



---

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
Faculdade de Engenharia Química  
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos

---



JÉSSICA LUANA GUIMARÃES DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DA LINHAGEM GENÉTICA, CATEGORIA SEXUAL E  
FITOGÊNICOS NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

**Patos de Minas - MG**

**2022**

JÉSSICA LUANA GUIMARÃES DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DA LINHAGEM GENÉTICA, CATEGORIA SEXUAL E  
FITOGÊNICOS NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia *campus* Patos de Minas como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento de Processos e Produtos.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Marieli de Lima

**Coorientadores:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Vivian Consuelo Reolon Schmidt e Prof. Dr. Robson Carlos Antunes

**Patos de Minas - MG**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

O48i  
2022 Oliveira, Jéssica Luana Guimarães de, 1992-  
Influência da linhagem genética, categoria sexual e fitogênicos nos parâmetros de qualidade da carne suína [recurso eletrônico] / Jéssica Luana Guimarães de Oliveira. - 2022.

Orientadora: Marieli de Lima.

Coorientadora: Vivian Consuelo Reolon Schmidt.

Coorientador: Robson Carlos Antunes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.5088>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

I. Tecnologia de alimentos. I. Lima, Marieli de, 1985-, (Orient.). II. Schmidt, Vivian Consuelo Reolon, 1980-, (Coorient.). III. Antunes, Robson Carlos, 1968-, (Coorient.). IV. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. V. Título.

---

CDU: 664

André Carlos Francisco  
Bibliotecário - CRB-6/3408



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos - Patos  
 de Minas

Av. Getúlio Vargas, 230 - Bairro Centro, Patos de Minas-MG, CEP 38700-103  
 Telefone: (34) 3823-3714 - www.ppgea.feq.ufu.br - coordppgea@feq.ufu.br



**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia de Alimentos				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico n. 4/2022 - PPGEA				
Data:	Trinta de julho de dois mil e vinte e dois	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	11:40
Matrícula do Discente:	42012EAL010				
Nome do Discente:	Jéssica Luana Guimarães de Oliveira				
Título do Trabalho:	Influência da linhagem genética, categoria sexual e fitogênicos nos parâmetros de qualidade de carne suína				
Área de concentração:	Engenharia de Alimentos				
Linha de pesquisa:	Desenvolvimento de Processos e Produtos				

Reúne-se por webconferência (RNP - MConf) a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, assim composta: Vivian Consuelo Reolon Schmidt (Presidente), Michelle Andriati Sentanin (Membro UFU) e Soraia Viana Ferreira (Membro Externo).

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa apresentou a Comissão Examinadora e a discente, agradeceu a participação do público, e concedeu à discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da mesma se deu em conformidade às normas do Programa.

A seguir, a senhora presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir a discente. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos legais, a Banca Examinadora, em sessão reservada, atribuiu o conceito final, considerando a discente:

Aprovada.

Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico integra os requisitos à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme será assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Vivian Consuelo Reolon Schmidt, Presidente**, em 30/07/2022, às 11:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Andriati Sentanin, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/07/2022, às 11:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Soraia Viana Ferreira, Usuário Externo**, em 30/07/2022, às 11:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3777115** e o código CRC **6258D095**.

---

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico esta dissertação primeiramente a Deus, pois sem Ele, nada seria possível, a minha mãe, marido, minha orientadora Marieli por não ter desistido de mim em todo esse processo, aos meus coorientadores Robson e Vivian, que mesmo com as minhas limitações foram empáticos e solícitos e principalmente a Soraia Viana, amiga/irmã que a vida me deu e que me deu todo o suporte nessa jornada.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>IV</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMO</b> VII	
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VIII</b>
<b>CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>1</b>
<b>1</b> <b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>CARNE SUÍNA: ASPECTOS GERAIS</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b> <b>Fatores intrínsecos e extrínsecos na obtenção da carne suína</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.1</b> <b>Castração Cirúrgica</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.2</b> <b>Raça e categoria sexual</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.2.1</b> <b>A raça Duroc</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.2.2</b> <b>A raça Large White</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1.2.3</b> <b>A raça Landrace</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1.2.4</b> <b>A raça Hampshire e Pietran</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2</b> <b>FITOGÊNICOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b> <b>ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b> <b>OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
<b>5</b> <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DA LINHAGEM GENÉTICA E CATEGORIA SEXUAL NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA</b> .....	<b>34</b>
<b>1</b> <b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>2</b> <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
<b>2.1</b> <b>Seleção e Manejo dos Animais</b> .....	<b>36</b>
<b>2.2</b> <b>Abate e Obtenção das carcaças</b> .....	<b>37</b>
<b>2.3</b> <b>Obtenção dos cortes - Barriga e Lombo</b> .....	<b>38</b>
<b>2.4</b> <b>Análises específicas para a barriga suína</b> .....	<b>39</b>

