidor de proteases (GE Healthcare Life Science, São Paulo, Brasil).

A concentração proteica foi determinada pelo método de Bradford (1976).

As frações foram diluídas no tampão para a amostra. As frações, contendo amostras solúveis em sal fosfato foram diluídas na proporção 1:1 e as frações solúveis em uréia, tiourea e  $\beta$ -mercaptoetanol, foram diluídas na proporção 1:4. Neste momento, foi acrescentado a cada amostra mais 20  $\mu\text{L}$  de inibidor de proteases.

Para as corridas de eletroforese, foi utilizado gel de separação na concentração de 10% e gel de aplicação (gel de empacotamento) da amostra, na concentração de 4%. As corridas foram realizadas durante sete horas, sob uma tensão contínua de 100V. Foram utilizados marcadores de peso molecular (Precision Plus Protein Kaleidoscope Standards, BIO-RAD LABORATORIES, Richmond, EUA), sendo os pesos de 10 a 250 Kilodalton, no total de dez marcadores com os pesos: 250, 150, 100, 75, 50, 38, 25, 20, 15 e 10.

A coloração dos géis ocorreu em solução contendo ácido acético 10% (v/v), álcool metílico 40% (v/v) e Coomassie Brilliant Blue R-250 1%, durante uma noite. Os géis foram descorados em solução contendo 10% (v/v) de ácido acético e 40% (v/v) de álcool metílico, renovando-se a solução a cada 30 minutos, até a obtenção de revelação nítida.

O cálculo do peso molecular das frações proteicas foi efetuado mediante a construção de curvas padrão, com os pesos moleculares dos marcadores contra as respectivas distâncias percorridas no gel.

### **3.6.6 Análise microbiológica**

A análise microbiológicas do produto pronto (copa tipo italiana) foi realizada de acordo com a RCD 12 através das análises de contagem de coliformes termotolerantes e pesquisa de *Salmonella* spp., estafilococos coagulase-positiva, e contagem de bactérias ácido lácticas e bolores e leveduras. As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia (LMB) do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). As metodologias utilizadas são as preconizadas pela Instrução Normativa número 62, de 26 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

### **3.6.7 Análise sensorial**

A aceitação sensorial foi avaliada por um grupo de 54 consumidores (idade entre 21 e 55 anos, de classes A, B e C). Foram avaliados pelos consumidores os seguintes atributos: aroma, sabor, cor, maciez, suculência e aceitação global,

através do uso de uma escala hedônica estruturada de nove pontos (1= desgostei muitíssimo, 2=desgostei bastante, 3= desgostei moderadamente, 4= desgostei pouco, 5= nem gostei nem desgostei, 6= gostei pouco, 7= gostei moderadamente, 8= gostei bastante, 9= gostei muitíssimo) além da avaliação de intenção de compra em uma escala de cinco pontos (1= certamente compraria, 2= provavelmente compraria, 3= talvez compraria/talvez não compraria, 4=provavelmente não compraria, - certamente não compraria) (MEILGAARD, 2006). O Teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial, Física e Estatística (LAFISE) do CCQA/ITAL. As amostras foram apresentadas aos consumidores sem identificação dos tratamentos de maneira monádica em esquema de blocos balanceados. Os dados foram submetidos aos testes de análise de variância e Tukey para análise estatística.

### 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento aplicado foi inteiramente casualizado, dentro de um esquema fatorial 3x2x5, o primeiro fator com três níveis (condição sexual: castrado, imunocastrado e controle), o segundo fator com dois níveis (com e sem ractopamina) e o terceiro fator com cinco níveis (5 tempos: matéria-prima, após a salga, 15, 30, 55 dias de maturação) no total de seis tratamentos: fêmeas com ractopamina (FE RAC), fêmeas (FE), machos castrados fisicamente com ractopamina (CF RAC), machos castrados fisicamente (CF), imunocastrados com ractopamina (IM RAC) e imunocastrados (IM). No total de 30 amostras por tratamento (cada unidade uma metade de sobrepaleta), foi realizada a cada tempo de análise (em duplicatas) a coleta de quatro amostras.

Os resultados obtidos a partir das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância, por meio do teste F ao nível de 0,05 de probabilidade, para verificar se houve efeito entre os fatores especificados. No caso de haver efeito entre os níveis desses fatores ou da interação entre eles, foi realizado o teste de Tukey para comparação das médias ( $p < 0,05$ ).

Todas as análises foram avaliadas através do software Statistical Analysis System (SAS, 2003), bem com os pressupostos associados aos modelos.

Para todas essas variáveis, foi aplicado o seguinte modelo de análise de variância:

$$y_{ijk} = t_i + g_j + s_k + (tg)_{ij} + (ts)_{ik} + (gs)_{jk} + (tgs)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

- $y_{ijk}$  é a variável resposta
- $t_i$  é o efeito do tempo i-ésimo
- $g_j$  é o efeito da condição sexual j-ésimo
- $s_k$  é o efeito do nível de ractopamina k-ésima
- $(tg)_{ij}$  é o efeito da interação entre o tempo i-ésimo e o sexo j-ésimo
- $(ts)_{ik}$  é o efeito da interação entre o tempo i-ésimo tempo e o nível de ractopamina k-ésima
- $(gs)_{jk}$  é o efeito da interação entre o sexo j-ésimo e o nível de ractopamina k-ésima
- $(tgs)_{ijk}$  é o efeito da interação tripla entre o tempo i-ésimo, sexo j-ésimo e nível de ractopamina k-ésima
- $\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental suposto independente e com distribuição  $N(0, \sigma^2)$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados com a realização deste trabalho, bem como a discussão decorrente destes resultados, encontram-se discriminados nos itens a seguir.

### 4.1. VALORES DA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MATÉRIA PRIMA

Com relação aos resultados dos teores umidade (%), gordura (%) e proteína (%), estes são mostrados na Tabela 1 e no Apêndice 1.

Os dados estatísticos evidenciam que não ocorreu a interação entre sexos e ractopamina para as variáveis: gordura, umidade e proteína entre os tratamentos.

Para o efeito de sexo, notou-se que as sobrepaletas dos animais imunocastrados apresentaram diferenças significativas para os teores de umidade (mais,  $p < 0,01$ ), gordura (menos,  $p < 0,01$ ) e proteína (mais,  $p < 0,05$ ) quando comparadas com as amostras dos suínos castrados fisicamente. Quando se comparou os teores das sobrepaletas dos imunocastrados com as das fêmeas, observou-se que os animais imunocastrados apresentaram maior teor de umidade ( $p < 0,05$ ) e menor teor de gordura ( $p < 0,05$ ), não apresentando diferenças para o teor de proteínas em relação às sobrepaletas das fêmeas. Já as amostras das fêmeas apresentaram menor teor de gordura ( $p < 0,05$ ) e maiores teores de proteínas ( $p < 0,05$ ) e umidade ( $p < 0,05$ ) em comparação aos machos castrados fisicamente. A literatura sobre composição centesimal de animais imunocastrados bem como a composição de sobrepaletas obtidas de animais tratados com estas tecnologias é

Tabela 1: Efeitos de gêneros (FE - fêmeas; CF – castrados fisicamente; IM – imunocastrados) e da suplementação com ractopamina (RAC) (7,5 mg/kg) sobre os valores médios dos teores de umidade, lipídeos e proteína das copas suínas

	EFEITO DOS SEXOS						EFEITO RAC	
	FE		CF		IM			
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg
Umidade	64,52 <sup>ab</sup>	60,89 <sup>c</sup>	61,38 <sup>bc</sup>	58,50 <sup>c</sup>	65,40 <sup>a</sup>	64,58 <sup>ab</sup>	63,38 <sup>A</sup>	61,32 <sup>B</sup>
Gordura	15,87 <sup>b</sup>	20,58 <sup>a</sup>	22,55 <sup>a</sup>	24,13 <sup>a</sup>	15,12 <sup>b</sup>	16,02 <sup>b</sup>	17,85 <sup>A</sup>	20,24 <sup>B</sup>
Proteína	17,97 <sup>a</sup>	16,97 <sup>ab</sup>	15,15 <sup>b</sup>	16,21 <sup>ab</sup>	17,55 <sup>a</sup>	17,74 <sup>a</sup>	16,97	16,95

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na horizontal parte superior (níveis de ractopamina) e maiúsculas (condição sexual) diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

escassa e até o final do presente trabalho não foram encontrados muitos dados sobre composição de sobrepaletas e carnes de animais imunocastrados. Ao analisarem o músculo *Longissimus* Morales et al. (2011) encontraram menos ( $p < 0,01$ ) gordura intramuscular para fêmeas em relação aos suínos castrados e imunocastrados, menor teor de proteína ( $p < 0,01$ ) para imunocastrados em relação aos castrados fisicamente e as fêmeas, não encontrando diferenças entre os sexos com relação a umidade.

Quanto ao teor de proteína, houve diferença significativa entre os castrados fisicamente (com o menor teor) e os demais, não havendo diferenças significativas entre imunocastrados e fêmeas. Tais resultados demonstram que a maior produção de proteína e menor de gordura, resultando em mais carne magra por parte dos suínos imunocastrados quando comparados aos castrados fisicamente, também se aplica ao corte cárneo sobrepaleta (copa).

Em concordância com resultados obtidos neste experimento, Virgili et al (2001) encontraram maior quantidade de proteína e menor quantidade de gordura em presuntos curados maturados de fêmeas, em comparação aos de machos castrados.

Constatou-se também efeito significativo da ractopamina nas variáveis gordura ( $p < 0,05$ ) e umidade ( $p < 0,05$ ), mostrando o efeito deste agonista  $\beta$ -adrenérgico em reduzir a produção de tecido adiposo e aumentar a carne magra (hipertrofia) do animal (AGOSTINI et al., 2008; ATAHYDE, 2010; SILVEIRA, 2007; MOODY et al., 2000). Carr et al. (2005), em concordância com os resultados encontrados no presente trabalho, relatam o efeito de RAC ao analisarem costeletas suínas de suínos alimentados com ractopamina (10 mg/kg), notando diferenças para teor umidade (maior) e de gordura (menor) quando comparados ao grupo controle (não tratado com RAC).

Através dos atuais resultados, demonstra-se que as sobrepaletas dos animais imunocastrados, apresentando maiores teores de proteína e umidade e menor teor de gordura que os castrados fisicamente, estão de acordo com o que foi encontrado por alguns autores que trabalharam com medidas lineares e predição de carne magra em carcaças suínas, notando maior quantidade de carne magra para os animais imunocastrados e para as fêmeas em relação aos castrados fisicamente, sendo que estes obtiveram maior espessura de gordura em relação aos imunocastrados e as fêmeas. (BOLER et al., 2010; FERNÁNDEZ-DUEÑAS et al. 2008; MORAES, 2009; PAULY et al., 2009). Em sua pesquisa, Rossi (2010) encontrou maior umidade e menor quantidade de gordura na composição de salame obtido de carne de suínos suplementados com ractopamina, em comparação ao grupo controle. Boler et al. (2010) encontraram diferença significativa para os parâmetros de teor de proteína (maior) e de gordura (menor) em presuntos de animais suplementados com RAC em comparação ao grupo controle.