2.4.1	<b>Teste de Flexibilidade</b> .....	39
2.4.2	<b>Pesagem, medidas dimensionais e espessura das barrigas</b> ..	41
2.5	<b>Análise específica para o lombo suíno</b> .....	42
2.5.1	<b>Classificação do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de acordo com o Sistema japonês</b> .....	42
2.6	<b>Análises em comum para o lombo e barriga suína</b> .....	43
2.6.1	<b>Análise da cor instrumental</b> .....	43
2.6.2	<b>Análise de textura instrumental</b> .....	45
2.6.2.1	<b>Perfil de textura (TPA)</b> .....	45
2.6.2.2	<b>Força de cisalhamento</b> .....	46
2.7	<b>Análises Estatísticas</b> .....	46
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	47
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	59
5	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	61
<b>CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FITOGÊNICOS E CATEGORIA SEXUAL NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA</b> .....		
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	66
2	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	67
2.1	<b>Seleção e Manejo dos Animais</b> .....	67
2.2	<b>Abate e Obtenção das carcaças</b> .....	68
2.3	<b>Perda de peso por gotejamento – Drip Loss (Músculo <i>Semimembranosus</i>)</b> .....	69
2.3.1	<b>Perda de peso da amostra por transporte</b> .....	71
2.3.2	<b>Perda de peso da amostra após resfriamento</b> .....	72
2.3.3	<b>Perda de peso da amostra após congelamento</b> .....	73
2.4	<b>Capacidade de Retenção de água (Músculo <i>Semimembranosus</i>) - Resfriado</b> 74	
2.5	<b>Capacidade de retenção de água (Músculo <i>Semimembranosus</i>) – Após congelamento de 20 dias</b> .....	76



2.6	Classificação do músculo <i>Semimembranosus</i> de acordo com o Sistema Japonês .....	76
2.7	Obtenção dos cortes – Barriga, Lombo e Pernil .....	77
2.8	Análises específicas para a barriga suína .....	77
	2.8.1 Pesagem, medidas dimensionais e espessura das barrigas ..	77
2.9	Análise específica para o lombo suíno <i>in natura</i> .....	78
	2.9.1 Classificação do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de acordo com o Sistema Japonês .....	78
2.10	Análises em comum para o lombo, pernil e barriga suína .....	79
	2.10.1 Análise da cor instrumental ( <i>in natura</i> ) .....	79
	2.10.1.1 Análise da cor instrumental (cortes cárneos cozidos) .....	79
	2.10.2 Análise de textura instrumental .....	80
	2.10.2.1 Perfil de textura (TPA) ( <i>in natura</i> ) .....	80
	2.10.2.2 Perfil de textura (TPA) (cortes cárneos cozidos) .....	80
	2.10.2.3 Força de cisalhamento ( <i>in natura</i> ) .....	81
	2.10.2.4 Força de cisalhamento (cortes cárneos cozidos) .....	81
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	82
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	93
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Cruzamentos utilizados .....	36
<b>Tabela 2:</b> Tipificação e características de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais .....	49
<b>Tabela 3:</b> pH 45 minutos e 24 horas após o abate coletados na região do pernil e do lombo nas carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais.....	50
<b>Tabela 4:</b> Análise de cor realizada na barriga e lombo de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais .....	52
<b>Tabela 5:</b> Peso, rendimento, flexibilidade e espessura de toucinho da barriga avaliados nas carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais.....	53
<b>Tabela 6:</b> Análise de força de cisalhamento (FC) realizada na barriga e lombo de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais .....	55
<b>Tabela 7:</b> Análise do perfil da textura (TPA) realizada na barriga de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais .....	56
<b>Tabela 8:</b> Análise do perfil da textura (TPA) realizada no lombo de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais .....	57
<b>Tabela 9:</b> Desdobramento da interação do efeito da linha genética em suínos machos e fêmeas .....	58
<b>Tabela 10</b> - Quantidade de animais e tatuagem utilizada para separação dos grupos .....	67
<b>Tabela 11</b> - Dimensões das amostras e tempo de cozimento (perfil de textura) .....	80
<b>Tabela 12</b> - Dimensões das amostras e tempo de cozimento (força de cisalhamento).....	81
<b>Tabela 13</b> - Tipificação e características de carcaças de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos .....	83
<b>Tabela 14</b> - pH e perdas de água nas carcaças de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos.....	85