#### 4.2 pH

Com relação ao efeito da RAC no valor de pH da sobrepaleta, demonstra-se, a partir dos resultados levantados por este estudo, maior valor de pH ( $p < 0,0001$ ) das sobrepaletas dos animais suplementado com RAC, quando comparado ao grupo controle. Nos animais imunocastrados, aqueles que foram suplementados com RAC apresentaram valores maiores de pH para as sobrepaletas, em comparação ao

grupo controle. Já nos outros pontos de coleta durante o processamento da copa, não foi observado diferenças entre os tratamentos com relação ao efeito de RAC

Na matéria prima, o pH dos animais tratados com RAC (6,24) foi maior ( $p < 0,0001$ ), que daqueles não suplementados (6,10). Ainda na matéria prima, notou-se uma interação entre RAC e sexo (animais imunocastrados) para a variável pH (IM RAC - pH 6.26; IM - pH 6.05; valor  $p = 0,0031$  -  $< 0,01$  - 99% de significância). Uma hipótese que justifique o pH maior para os tratamentos com RAC, é que os  $\beta$ -agonistas adrenérgicos possuem ação estimulante sobre a glicólise e consequentemente sobre a diminuição de glicogênio muscular, diminuindo a produção de ácido láctico e limitando a acidificação post-mortem dos tecidos cárneos, em taxas de até 4 unidades de pH, segundo alguns autores (BOLER et al., 2011; FERNANDES 1995; FERNANDES-DUEÑAS et al., 2008; WARRIS et al., 1989; WILLIAMS, 1987). Entretanto, outros autores não encontraram diferença entre os valores de pH de animais alimentados com RAC e o grupo controle (AALHUS et al., 1990; DUNSHEA et al., 1993; STITES et al., 1994; STOLLER et al., 2003)

Quanto ao efeito do sexo, exceto no produto final, onde as copas dos imunocastrados apresentaram menor pH ( $p < 0,05$ ) de que as copas das fêmeas e dos castrados fisicamente, não foi encontrado efeito do sexo no valor de pH.

Durante o processamento da copa, o valor de pH apresentou uma pequena queda, do dia 1 ao dia 30, para os tratamentos 3 e 6 e até o dia 45 para os demais tratamentos (Figura 1). Após este período nota-se um ligeiro aumento no pH do produto. Não foi acrescentado ao processamento da copa nenhuma cultura iniciadora, que normalmente influenciaria em uma queda de pH mais rápida. Logo, esta queda mais lenta do pH pode ser devida à ação da microbiota autóctone, que leva à produção de ácido láctico, diminuindo o pH. Já a elevação do pH, pode se explicar pela ação de proteases endógenas, as quais degradam as proteínas cárneas levando à liberação de compostos de aminas (SELGAS et al., 1992).

Considerando o período de processamento constatou-se ainda nenhum efeito da suplementação com RAC (7.5 g/kg) nos valores do pH, no dia 15 (5,9; 5,88; 5,95; 6,03; 5,85), dia 30 (5,49; 5,54; 5,48; 5,51; 5,55; 5,45), dia 45 (5,52; 5,46; 5,55; 5,47; 5,51; 5,54) e dia 70 (5,71; 5,77; 5,78; 5,69; 5,61; 5,58) para fêmeas com e sem RAC, macho castrados fisicamente com e sem RAC e imunocastrados com e sem RAC, respectivamente.

Com relação ao processo como um todo, notou-se interação entre sexo ( $p < 0,05$ ) e RAC para o pH dos imunocastrados ( $p < 0,0001$ ) quando selecionados a partir do sexo e para os não suplementados com RAC, quando analisados a partir do efeito RAC.

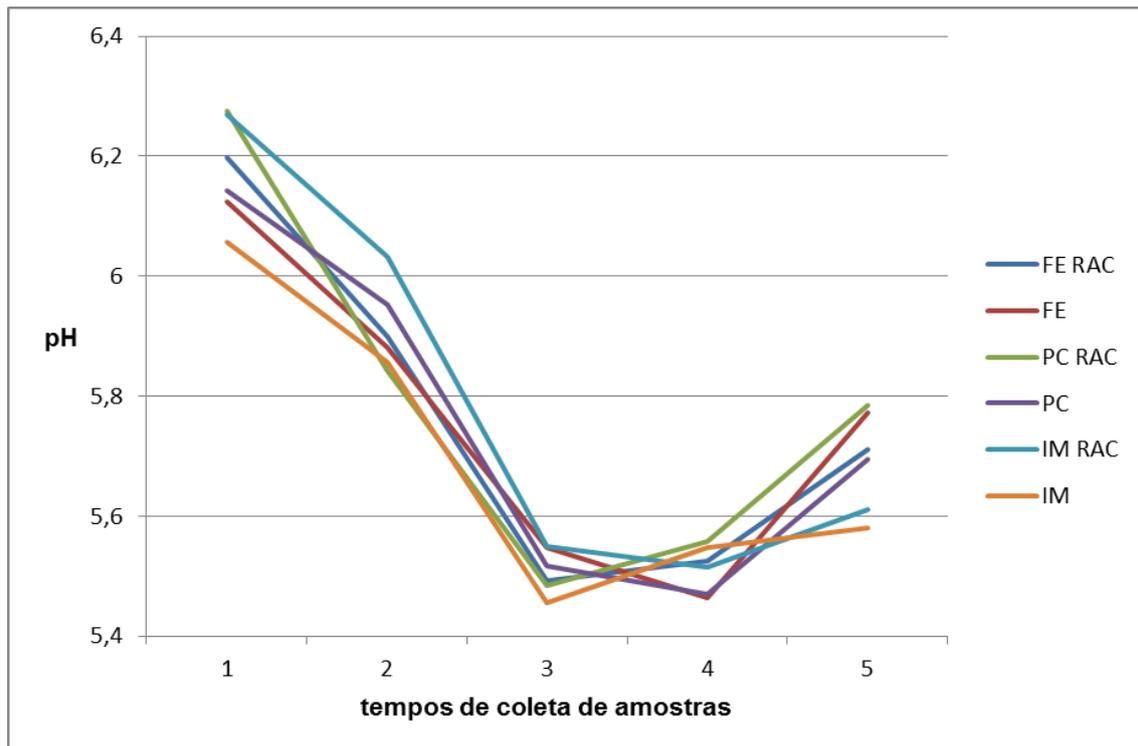


Fig. 12 Valores do pH dos cinco pontos ao longo do processamento (dias 1- matéria prima, 15- final do processo de salga, 30- 15 dias de maturação, 45- 30 dias de maturação e 70- 55 dias de maturação) do processamento FE RAC= fêmeas com ractopamina; FE= fêmeas sem ractopamina; CF RAC= machos castrados fisicamente com ractopamina; CF machos castrados fisicamente sem ractopamina; IM RAC= imunocastrados com ractopamina; IM= imunocastrados sem ractopamina.

#### 4.3 COR DA CARNE

Os resultados para os parâmetros de cor objetiva estão dispostos nas tabelas 2 ( $L^*$ ), 3 ( $a^*$ ) e 4 ( $b^*$ ) e os apêndices 2, 3 e 4..

Analisando o efeito do tempo, os valores de luminosidade ( $L^*$ ) do produto caíram do primeiro (matéria prima) para o segundo ponto (após salga) de análise, permanecendo constante até o quarto ponto e então aumentando até o último ponto

de análise (produto final) ( $p < 0,05$ ). Este aumento da luminosidade pode estar relacionado com a associação das proteínas solúveis em sais com as miofibrilas, resultando na redução de sua intensidade de coloração no gel de eletroforese do produto final (JOO et al., 1999).

Tab. 2 Resultados referentes aos valores de  $L^*$  (luminosidade) dos diferentes tratamentos ao longo dos dias de análise (dias 1, 15, 30, 45 e 70).

		Valores de $L^*$									
		MATERIA PRIMA		DIA 15		DIA 30		DIA 45		DIA 70	
		7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg g	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg g	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg g	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg g	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg g
FE		40,19	41,27	36,17	38,15	33,84	36,34	37,60	37,13	36,96	38,51
		40,73		37,16		35,08 <sup>B</sup>		37,37		37,73	
CF		40,77	40,79	38,41	38,72	38,21	37,95	37,89	36,72	40,19	40,79
		40,78		38,57		38,07 <sup>A</sup>		37,31		40,49	
IM		42,46	43,38	37,53	37,55	35,43	36,92	37,19	37,27	38,31	42,27
		42,92		37,54		36,17 <sup>AB</sup>		37,23		40,29	
EFEITO RAC		41,14	41,81	37,37	38,14	35,82	37,07	37,56	37,04	38,49	40,52

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na vertical parte inferior (condição sexual) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

FE= fêmeas; CF= machos castrados fisicamente; IM= machos imunocastrados; RAC= ractopamina

Tab. 3 Resultados referentes aos valores de a\* (intensidade de vermelho) dos diferentes tratamentos ao longo dos dias de análise (dias 1, 15, 30, 45 e 70).

	Valores de a*									
	MATÉRIA PRIMA		DIA 15		DIA 30		DIA 45		DIA 70	
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg
FE	13,46	13,76	15,82	15,02	15,48	13,72	13,16	13,76	13,43	14,1
	13,61 <sup>a</sup>		15,42		14,60		13,46		13,77 <sup>a</sup>	
CF	13,50	13,80	15,61	15,82	14,75	15,22	14,69	15,17	11,92	11,4
	13,65 <sup>A</sup>		15,71		14,99		14,93		11,66 <sup>B</sup>	
IM	11,38	12,33	18,15	15,84	15,46	13,73	14,14	13,87	11,966	11,1
	11,86 <sup>B</sup>		17,00		14,6		14,01		11,51 <sup>B</sup>	
EFEITO RAC	12,78	13,30	16,53	15,56	15,23	14,23	14,00	14,27	12,43	12,2

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na vertical parte inferior (condição sexual) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

FE= fêmeas; CF= machos castrados fisicamente; IM= machos imunocastrados; RAC= ractopamina

Tab. 4 Resultados referentes aos valores de b\* (intensidade de amarelo) dos diferentes tratamentos ao longo dos dias de análise (dias 1, 15, 30, 45 e 70).

	Valores de b*									
	MATERIA PRIMA		DIA 15		DIA 30		DIA 45		DIA 70	
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg								
FE	0,75	2,39	2,14	2,11	2,99	0,72	0,33	0,64	0,41	1,41
	1,57		2,12		1,85		0,49		0,91	
CF	0,95	0,71	3,18	2,01	3,97	1,72	0,83	0,89	0,50	-0,16
	0,83		2,60		2,85		0,86		0,17	
IM	0,61	1,64	2,86	2,71	0,80	0,83	0,83	1,45	-0,16	0,00
	1,13		2,78		0,82		1,14		-0,08	
EFEITO RAC	0,77	1,58	2,73	2,27	2,59	1,09	0,67	1,00	0,25	0,42

Os valores de  $a^*$  aumentaram do primeiro para o segundo tempo de análise, diminuindo no tempo posterior, permanecendo constante até o quarto ponto de análise e então diminuíram até o último ponto ( $p < 0,05$ ) (Apêndice 3). Este aumento no início do processamento pode ser devido à ação dos sais de nitrito que estabilizam e dão uma cor característica aos produtos curados. Já a queda nos valores de  $a^*$  no final do processamento pode ser devido à oxidação da nitrosilmioglobina ( $MbFe_2NO$ ), resultando na formação de metamioglobina que pode ser responsável pelo escurecimento da carne, levando à posterior perda de cor no processo (LINDAHL, 2001).

Com relação à queda nos valores de  $L^*$  e  $a^*$ , sabe-se que perda na cor de produtos curados e dessecados como por exemplo presunto, é atribuída a oxidação da nitrosilmioglobina ( $MbFe_2NO$ ), sendo esta molécula altamente instável na presença de oxigênio (ANDERSEN; SKIBSTED, 1992). A oxidação da nitrosilmioglobina resulta na formação de metemioglobina, a qual é primariamente responsável pela coloração marrom e escurecimento da carne.

Com relação ao efeito do sexo, com exceção do terceiro ponto de análise onde as amostras das fêmeas foram mais escuras que as dos machos castrados fisicamente, estando de acordo com Uttaro et al. (1993) que relataram presuntos curados mais escuros de fêmeas, quando comparados a machos castrados, não houve diferenças entre os sexos para luminosidade ( $L^*$ ) nos tratamentos da copa. De acordo com os presentes resultados, Gou et al. (1995) também não encontraram diferenças ao avaliarem o efeito do sexo nos parâmetros de cor em presuntos, entre fêmeas e machos castrados. Stoller et al. (2002) - entre fêmeas e machos castrados e Pauly et al. (2009) entre fêmeas, machos castrados e imunocastrados, também não encontraram diferenças entre os sexos nos valores de  $L^*$  e  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respectivamente, para o músculo *longissimus*.

Com relação aos valores de  $a^*$ , a matéria prima dos imunocastrados apresentou menores valores ( $p < 0,05$ ) que os castrados fisicamente e as fêmeas. Ao final do processo, as copas das fêmeas demonstraram maiores valores de  $a^*$  em relação aos demais sexos. Bee (2002) também encontraram valores maiores de  $a^*$  para fêmeas ao avaliarem o efeito do sexo no músculo *semitendinosus*. Já Noud et al. (1999), avaliando o músculo *longissimus toracis*, não encontraram diferenças nos valores de  $a^*$  entre fêmeas e machos castrados, entretanto no mesmo estudo

demonstra-se que os valores de  $a^*$  para o músculo *semitendinosus* na carne de fêmeas foi maior que nos machos inteiros.

Analisando o efeito da adição de ractopamina na alimentação dos animais, não foi encontrada diferença significativa para os valores de cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) entre os tratamentos (suplementados com RAC e os não suplementados) ao longo do tempo de processamento da copa. Diferentemente, Apple et al (2008) ao analisarem a cor de bistecas suínas (músculo *longissimus*) encontraram maiores valores para  $L^*$  (mais claras),  $a^*$  (avermelhadas) e  $b^*$  (amareladas) para os animais não tratados com RAC. Semelhantemente Carr et al (2005) encontraram menores valores de  $a^*$  e  $b^*$  para o músculo *semimembranosus* e lombos de suínos tratados com RAC, assim como Stoller et al (2003) quando trabalhando com lombos.

Para os valores de  $b^*$  não houve diferenças significativas entre os gêneros e entre os tratados com ractopamina e grupo controle dentro de cada ponto de análise ( $p > 0,05$ ).

#### 4.4 ATIVIDADE DE ÁGUA ( $A_a$ ) AO LONGO DO PROCESSAMENTO

O parâmetro de atividade de água em um alimento é definido como a razão entre a pressão parcial de vapor da água contida no alimento e a pressão de vapor de água pura a uma determinada temperatura (JAY, 2005).

Não houve diferença significativa para a atividade de água entre os tratamentos ao longo do tempo (figura 13). As amostras das fêmeas e dos imunocastrados não tratados com ractopamina alcançaram valores de atividade de água abaixo de 0,9 (exigido para ser considerado como copa) (Brasil, 2000), antes dos demais tratamentos (4º tempo de coleta). As pequenas diferenças ( $p > 0,05$ ) ao final do processamento podem acontecer rotineiramente como consequência dos processos de secagem e maturação em uma matriz cárnea complexa como a sobrepaleta suína, e não geraram diferenças que tenham afetado crescimento microbiano e as características de qualidade sensorial.

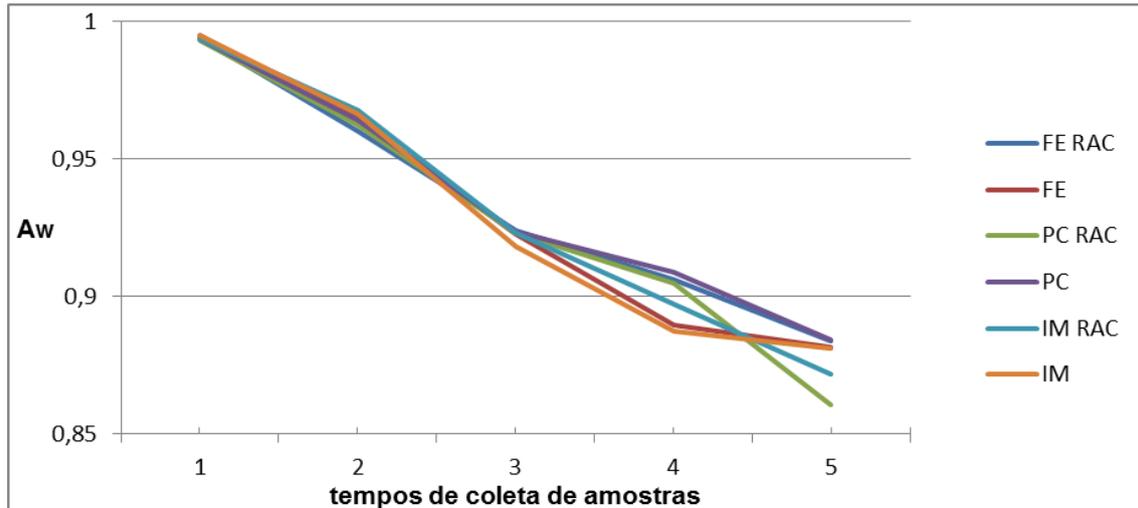


Figura 13: Valores de Atividade de água (Aa) dos cinco pontos de coleta ao longo do período de processamento da copa (1- material prima, 2- final do processo de salga, 3- 15 dias de maturação, 4- 30 dias de maturação, 5- 55 dias de maturação).

Eixo X- tempos de coleta e análise das amostras: 1= material prima, 2= final do processo de salga, 3= 15 dias de maturação, 4= 30 dias de maturação, 5= 55 dias de maturação.

Eixo Y – valores de atividade de água

#### 4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados das análises microbiológicas da copa tipo italiana estão demonstrados na Tabela 5.

A contagem total de bolores e leveduras foi de  $10^5$  a  $10^6$  UFC por grama entre os tratamentos e a contagem de bactérias ácido-láticas foi de  $10^7$  UFC para todos os tratamentos.

Tabela 5. Resultados demonstrando as análises microbiológicas dos seis tratamentos ao final do processamento das copas tipo italianas.

	<b>Bolores/ Leveduras</b>	<b>B. láticas</b>	<b>Salmonella spp</b>	<b>Coliformes termoresistentes</b>	<b>Staphylococcus coagulase positiva</b>	<b>Clostridium sulfito redutor a 45oC</b>
<b>FE RAC</b>	$10^5$	$10^7$	ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>FE</b>	$10^6$	$10^7$	ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>CF RAC</b>	$10^5$	$10^7$	ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>CF</b>	$10^6$	$10^7$	ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>IM RAC</b>	$10^6$	$10^7$	ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>IM</b>	$10^5$	$10^7$	ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 5. Resultados de análise microbiológica da copa tipo italiana. FE= fêmeas sem ractopamina; CF RAC= machos castrados fisicamente com ractopamina; CF machos castrados fisicamente sem ractopamina; IM RAC= imunocastrados com ractopamina; IM= imunocastrados sem ractopamina

Não houve presença de bactérias patogênicas de acordo com a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2001). Ainda que as sobrepaletas dos animais suplementados com RAC tenham apresentado maiores valores de umidade e de pH, tais parâmetros não afetaram a segurança dos produtos finais. Isto pode ser possível devido aos baixos valores de pH e de atividade de água, criando um ambiente de inibição para o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e selecionando o crescimento de bactérias ácido lácticas. A presença de bactérias ácido lácticas autóctone desempenha um papel importante na inibição de bactérias patogênicas através da produção de ácido láctico e outras substâncias como bacteriocinas. De Martinis et al. (2001) encontraram atividade antilisterial em bactérias ácido lácticas isoladas de produtos carnes como embutidos de carne suína, bacon e salsichas (“hot dogs”) mostrando que este grupo de bactérias desempenha importante papel na inibição de patógenos.

A capacidade de bolores e leveduras se desenvolverem em grandes populações ( $10^5$  a  $10^6$  UFC) no produto copa tipo italiana, pode exercer função competitiva contra outros microrganismos durante a maturação do produto (SIMOCINI et al., 2007). Além disso, com relação às leveduras, também se leva em conta a sua possível contribuição na formação do sabor em produtos curados, secados e maturados (agindo tanto na carne como na gordura) como fonte de peptídeos, aminoácidos e ácidos graxos livres liberados por enzimas (lipolíticas e proteolíticas) endógenas e exógenas (MOTILVA et al., 1993; VIRGILI et al., 1999;). A atividade catabolítica de leveduras sobre aminoácidos e ácidos graxos livres, gerando compostos voláteis durante maturação de produtos cárneos curados e secados, pode ser um requerimento adicional para seleção de leveduras na colonização em embutidos maturados e no incremento do sabor, já que estes microrganismos podem contribuir na proteólise em produtos cárneos (MARTIN et al., 2004; MARTÍN et al., 2006).

#### 4.6. SDS-PAGE (“sodium dodecyl sulfate polyacrilamide gel electrophoresis”.)

O efeito da maturação sobre as frações proteicas extraídas dos seis tratamentos pode ser visto na figura 14 (perfil eletroforético das proteínas solúveis em sais) e 15 (perfil eletroforético das proteínas solúveis em ureia e thioureia).

Os perfis eletroforéticos das amostras (tanto as solúveis em sais como em ureia) não revelaram grandes diferenças entre os tratamentos (entre os sexos e entre tratados com RAC e não tratados). Xiong et al. (2006) relatam que os músculos de animais tratados com ractopamina apresentaram diferente taxa de degradação proteica durante os 21 dias do período de maturação post mortem, ocorrendo uma degradação mais lenta de algumas bandas proteicas quando comparados às proteínas correspondentes do grupo controle (não tratados com RAC). Com relação à degradação proteica, no presente estudo, os resultados não mostram grandes diferenças ao final (75 dias) do processamento da copa tipo italiana.