<b>Tabela 15</b> - Análise centesimal do pernil, barriga e lombo de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos .....	86
<b>Tabela 16</b> - Cor e força de cisalhamento na barriga de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos.....	87
<b>Tabela 17</b> - Cor e força de cisalhamento no lombo de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos.....	88
<b>Tabela 18</b> - Cor e força de cisalhamento no pernil de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos.....	88
<b>Tabela 19</b> - Perfil de textura da barriga de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos .....	90
<b>Tabela 20</b> - Perfil de textura do lombo de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos .....	91
<b>Tabela 21</b> - Perfil de textura do pernil de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos .....	92

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Avaliação do pH.....	38
<b>Figura 2:</b> Obtenção da barriga e lombo.....	39
<b>Figura 3:</b> Barrigas identificadas e dependuradas na gaiola .....	40
<b>Figura 4:</b> Mensuração da flexibilidade da barriga .....	40
<b>Figura 5:</b> Pesagem das barrigas.....	41
<b>Figura 6:</b> Medida de espessura das barrigas.....	42
<b>Figura 7:</b> Amostras de lombo acondicionadas e identificadas .....	42
<b>Figura 8:</b> Avaliação do padrão de cor do lombo segundo o padrão japonês .	43
<b>Figura 9:</b> Avaliação do padrão de cor no colorímetro Minolta.....	44
<b>Figura 10:</b> Análise do perfil de textura do lombo.....	45
<b>Figura 11:</b> Análise da força de cisalhamento da barriga .....	46
<b>Figura 12 -</b> Correlação entre as variáveis peso de carcaça quente e peso da barriga .....	59
<b>Figura 13:</b> Correlação entre as variáveis peso de carcaça fria e peso da barriga .....	59
<b>Figura 14 -</b> Amostras para análise de <i>Drip loss</i> no frigorífico.....	70
<b>Figura 15 -</b> Amostras para análise de <i>Drip Loss</i> após 48 horas dentro da câmara de resfriamento .....	70
<b>Figura 16 -</b> Amostra de músculo <i>Semimembranosus</i> após 48 horas em câmara de resfriamento para análise de <i>Drip Loss</i> .....	71
<b>Figura 17 -</b> Pote plástico com amostra para análise da perda por resfriamento .....	72
<b>Figura 18 -</b> Geladeira com amostras para análise para perda de peso durante a estocagem.....	73
<b>Figura 19 –</b> <i>Kettlebell</i> colocado sobre a placa de acrílico .....	75
<b>Figura 20 -</b> Área da carne contornada com caneta no papel filtro. ....	76