Ao analisar o perfil das proteínas solúveis em sais notam-se somente algumas diferenças na intensidade de certas bandas quando comparadas da matéria prima (tempo 1) com o produto final (tempo 2). Estas diferenças devem ocorrer devido à ação proteolítica de enzimas endógenas e exógenas (microrganismos autóctone) durante o processamento do produto (salga e maturação). Comparando os dois tempos (matéria prima e produto final), bandas de aproximadamente 97 kDa tiveram um decréscimo de intensidade e também demonstram o surgimento de peptídeos de menor peso molecular logo abaixo de sua respectiva banda no produto final, o que denota a degradação de proteínas com este peso molecular. Esta pequena degradação deve estar relacionada ao valor de pH mais elevado e a lenta queda nos valores do mesmo, o que pode afetar a atividade de proteases endógenas. Esta discreta diferença entre a matéria prima e o produto final está de acordo com o que foi relatado por Casaburi et al. (2007), que não notaram grandes diferenças na degradação das proteínas solúveis em sais ao longo da maturação de salsichas, não adicionadas de culturas iniciadoras tempos de processamento. Nos géis dos produtos finais nota-se a presença de uma banda de 180kDa, a qual não é notada nos géis da matéria prima, fato que pode ocorrer devida a solubilização de algumas proteínas miofibrilares como a cadeia pesada de

miosina, já que a banda com peso molecular semelhante a esta proteína demonstrou notável degradação uma diminuição de intensidade, o que pode ser notado na figura 15 (proteínas solúveis em ureia e tiourea).

O perfil eletroforético em SDS-PAGE das proteínas solúveis em ureia denota uma intensa degradação de algumas proteínas miofibrilares, como miosina (aproximadamente 180 kDa) e uma ligeira diminuição na intensidade da  $\alpha$ -actina (em torno de 94 kDa) ao longo do processamento em todos os tratamentos. A intensidade de bandas com peso correspondente à cadeia pesada de miosina (miosin heavy chain- MHC) diminuiu com o tempo, com surgimento simultâneo de um produto de degradação com peso molecular aproximado entre 130 a 150 kDa. Ao comparar-se a matéria prima com o produto final, não se encontrou notável degradação de actina (~40 kDa). Estes achados estão em desacordo com Hughes et al (2002) que relataram rápida degradação de banda correspondente a esta proteína em embutidos fermentados. Esta diferença pode ser devida a ausência de culturas iniciadoras (“culturas starters”) no processo de produção da copa tipo italiana, as quais devem ser responsáveis pela degradação da actina.

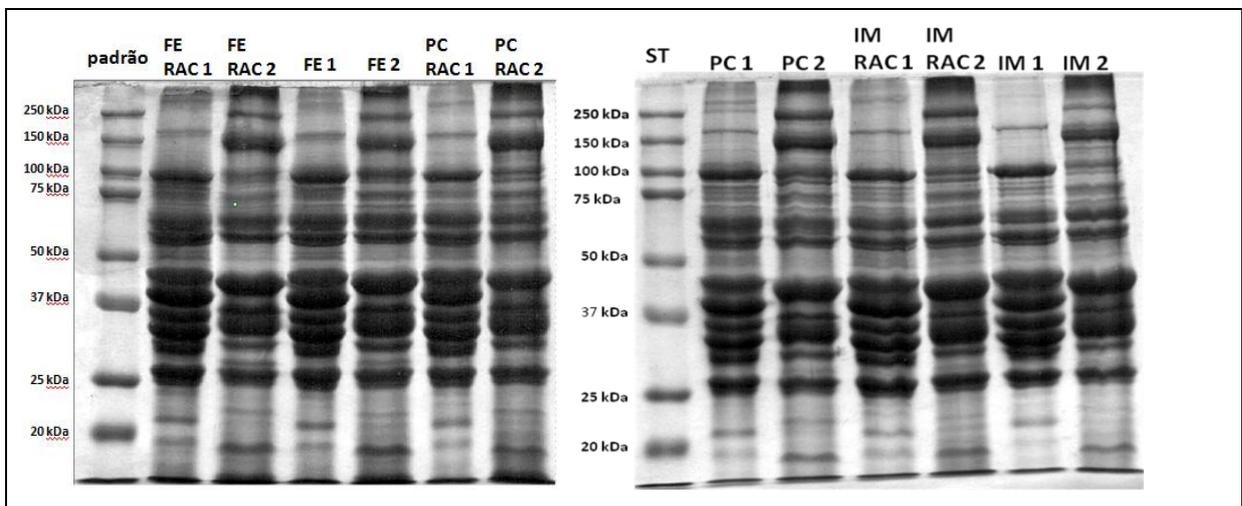


Fig. 14 - Perfil eletroforético obtido por SDS-PAGE dos 6 tratamentos experimentais após extração com sais fosfato, sendo 12 poços: primeiro (1) do produto antes do processamento (sobrepaleta), seguido (2) pelo produto após o processamento (copa tipo italiana). . 1º poço: padrões de peso molecular; FE RAC- fêmeas com ractopamina; FE- fêmeas; CF RAC- macho castrado fisicamente com ractopamina; CF- macho castrado fisicamente; IM RAC- imunocastrado com ractopamina; IM- imunocastrado.

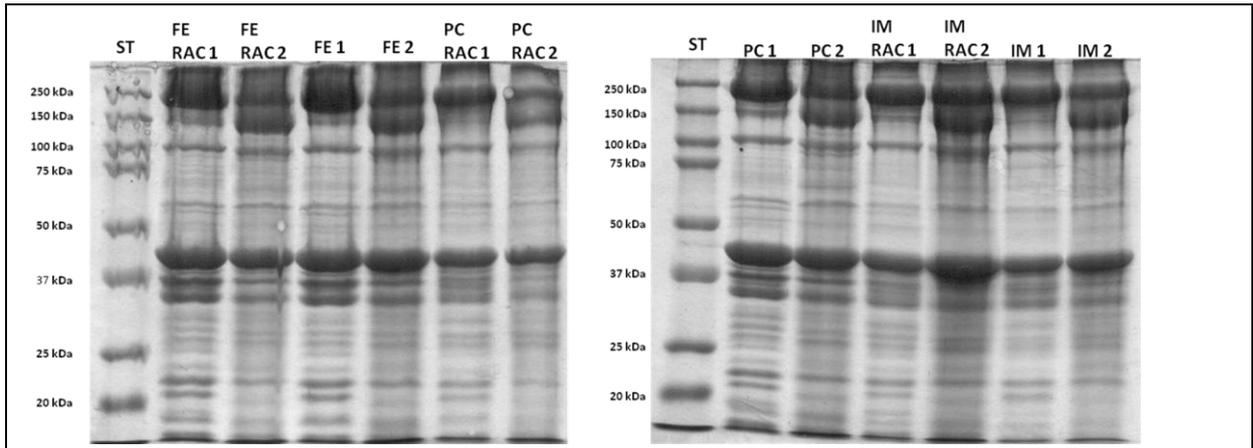


Fig. 15 - Perfil eletroforético obtido por SDS-PAGE dos 6 tratamentos experimentais após extração com ureia e tiourea , sendo 12 poços: primeiro (1) do produto antes do processamento (sobrepaleta), seguido (2) pelo produto após o processamento (copa tipo italiana). . 1º poço: padrões de peso molecular; FE RAC- fêmeas com ractopamina; FE- fêmeas; CF RAC- macho castrado fisicamente com ractopamina; CF- macho castrado fisicamente; IM RAC- imunocastrado com ractopamina; IM- imunocastrado.

#### 4.7. ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados da avaliação sensorial são demonstrados na figura 16 (aceitação global) e 17 (intenção de compra). Não houve efeito de interação entre as tecnologias, nem efeito das mesmas sobre os parâmetros sensoriais avaliados. Não foi notada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

O estudo de aceitação da copa tipo italiana foi composto por 54 consumidores, sendo 63% de mulheres e 37% homens, e destes, 64% pertencentes a uma faixa etária entre 21 e 35 anos de idade. Os produtos (copas) de todos os tratamentos foram bem aceitos pelos consumidores e não houve diferença significativa ( $p > 0.05$ ) entre as médias para aroma, aparência, sabor (sendo classificados entre os escores “gostei moderadamente” (7) e “gostei muito” (8)), e textura e aceitação global, que atingiram o escore de “gostei moderadamente” (7) entre os seis tratamentos (Figuras16).

Quanto à intenção de compra, nota-se que todos os produtos foram em média, bem aceitos, sendo ranqueados entre definitivamente compraria (1) e provavelmente compraria (Figura 17).

Ainda que tenha havido diferenças físico-químicas entre as matérias primas, como para os parâmetros de pH, umidade e gordura, pôde-se observar que, de

acordo com os consumidores, os produtos (copas) apresentaram perfis sensoriais similares.

Os consumidores descreveram os produtos como de cor vermelha escura e levemente salgados. Os produtos desenvolvidos nesta pesquisa de copas produzidas com diferentes matérias primas foram bem aceitos pelos provadores.

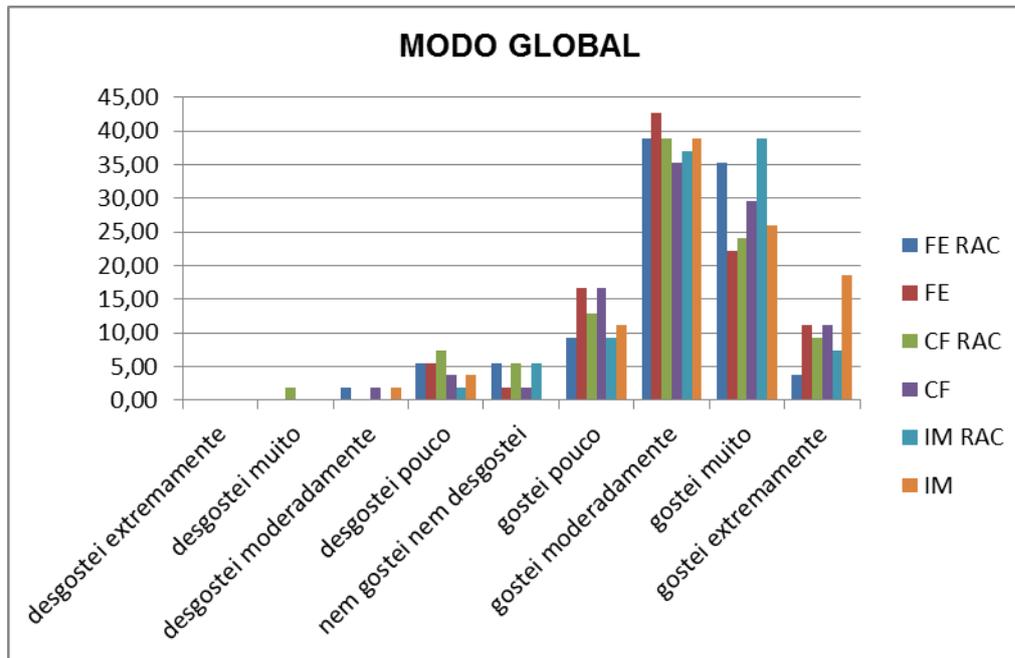


Fig. 16 - Frequência de aceitação global (%) de copa tipo Italiana, provenientes dos suínos imunocastrados e castrados fisicamente combinados com a utilização de ractopamina.

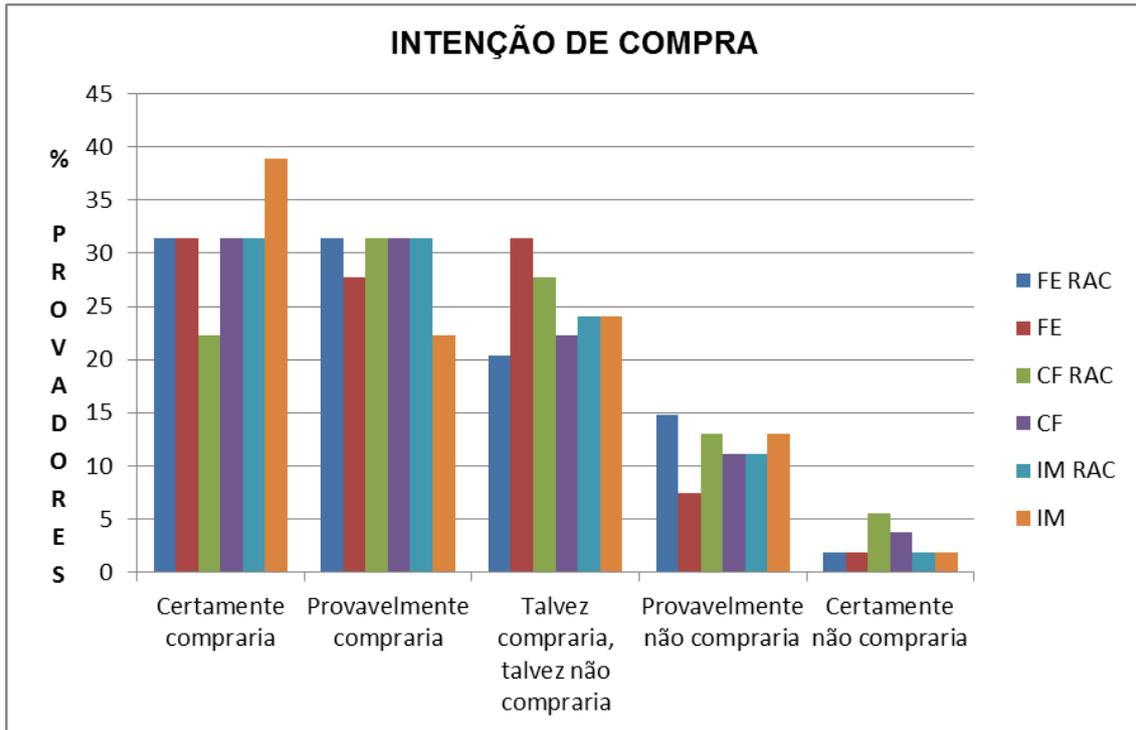


Fig. 17 - Intenção de compra copa tipo Italiana, provenientes dos suínos imunocastrados e castrados fisicamente combinados com a utilização de ractopamina

Avaliando qualidade sensorial de costelas e lombo de suínos castrados fisicamente e imunocastrados com mais de 100 consumidores dentro de supermercados na região de Campinas, Gomes (2009) e Tonniati (2008) não encontraram diferenças entre tratamentos para os parâmetros sensoriais como aroma, sabor, textura e cor. Da mesma forma, concordando com os resultados aqui apresentados, Font i Furnols et al.(2008) não encontraram diferenças significativas entre lombos de machos castrados fisicamente, imunocastrados e fêmeas quando avaliados sensorialmente por 200 consumidores.

## 5. CONCLUSÕES

Não houve efeito interativo da ractopamina (RAC) com sexo na qualidade da carne para parâmetros de umidade, proteína e gordura na sobrepaleta suína.

O presente experimento denota que a suplementação de RAC (7.5 mg/Kg) durante os últimos 21 dias antes do abate afetou positivamente parâmetros de umidade e gordura, uma vez que colabora com a produção de um produto mais magro. A ractopamina neste experimento também afetou os valores de pH da sobrepaleta (matéria prima da copa suína), aumentando o pH da matéria prima sem, no entanto influenciar na qualidade do produto final.

A imunocastração aumentou a umidade, o teor de proteínas e diminuiu o teor de gordura da sobrepaleta quando comparada aos suínos castrados fisicamente, demonstrando que a aplicação desta tecnologia contribui para um produto mais magro e com mais proteínas. Ainda, copas de animais imunocastrados apresentaram pH final menor.

Pelos presentes resultados de aceitação de consumidores, pode-se sugerir que a imunocastração e a suplementação com ractopamina podem ser aplicadas com sucesso na elaboração do produto Copa tipo Italiana.

Faz-se necessário estudo mais aprofundado visando entender a influência da ractopamina durante a maturação de produtos cárneos e as possíveis diferenças na degradação proteica e seus possíveis impactos na qualidade dos produtos. Tais estudos poderiam analisar a proteólise em determinados pontos durante o processamento, já que este estudo não notou grandes diferenças entre os tratamentos quando analisou somente a matéria prima e o produto final.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J.L.; SCHAEFER, A.L.; MURRAY, A.C.; JONES, S.D.M. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. *Meat Science*. v. 31, p. 397-409, 1992.  
Acesso em 05/03/2011.

ADAMS, T.E. Using gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and GnRH analogs to modulate testis function and enhance the productivity of domestic animals. *Animal Reproduction Science*, v.88, 127-139, 2005.

AGOSTINI, P.S.; PACHECO, G.D.; SILVA, R.A.M.; YWAZAKI, M.S.; LOZANO, A.P.; VINOKUROVAS, S.L.; DALTO, D.B.; TARSITANO, M.A.; SILVA, C.A.; BRIDI, A.M. Níveis de ractopamina para suínos: Efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. *Anais*. p.104-105, 2008.

AMSA - AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. *Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat*. Chicago, 48p. 1995

ANABEL, E. Global Control of boar taint Part 3. Immunological castration. *Pig Progress*. v. 22, n. 5, p. 6-9, 2006.

ANDERSEN, H. J.; SKIBSTED, L. H. (1992). Kinetics and mechanism of thermal oxidation and photooxidation of nitrosylmyoglobin in aqueous solution. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v. 40, l. 10, p. 1741- 1750. 1992

ANEMA, S.G. The use of “lab-on-a-chip” microfluidic SDS-PAGE electrophoresis technology for the separation and quantification of milk proteins. *International Dairy Journal*, v.19, n.4, p.198-204, 2009

ANGERAMI, C. N.; *Influência do Genótipo, Sexo e Peso de Abate na Composição da Carcaça e nas Características de Qualidade da Carne Suína*. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado)em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

APPLE, J. K.; MAXWELL, C. V.; KUTZ, B. R.; RAKES, L. K.; SAWYER, J. T.; JOHNSON, Z. B.; ARMSTRONG, T. A. ; CARR, S. N.; MATZAT, P. D. Interactive effect of ractopamine and dietary fat source on pork quality characteristics of fresh pork chops during simulated retail display. *Journal of Animal Science*, v. 86, p.2711-2722. 2008.

ARMSTRONG, T. A., IVERS, D. J., WAGNER, J. R., ANDERSON, D. B., WELDON, W. C.; BERG, E. P. The effects of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, 82, 3245-3253. 2004.

ATHAYDE, N. B. *Desempenho, qualidade de carne e estresse de suínos suplementados com ractopamina*. Botucatu, 2010, 124 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Botucatu, 2010.

BABOL, J., SQUIRES, E.J.; LUNDSTRÖM, K. Hepatic metabolism of skatole in pigs by cytochrome P4502E1. *Journal of Animal Science* 76, 822-828. 1998a.

BABOL, J., SQUIRES, E.J. & LUNDSTRÖM, K. Relationship between oxidation and conjugation metabolism of skatole in pig liver and concentrations of skatole in fat. *Journal of Animal Science* 76, 829-838. 1998b.

BABOL, J.; ZAMARATSKAIA, G.; JUNEJA, R.K.; LUNDSTRÖM. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat science*, v. 67, p.351-358, 2004.

BAUER, A; LACORN, M.; DANOWSKI, K. Effects of immunization against GnRH on gonadotropins, the GH-IGF-I-axis and metabolic parameters in barrows. *Animal*, v. 2, supp. 8, p. 1215-1222, 2008.

BEE, G. Effect of available dietary carbohydrate on glycolytic potential and meat quality of swine muscles. *Canadian Journal of Animal Science*, v.82, p. 311–320. 2002.

BEEKMAN, N.J.C.M.; SCHAAPER, W.M.M.; TURKSTRA, J.A.; MELOEN, R.H. Highly immunogenic and fully synthetic peptidecarrier constructs targetting GnRH. *Vaccine*. v. 17, p. 2043– 2050, 1999.

BELLAVER, C., FIALHO, E.T., FÁVERO, J., AJALA, L.C., MENDES, J. 1991. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF., 26(10):1795-1802, 1991.

BERTOLONI, W.; SILVEIRA, F. T. E.; LUDTKE, B. C.; ANDRADE, C. J. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa (CO<sub>2</sub>). Parte 1 - Mensuração de indicadores sanguíneos de estresse. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.26, p 564-570, 2006.

BOLER, D. D. ; HOLMER, S. F.; DUNCAN, D. A.; CARR, S. N.; RITTER, M. J.; STITES C. R.; PETRY, D. B.; HINSON, R. B.; ALLEE, G. L.; MCKEITH F. K.; KILLEFER J. Fresh meat and further processing characteristics of ham muscles from finishing pigs fed ractopamine hydrochloride. *Journal of Animal Science*, v.89, p. 210-220. 2010.

BONNEAU, M. Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. *Meat Science*, v. 49, n. 1, p. 257-272, 1998.

BONNEAU, M.; TERQUI, M. A note on the metabolism of 5 alpha-androst-16-en-3-one in the young boar in vivo. *Reproduction, nutrition, development* 23, 899-905. 1983.

BONNEAU, M.; ENRIGHT, W.J. Immunocastration in cattle and pigs. *Livestock Production Science*, v.42, p.193-200, 1995.

BONNEAU, M.; KEMPSTER, A. J.; CLAUS, R.; MAGNUSSEN-CLAUDI, 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.

BONNEAU, M.; LEBRET, B. Production systems and influence on eating quality of pork. *Meat Science*, v. 84, p. 293–300, 2009.

BOOTH, W.D. & VON GLOS, K.I.. Pheromaxein, the pheromonal steroid binding protein, is a major protein synthesized in porcine submaxillary salivary glands. *Journal of Endocrinology* 128, 205-212. 1991

BOOTH, W.D.; WHITE, C.A. The isolation and purification of pheromaxein, the pheromonal steroid binding protein, in porcine submaxillary glands and saliva. *Journal of Endocrinology* 118, 47-57. 1988

BOOTH, W.D. Sexual dimorphism involving steroidal pheromones and their binding protein in the submaxillary salivary gland of the Göttingen miniature pig. *Journal of Endocrinology* 100, 195-202. 1984

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254. 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Circular n° 47. Ementa: Autorização para abate de suínos não castrados. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto n° 30.691. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, p. 10.785. Seção1, 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *INSTRUÇÃO NORMATIVA N.º 22*. Regulamento técnico de identidade e qualidade de copa . 31 de julho de 2000

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 20. Oficializa Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes Sal e Salmoura. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, julho de 1999. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/instnorm20.html>>. Acesso em: 08/01/2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Métodos físico-químicos para análises de alimentos/Instituto Adolfo Lutz*. Brasília: Ministério da Saúde, 4ª Edição, Metodologias 283/ IV – 284/ IV; 081/ IV, p.187; 515 – 522. 2005

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Portaria nº 1179 de 17 de junho de 1996*.

BRASIL. Resolução DC/ANVISA no 12, de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção 01, p. 54, jan. 2001.

BRIDI, M. A.; OLIVEIRA, R. A.; FONSECA, N. A. N.; MASSAMI, S.; COUTINHO, L. L.; SILVA, A. C. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 5, p. 2027-2033, 2006.

BROWN, S. N.; KNOWLES, T. G.; EDWARDS, J. E.; WARRISS, P. D. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. *Veterinary Record*, London, v. 145, p. 630-634, 1999.

CAMPBELL, R.G., TAVERNER, M.R. Relationships between energy intake and protein and energy metabolism, growth and body composition of pigs kept at 14 or 32°C from 9 to 20 kg. *Livestock Production Science*. v. 18, n. 3-4, p. 289-303, 1988.

CARR, S. N, HAMILTON, D. N.; MILLER, K. D.;SCHOROEDER, A. L.; FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D.; KILLEFER, J.; ELLIS, M.; MCKEITH, F.K. The effect of ractopamine hydrochloride (Paylean®) on lean carcass yields and pork quality characteristics of heavy pigs fed normal and amino acid fortified diets. *Meat Science*, v.8 1, p. 533–539, 2009.

CARR, S. N.; IVERS, D. J.; ANDERSON, D. B.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H., ENGLAND, M. B. The effect of ractopamine hydrochloride (Paylean®) on growth performance and carcass characteristics of late finishing swine. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 2886–2893, 2005.

CASABURI, A.; ARISTOY, M-C.; CAVELLA, S.; MONACO, DI R.; ERCOLONI, D.; TOLDRA, F.; VILLANI, F. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, v.76, p.295 – 307. 2007.

CLARKE, I.; WALKER, J.; HENNESSY, D. Inherent food safety 1 of a synthetic 2 gonadotropin-releasing factor (GnRF) vaccine for the control of boar taint in entire 3 male pigs. *Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, v.6, n.1, 2008.

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

CLAUS, R.; LACORN, M.; DANOWSKI, K. Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars. *Vaccine*, v.25, p.4689-4696, 2007.

CRANE, J. Improvac. A new way to control boar taint in male pigs. *Pfizer Symposium*. Copenhagen, Denmark, 2006

CROME, P. K., MCKEITH, F. K., CARR, T. R., JONES, D. J., MOWREY, D. H. & CANNON, J. E. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 kg and 125 kg. *Journal of Animal Science*, Champaign, 74, 709-716. 1996.

CULAU, P. O. V.; OURIQUE, J. M. R.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito do manejo pré-abate sobre a incidência de PSE e DFD em suínos. *Archives Latinoamerican of Production Animal*, Porto Rico, v. 1, n. 2, p.139-146, 1993.

D'SOUZA, D. N.; MULLAN, B. P. The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork. *Meat Science*, v. 60, p. 95–101, 2002.

DAGUER, H. *Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno*. 2009, 187 f. Tese (doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2009.

DAVIS, S.M.; SQUIRES, E.J. Association of cytochrome b5 with 16-androstene steroid synthesis in the testis and accumulation in the fat of male pigs. *Journal of Animal Science* 77, 1230-1235. 1999.

DE MARTINIS, E.C.P.; PÚBLIO, M.R.P.; SANTAROSA, P.R.; FREITAS, F.Z. Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Vacuum-packaged BRAZILIAN Meat and Meat Products. *Brazilian Journal of Microbiology*. V. 32, p.32-37. 2001.

DI LUCCIA, A., PICARIELLO, G., CACACE, G., SCALONI, A., FACCIA, M., LIUZZI, V.; ALTIVI, G.; MUSSO, S.S. Proteomic analysis of water soluble and myofibrillar protein changes occurring in dry-cured hams. *Meat Science*, 69, 479–491. 2005.

DIAZ, G.J. & SQUIRES, E.J.. Role of aldehyde oxidase in the hepatic in vitro metabolism of 3-methylindole in pigs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 833-837. 2000 a.

DIAZ, G.J. & SQUIRES, E.J. Metabolism of 3-methylindole by porcine liver microsomes: responsible cytochrome P450 enzymes. *Toxicological Sciences* 55, 284-292. 2000 b.

DIAZ, O., FERNANDEZ, M., GARCIA DE FERNANDO, G. D., DE LA HOZ, L., & ORDÓÑEZ, J. A. Proteolysis in dry fermented sausages: the effect of selected exogenous proteases. *Meat Science*, 46, 115-128. 1997.

DIJKSTERHUIS, G. B.; ENGEL, B.; WALSTRA, P.; FONT-I-FURNOLS, M.; AGERHEM, H.; FISCHER, K.; OLIVER, M. A.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; SIRET, F.; BEAGUE, M. P.; HOMER, D. B.; BONNEAU, M. 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, I.3, p. 261-269. 2000.

DORAN, E., WHITTINGTON, F.M., WOOD, J.D. & MCGIVAN, J.D. Characterisation of androstenone metabolism in pig liver microsomes. *Chemico-Biological Interactions* 147, 141-149. 2004.

DOWNES, F.P.; ITO, K. (ed.). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4ed. American Public Health Association Washington, D. C., 2001.

DUNSHEA F.R.; King, R.H.; Campbell, R. G. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. *Journal of Animal Science*. v. 71, p. 2931-2941, 1993.

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. *Journal of Animal Science*. v. 79, p. 2524–2535, 2001.

DUNSHEA, F. R.; D'SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; HARPER, G. S.; WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, v. 71, p. 8–38, 2005.

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT. Cured meat of pig. *Retail Business*. London, v 1, p. 23-45, 1996.

EFSA. *European Food Safety Authority Journal* v.91, 1-18, Welfare aspects of the castration of piglets. 2004. Disponível em: <[http://www.efsa.europa.eu/fr/scdocs/doc/report\\_ahaw03\\_ej91\\_pigcast\\_v2\\_en1,0.pdf](http://www.efsa.europa.eu/fr/scdocs/doc/report_ahaw03_ej91_pigcast_v2_en1,0.pdf)>. Acesso em 12/2011.

FALVO, R.E.; CHANDRASHEKAR, V. ; ARTHUR, R. D.; KUENSTLER, A. R.; HASSON, T.; AWONIYI, C. ; SCHANBACHER, B. D. Effect of active immunization against LHRH or LH in boars: reproductive consequences and performance traits. *Journal of Animal Science*. v. 63, p. 944– 986, 1986.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Statistics Division FAO 2009. *Value of imports and exports of meat*. Disponível online em: [www.fao.org](http://www.fao.org).

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Statistics Division FAO 2009. *Production of pig meat and chicken meat*. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). Acesso em 2011.

FDA. *Approved Animal Drug Products*, 2008. Disponível em: <http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/UCM042860.pdf>. Acessado em: Abr. 20, 2010.

FERNANDES, T. *Utilização de beta-agonistas como estimuladores do crescimento em na mais destinados à produção de carne*. In: Instituto de Proteção da Produção Agro - Alimentar - Utilização dos promotores de crescimento (beta-agonistas) em animais destinados à produção de carne, nº do evento, 1995, Lisboa. Proceedings... Lisboa: IPPA, 39-49. 1995

FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D. M.; MYERS, A. J.; SCRAMLIN, S. M.; PARKS, C. W.; CARR, S. N.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K. Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy body weight pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean). *Journal of Animal Science* v. 86, n. 12, p. 3544-3550. 2008.

FONT i FURNOLS, M.; GISPERT, M.; GUERRERO, L.; VELARDE, A.; TIBAU, J.; SOLER, J.; HORTÓS, M.; GARCÍA-REGUEIRO, J.A.; PÉREZ, J.; SUÁREZ, P.; OLIVER, M.A.. Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs a *Meat Science* v. 80 I. 4, p. 1013–1018. 2008

GIL, M.; GUERRERO, L.; SÁRRAGA, C. The effect of meat quality, salt and ageing time on biochemical parameters of dry-cured *Longissimus dorsi* muscle. *Meat Science*, v.51, n.4, p.329-337, 1999

GISPERT, M.; OLIVER, M. À; VELARDE, A.; SUAREZ, PALOMA; PÉREZ, J; FURNOLS, M. F. *Meat Science*, v. 85, p.664- 670 2010.

GÖKDAL, O.; ATAY, O.; ULKER, H.; KAYAARDI, S.; KANTER, M.; DEAVILA, M. D.; REEVES, J. J. Adnan Menderes University, Cine Vocational School, Cine-Aydin, Turkey. *Meat Science*, v.86 I.3, p.692-698. 2010.

GOMES, C. L. *Influência da imunocastração de machos nas características sensoriais de costela suína*. 2009, Campinas. Dissertação (mestrado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP. 2009.

GOU, P.; GUERRERO, L.; ARNAU, J. Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Science*, v.40, p. 21 – 31. 1995.

GOUBAU, S.; SILVERSIDES, D.W.; GONZALEZ, A.; LAARVELD, B.; MAPLETOFT, R.J.; MURPHY, B.D. Immunization of sheep against modified peptides of gonadotropin releasing hormone conjugated to carriers. *Domestic Animal Endocrinology*. v.6, n.4, p.339-347, 1989 (Abstract).

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. *Reprodução Animal*. São Paulo, Brasil: Manole, 7ed, 513p. 2004.

HINSON, R. B.; WIEGAND, B. R.; RITTER, M. J.; ALLEE, G. L.; CARR, S. N. Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 89, pg. 3572-3579. 2011.

HONKAVAARA, M. – Influence of PSE pork on the quality and economics of cooked cured ham and fermented dry sausage manufacture. *Meat Science*. Baking, 1989. v. 24, n. 3, p.201-207, 1989.

HORWITZ, W (ed). Official methods of analysis of AOAC international. Gaithersburg, MD, USA, *AOAC Internacional*. 18 ed., 2005.

HUGHES, M.C. KERRY, J.P.; ARENDT, E.K.; KENNEALLY, P.M.; MCSWEENEY, P.L.H.; O'NEILL, E.E.O. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Science*, v.62, p. 205 – 216. 2002.

IMBRIANI, L. *Storia e storie dei salumi tipici piacentini*, Piacenza, Tipleco, itália 2002.

ITÁLIA. Ministero Delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Mipaaf). *Documenti Disciplinare 'coppa di Parma' IGP*, 2010. Disponível online em <http://www.politicheagricole.it/flex/cm/FixedPages/Common/Search.v2.php/L/IT?frmSearchText=coppa&x=0&y=0>

ITÁLIA. Ministero Delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Mipaaf). *Documenti Modifica al disciplinare della 'coppa piacentina' DOP IGP*, 2010. Disponível online em: <http://www.politicheagricole.it/flex/cm/FixedPages/Common/Search.v2.php/L/IT?frmSearchText=coppa&x=0&y=0>

ITÁLIA. Ministero Delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Mipaaf). Elenco delle denominazioni italiane, iscritte nel Registro delle denominazioni di origine protette e delle indicazioni geografiche protette. Regolamento CE n. 510/2006. Atualizado em 13 de janeiro, 2012. Disponível online em: <http://www.politicheagricole.it/flex/cm/FixedPages/Common/Search.v2.php/L/IT?frmSearchText=coppa&x=0&y=0>

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, p. 31–38, 2005.

JAY, M.J. *Microbiologia de Alimentos* 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, p. 411. 2005.

JENSEN, B.B. & JENSEN, M.T. 1998. Microbial production of skatole in the digestive tract of entire male pigs. In: Jensen, W.K. (Ed.), Skatole and boar taint. Roskilde, Denmark: *Danish Meat Research Institute*, 41-75.

JENSEN, M.T., COX, R.P.; JENSEN, B.B. 1995. 3-methylindole (skatole) and indole production by mixed population of pig fecal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 61, 3180-3184.

JOO, S.T.; KAUFFMAN, R.G. KIM, B.C.; PARK, G.B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Science*, v. 52, p.291- 297. 1999.

JOO, S.T.; KAUFFMAN, R.G.; KIM, B.C.; KIM, C.J. The relationship between color and water holding capacity in post rigor porcine Longissimus muscle. *Journal of Muscle Foods*, v.6, p.211-226, 1995.

KEETON, J. T. Effects of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *Journal of Food Science*, Chicago, E.U.A., v. 48, n. 3, p. 878-881, 1983.

KRETCHMAR, D.H.; HATHAWAY, M.R.; EPLEY, R.J.; DAYTON, W. R. *Journal of Animal Science*, v. 68, l. 6, p. 1760-1772. 1990.

KUTZLER, L. W.; HOLMER, S. F.; BOLER, D. D.; CARR, S. N. ; Ritter, M. J.; Parks, C. W.; McKeith, F. K.; Killefer, J. Comparison of varying doses and durations of ractopamine hydrochloride on late-finishing pig carcass characteristics and meat quality. *Journal of Animal Science*, v. 89, p.2176 - 2188. 2011.

LAEMMLI, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage T4. *Nature*, v.227, p.680-685, 1970.

LARREA, V.; HERNANDO, I.; QUILES, A.; LLUCH, M.A.; PÉREZ-MUNUERA, I. Changes in proteins during Teruel dry-cured ham processing. *Meat Science*, v.74, n.3, p.586-593, 2006.

LINDAHL, G.; LUNDSTRO, K.; TORNBERG, E. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science* v.59, p.141–151. 2001.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY, Jr. D. C.; PAJOR, A. E.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 416-422, 2003.

MARINHO, P. C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Minas Gerais, v. 36, n. 4, p. 1061-1068, 2007

MARTÍN, A., CO´RDOBA, J.J., ARANDA, E., GUI´A C´RDOBA, M., ASENSIO, M.A. Contribution of a selected fungal population to the volatile compounds on dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology*. 110, 8–18. 2006.

MARTÍN, A.; C´RDOBA, J. J. NÚÑEZ, F.; BENITO, M. J.; ASENSIO, M. A. Contribution of a selected fungal population to proteolysis on dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology* 94, p.55– 66. 2004.

MCDONAGH, M.B.; FERNANDEZ, C.; ODDY, V.H. Hind-limb protein metabolism and calpain system activity influence post-mortem change in meat quality in lamb. *Meat Science*, v. 52, l 1, p 9- 18. 1999.

MCKEITH, F. K.; MERKEL, R. A. Technology of developing low-fat meat products. *Journal of Animal Science*, Philadelphia, E.U.A., v. 69, p. 116-124, Suplemento 2. 1991.

McKEITH, F.K.; STITES, C.R.; SINGH, S.D.; BETCHEL, P.J.; JONES, D.J. Palatability and visual characteristics of hams and loin chops from swine fed ractopamine hydrochloride. *Journal Animal Science*, v. 66 (suppl. 1), p. 306 (Abstracts 212), 1988.

Meilgaard, M; Civille, G. V.; Carr, B. T. *Sensory evaluation techniques*, 4th edition, CRC Press, Inc, Boca Raton, FL, 448p. 2006.

MERKEL, R. A.; BABIKER, A. S.; SCHROEDER, A. L.; BURNETT, R. J.; BERGEN, W. G. The effect of ractopamine on qualitative properties of porcine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 336, 1990.

METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S.; DROCHNER, W. e CLAUS, R. Active immunization of boars against 43 gnrh at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation 44 and n-retention. *Livestock Production Science*, V.74, P.147-157, 2002.

MONTEIRO, J. M. C. *Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos*. 111 f. TESE (DOUTORADO). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007

MOODY, D. E.; HANCOK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J. P. F. D. *Farm animal metabolism and nutrition*. CAB, E.U.A.: Ed. New York, p. 65-95. 2000.

MORAES, E. *Ractopamina em dietas de suínos machos castrados imunocastrados e fêmeas*. 2009, 49f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Agroindustrial). Universidade Anhanguera (Uniderp). Campo Grande, Mato Grosso do Sul. 2009.

MORALES, J.I.; CÁMARA, L.; BERROCOSO, J.D.; LÓPES, J.P.; MATEOS, G.G.; SERANO, M.P. Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from two large white sire lines. *Journal of Animal Science*; v. 89 n. 11 p. 3481-3489. 2011.

MOTILVA, M.J., TOLDRA´, F., NIETO, P., FLORES, J. Muscle lypolysis phenomena in the processing of dry-cured ham. *Food Chemistry*. 48, 121–125. 1993.

NANNI COSTA, L.; Lo FIEGO, D. P.; DALL´OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*, Kidlington, v. 61, p. 41-47, 2002.

NOUD, R.A.; ROMANS, J.R.; COSTELLO, W.J.; LIBAL, G.W. Characterization of muscles from boars, barrows, and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and collagen. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 1746 – 1754. 1999.

OLIVER, W. T., MCCAULEY, I., HARRELL, R. J., SUSTER, D., KERTON, D. J., & DUNSHEA, F. R. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac®) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 1959-1966, 2003.

OONK, H.B.; TURKSTRA, J.A.; SCHAAPER, W.M.M.; ERKENS, J.H.F.; SCHUITEMAKER-de WEERD, M.H.; VAN NES, A.; VERHEIJDEN, J.H.M.; MELOEN, R.H. New GnRh-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. *Vaccine*. v. 16, p. 1074-1082, 1998.

PAULY, C; SPRING, P.; O'DOHERTY, J. V.; KRAGTEN, A.S.; BEE, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac\_R ) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, v 3, l 7, p. 1057–1066. The Animal Consortium. 2009.

PELOSO, J. V. *Influência do jejum pré-abate sobre a condição muscular em suínos e seus efeitos na qualidade final da carne para industrialização*. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, v.2. 2001, Concórdia. Anais... Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, p. 385-392. 2002.

POLEZE, E. Controle global do odor de macho inteiro: a castração imunológica. *Revista Porkworld*. n. 39, p. 52-55, 2007.

*PORKWORLD*. UE Acaba com castração cirúrgica de leitões até 2018. 21/12/2010. Disponível online em: <http://www.porkworld.com.br/noticias/post/ue-acaba-com-castracao-cirurgica-de-leitoes-ate-2018>

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

RAMOS, F.; SILVEIRA, N. I. M. Agonistas adrenérgicos  $\beta$ 2 e produção animal: III – Efeitos zootécnicos e qualidade da carne. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 97, p. 51-62, 2002.

RAMOS, F.; SILVEIRA, N. I. M. Agonistas adrenérgicos  $\beta$ 2 e produção animal: I – Mecanismo de ação. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 95, n.535, p. 99-110, 2000.

RICKS, C. A.; DALRYMPLE, R. H.; BAKER, P. K.; INGLE, D. L. Use of the  $\beta$ -agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *Journal of Animal Science*, v. 59, p. 1247-1255, 1984

ROSSI, C.A.R. *Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos: desempenho, características de carcaça, da carne e produto curado*. 2010, 157 f. Tese (Doutorado do em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 2010.

SANTOS, A.P.D. *Suínos imunocastrados na suinocultura moderna*. Revisão de literatura apresentada como parte das exigências da disciplina Seminário I do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. UFMGS, 2009. Disponível online em: <http://www.mca.ufms.br/producao/seminarios/2009/S0SM.pdf>

SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. *Coletânea ITAL*, v.20, n.1, p.1- 12. 1990.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide: statistics. Version 6, 4. Ed. Cary, NC, 1999,1686 p.

SCHINCKEL, A. P., HERR, C. T.; RICHERT, B. T.; FORREST, J. C.; EINSTEIN, M. E. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. *Journal of Animal Science*, v.81, n. 1, p.16-28. 2003

SCHINCKEL, A. P., RICHERT, B. T.; HERR, C.T.. Variation in the response of multiple genetic populations of pigs to ractopamine. *Journal of Animal Science*, v.80, suppl, 2, p.85-89. 2002.

SELGAS, G.M.L.; FERNANDEZ, M.; GRDONEZ, J.A. Microorganisms and lipolysis in the ripening of dry fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*. V.27, l.6, p.675–682. 1992

SILVA JUNIOR, J.G. *Eletroforese de proteínas*: Guia teórico-prático. Rio de Janeiro. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 126p. 2001.

SILVA, M.L.F.; WOLP, R.C; AMARAL, N.O.; CARVALHO JÚNIOR, F.M.; PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, V.V.; FIALHO, E.T. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. *Anais*. p.111-113, 2008.

SILVEIRA, E.T.F. Inovações tecnológicas aplicadas na suinocultura e suas implicações na industrialização da carne. IV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, *Anais*, 2007.

SILVEIRA, E.T.F.; POLEZE, E.; UMEHARA, O.; TONIETTI, A.P.; BUZELLI, M.L.T.; HAGUIWARA, M.M.H.; MIYAGUSKUL.; HENNESSY, D. Improvac® Immunized boars compared to surgical castrates: control of boar taint and growth performance. **52<sup>nd</sup>** INCOMST. p. 211 – 213, 2006.

SIMONCINI, N.; ROTELLI, D.; VIRGILI, R.; QUINTAVALLA, S. Dynamics and characterization of yeasts during ripening of typical Italian dry-cured ham. *Food Microbiology*, 24 577–584. 2007.

ŠKRLEP, M.; ŠEGULA, B.; PREVOLNIK, M.; KIRBIŠ, A.; FAZARINC, G.; ČANDEK-POTOKAR, M. Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs II: Carcass traits and meat quality. *Slovenian Veterinary Research*, v.47, I. 2, p. 65-72. 2010.

SORIANO, A., CRUZ, B., GÓMEZ, L., MARISCAL, C., & GARCÍA RUIZ, A. Proteolysis, physicochemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (*Cervus elaphus*) or wild boar (*Sus scrofa*) meat: a preliminary study. *Food Chemistry*, v. 96 p. 173-184. 2006.

SPAZIANI, M.; DEL TORRE, M.; STECCH, M.L. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. *Meat Science* v. 81, p. 77-85. 2009.

STITES, C. R.; MCKEITH, F. K.; SINGH, S. D.; BECHTEL, P. J.; MOWREY, D. H.; JONES, D.J. The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 3094-3101, 1991.

STOLLER, G. M., ZERBY, H. N., MOELLER, S. J., BAAS, T. J., JOHNSON, C. D., & WATKINS, L. E. The effect of feeding ractopamine (Paylean®) on loin quality and sensory characteristics in three genetic lines of swine. *Journal of Animal Science*, v. 88, p. 79, 2003.

STRYDOM, P. E.; FRYLINCK, L.; MONTGOMERY, J. L.; SMITH, M. F. The comparison of three  $\beta$ -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Science*, v. 81, p. 557–564, 2009.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. *Carne e seus derivados – Técnicas de controle de qualidade*, 1ª edição. São Paulo: NOBEL, 1988. 121 p.

THUN, R.; GAJEWSKI, Z.; JANETT, F.F. Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. *Journal of physiology and pharmacology*. v. 57 Suppl 8, p.189-194, 2006.

TONIETTI, A.P. *Avaliações do desempenho zootécnico, qualidade de carcaça e carne em suíno macho inteiro imunocastrado*. 2008, 130 f. Dissertação (mestrado

em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” (ESALQ). Piracicaba, São Paulo. 2008.

UTTARO, B.E.; BALL, R.O.; DICK, P.; RAE, W.; VESSIE, G.; JEREMIAH, L. E.. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 9, p. 2439-2449, 1993.

VERRINI, L.; ROSATI, M. A cura di, *Atlante Qualivita. I prodotti agroalimentari italiani DOP, IGP, STG*, Milano, Edizioni Del Gussto. 2009

VIRGILI, R., PAROLARI, G., SORESI-BORDINI, C., SCHIVAZAPPA, C., CORNET, M., MONIN, G. Free amino acids and dipeptides in dry-cured ham. *Journal Muscle Foods* 10, 119–130. 1999.

VIRGILI, R.; SCHIVAZAPPA, C.; PORTA, C.; DEGNI, M.; ROSSI, A.; FAETI, V. Characteristics of pig carcasses and green cuts in relation with some traits of aged copa sausages. Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari (SSICA), V.le Tanara, Parma, Italia. *Industria Conserve*, v. 76, p. 219- 228. (2001).

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; ROLPH, T. P.; KESTIN, S. C. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, p. 3669 – 3676, 1990.

WARRISS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N. The effect of beta-adrenergic agonists on carcass and meat quality in sheep. *Animal Production*, Bletchley, v. 48, p. 385 – 392, 1989.

WATANABE, P.H. *Ractopamina em dietas para fêmeas suínas*. 2009, 100f. Tese (doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, 2009.

WILLIAMS, P.E.V. The use of  $\beta$ -agonists as a means of altering body composition in livestock species. *Nutrition Abstracts and Reviews*. Série B - Livestock feeds and feeding, Farnham Royal, v. 57, p. 453 – 464, 1987.

WOOD, J.D.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Control and manipulation of meat quality. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. *Principles of pig science*. London: Nottingham University Press, p.446-448, 1994.

WRAY-CAHEN, D. Performance-Enhancing Substances. In LEWIS, J. A.; SOUTHERN, L.L. *Swine Nutrition*. Louisiana, EUA, ed. 2 CRC Press, cap. 19, 2001.

XIA, X.; KONG, B.; LIU, Q.; LIU, J. Physicochemical change and protein oxidation in porcine longissimus dorsi as influenced by different freeze-thaw cycles. *Meat Science*, v.83, n.2, p.239-245, 2009.

XIONG, Y. L.; GOWER, M. J.; LI, C.; ELMORE, C. A.; CROMWELL, G. L.; LINDEMANN, M. D. Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. *Meat Science*, v. 73, p. 600-604, 2006.

XIONG, Y.L.; BREKKE, J. Changes in protein solubility and gelation proprieties of chicken myofibrilis during storage. *Journal of Food Science*, v. 54, n.5, p. 1141-1146, 1998.

YAMADA, E.A.; BERAQUET, N.J. – Embutido fermentado cozido. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*. Campinas. v. 23, n. 1,p. 19-36, 2000.

ZAGURY, F.T.R.; SILVEIRA, E.T.F.; VELOSO, J.A.F. Effects of ractopamine (Paylean®) on lean meat accretion and pork quality. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 17., 2002, Iowa. *Proceedings...* Iowa: 2002. v.17, p.446.

ZAGURY, R. T. F. *Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos*. 2002 46 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2002.

ZAMARATSKAIA, G. *Factors involved in the development of boar taint: Influence of breed, age, diet and raising conditions*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 2004

ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, H.K.; CHEN, G. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac™) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, v.43, p.351-359, 2008b.

ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K. Long –term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on

hormonal profile and behavior of male pigs. *Animal Reproduction Science*, v.108, p.37-48, 2008a.

ZENG, X.Y.; TURKSTRA, J.A.; VAN DE WIEL, D.F.M.; GUO, D.Z.; LIU, X.Y.; MELOEN, R.H.; SCHAAPER, W.M.M.; CHEN, F.Q.; OONK, H.B.; ZHANG, X. Active immunization against gonadotropin-releasing hormone in chinese male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*. v. 36, l. 2, p. 101–105, 2001. (abstract)

ZENG, X.Y.;TURKSTRA, J.A.; JONGBLOED, A.W. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high- and low- energy diets. *Livestock Production Science*, v.77, p.1-11, 2002.

ZHU. L. G.; BREWER, M. S. Effects of pH and temperature on metamyoglobin solubility in a model system. *Meat Science*, v.61, p.419-424, 2002.

## **7 APÊNDICES**

Apêndice 1. Valores médios dos teores de Umidade, Proteínas e Lipídeos dos seis tratamentos com os respectivos valores p de cada efeito e análise de interação entre os efeitos

	EFEITO DOS SEXOS						EFEITO RAC		Valor P		
	FE		CF		IM		7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	Sexo	RAC	sexo x rac
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg					
Umidade	64,5242 <sup>ab</sup>	60,891 <sup>c</sup>	61,3868 <sup>bc</sup>	58,5009 <sup>c</sup>	63,3867 <sup>a</sup>	61,3251 <sup>a</sup>	63,3867 <sup>A</sup>	61,3251 <sup>B</sup>	<0,0001	0,0003	0,16
Teor de lipídeos	15,8707 <sup>b</sup>	20,5821 <sup>a</sup>	22,5529 <sup>a</sup>	24,1302 <sup>a</sup>	15,1295 <sup>b</sup>	16,0203 <sup>b</sup>	17,8511 <sup>A</sup>	20,2442 <sup>B</sup>	<0,0001	0,007	0,19
Teor de proteína	17,9412 <sup>a</sup>	16,97 <sup>ab</sup>	15,8175 <sup>b</sup>	16,2175 <sup>ab</sup>	17,555 <sup>a</sup>	17,7487 <sup>a</sup>	17,1046	16,9719	<0,0001	0,79	0,08

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na horizontal parte superior (níveis de ractopamina) e maiúsculas (condição sexual) diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Apêndice 2. Resultados referentes aos valores de L\* (luminosidade) dos seis diferentes tratamentos ao longo dos pontos (dias) de análise. Valores de p e análises de interação entre os efeitos estudados.

	Valores de L*										Valor P		
	MATÉRIA PRIMA		DIA 15		DIA 30		DIA 45		DIA 70		Sexo	RAC	sexo x rac
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg			
FE	40,194	41,265	36,174	38,154	33,836	36,338	37,603	37,129	36,96	38,506			
	40,73		37,164		35,087 <sup>B</sup>		37,366		37,733				
CF	40,765	40,789	38,413	38,718	38,205	37,953	37,893	36,724	40,193	40,793			
	40,777		38,565		38,079 <sup>A</sup>		37,309		40,493				
IM	42,455	43,379	37,527	37,548	35,428	36,922	37,188	37,272	38,307	42,267	0,5934	0,795	0,055
	42,917		37,537		36,175 <sup>AB</sup>		37,23		40,287				
EFEITO RAC	41,138	41,811	37,371	38,14	35,823	37,071	37,561	37,042	38,487	40,522			

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na horizontal parte superior (níveis de ractopamina) e maiúsculas (condição sexual) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Apêndices 3. Resultados referentes aos valores de a\* (luminosidade) dos seis diferentes tratamentos ao longo dos pontos (dias) de análise. Valores de p de cada efeito e análise de interação dos mesmos.

<b>Valores de a*</b>											Valor p		
	MATÉRIA PRIMA		DIA 15		DIA 30		DIA 45		DIA 70		Sexo	RAC	sexo x rac
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg			
FE	13,466	13,768	15,825	15,021	15,484	13,726	13,163	13,767	13,431	14,1			
	13,617 <sup>A</sup>		15,423		14,605		13,465		13,776 <sup>A</sup>				
CF	13,508	13,803	15,613	15,826	14,755	15,229	14,696	15,172	11,921	11,4			
	13,655 <sup>A</sup>		15,719		14,992		14,934		11,661 <sup>B</sup>				
IM	11,387	12,338	18,159	15,843	15,463	13,738	14,149	13,873	11,966	11,1			
	11,863 <sup>B</sup>		17,001		14,6		14,011		11,519 <sup>B</sup>				
EFEITO RAC	12,787	13,303	16,532	15,563	15,234	14,231	14,003	14,271	12,439	12,2	0,1	1,1	2,1

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na vertical parte inferior (condição sexual) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. FE= fêmeas; CF= machos castrados fisicamente; IM= machos imunocastrados; RAC= ractopamina

Apêndice. 4 Resultados referentes aos valores de b\* (luminosidade) dos diferentes tratamentos ao longo dos pontos (dias) de análise.

### Valores de b\*

	MATÉRIA PRIMA		DIA 15		DIA 30		DIA 45		DIA 70		Valor P		
	7,5 mg/kg RAC	0 mg/kg	Sexo	RAC	sexo x rac								
FE	0,748333	2,3875	2,138333	2,105	2,987083	0,715833	0,3325	0,643333	0,407778	1,405556	0,5934	0,795	0,0559
	1,5679167		2,1216667		1,8514583		0,4879167		0,9066667				
CF	0,948333	0,705833	3,1825	2,0125	3,973333	1,72	0,833333	0,893333	0,504444	-0,15556			
	0,8270833		2,5975		2,8466667		0,8633333		0,1744444				
IM	0,611667	1,6425	2,855556	2,705833	0,799167	0,831417	0,829167	1,454167	-0,15667	0,001944			
	1,1270833		2,7806944		0,8152917		1,1416667		-0,0773611				
EFEITO RAC	0,77	1,58	2,73	2,27	2,59	1,09	0,67	1	0,25	0,42			

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na vertical parte inferior (condição sexual) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. FE= fêmeas; CF= machos castrados fisicamente; IM= machos imunocastrados; RAC= ractopamina