## RESUMO

A qualidade da carne suína abrange propriedades a cada dia mais cobiçadas, pelo produtor e pelo mercado consumidor e que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e do mercado de carne fresca. Os principais atributos de interesse são as características sensoriais. A influência na qualidade da carne suína é baseada em diferenças como as raças, a genética, a categoria sexual e a nutrição que influenciam diretamente a qualidade da carne suína. Vistas tais características, a busca por alternativas aos promotores de crescimento sintéticos vem crescendo e diversas alternativas têm sido propostas e dentre eles, os fitogênicos, originados principalmente de ervas, especiarias ou outras plantas. Sabendo disto, com este estudo foi visada a avaliação da influência de três diferentes cruzamentos genéticos de suínos e de suas categorias sexuais (machos castrados cirurgicamente e fêmeas) sobre as características de carcaça e atributos físico-químicos do lombo e barriga suína, bem como a ação dos compostos fitoquímicos em diversos parâmetros na avaliação da carne suína. No segundo capítulo o estudo foi realizado com suínos de granjas comerciais e cruzamentos genéticos diferentes. Comparando os grupos genéticos dentro de cada categoria sexual, observou-se que em fêmeas, os menores pesos de carcaça quente, carcaça fria e barriga foram observados no grupo G1. Já nos machos, estas variáveis foram maiores em G3, intermediárias em G2 e menores em G1. No terceiro capítulo foi realizado estudo com animais do mesmo grupo genético e granja comercial, sendo que os animais do grupo controle receberam a dieta padrão da granja, sem adição de promotores de crescimento (ractopamina) e os animais do grupo tratamento receberam durante 56 dias que antecederam o abate o fitogênico com base de óleo de alho, extrato de alcaçuz, óleo de Alcaravia e canela. De forma geral, a genética G1 do estudo do capítulo II apresentou as piores características da carne, de acordo com o perfil de TPA, deste modo as carnes avaliadas neste estudo podem ser descritas como carnes tenras e semi-macias. Os animais suplementados com o aditivo fitogênico do estudo do capítulo III não apresentaram melhores características de textura da carne comparado com o grupo controle. Em contraste com o observado na literatura que observaram melhores valores de dureza com o uso de preparações de aditivos fitogênicos.

**PALAVRAS-CHAVES:** SUÍNO, GENÉTICA, FITOGÊNICOS, QUALIDADE

## ABSTRACT

The quality of pork meat encompasses properties that are increasingly coveted by the producer and the consumer market and that guarantee the success of the industrialization of meat products and the fresh meat market. The main attributes of interest are sensory characteristics. The influence on pork quality is based on differences such as breeds, genetics, sexual category and nutrition that directly influence pork quality. Given these characteristics, the search for alternatives to synthetic growth promoters has been growing and several alternatives have been proposed, among them, phytogetic ones, originating mainly from herbs, spices or other plants. Knowing this, this study aimed to evaluate the influence of three different genetic crossings of pigs and their sexual categories (surgically castrated males and females) on the carcass characteristics and physical-chemical attributes of the pork loin and belly, as well as the action of phytochemical compounds on several parameters in the evaluation of pork meat. In the second chapter, the study was carried out with pigs from commercial farms and different genetic crosses. Comparing the genetic groups within each sexual category, it was observed that in females, the lowest hot carcass, cold carcass and belly weights were observed in the G1 group. In males, these variables were higher in G3, intermediate in G2 and lower in G1. In the third chapter, a study was carried out with animals from the same genetic group and commercial farm, and the animals in the control group received the standard diet of the farm, without the addition of growth promoters (ractopamine) and the animals in the treatment group received for 56 days what preceded the slaughter the phytogetic based on garlic oil, licorice extract, caraway oil and cinnamon. In general, the G1 genetics of the study in Chapter II presented the worst characteristics of the meat, according to the TPA profile, thus the meats evaluated in this study can be described as tender and semi-tender meats. Animals supplemented with the phytogetic additive from the study in Chapter III did not show better meat texture characteristics compared to the control group. In contrast to what was observed in the literature, which observed better hardness values with the use of phytogetic additive preparations.

**KEY WORDS:** SWINE, GENETICS, PHYTOGENS, QUALITY

## CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura mundial vem apresentando melhorias em quantidade, rendimento e qualidade de carne devido aos avanços dos programas de melhoramento genético, nutrição, biotecnologia, sanidade e biossegurança. Sendo assim, as estratégias adotadas durante a produção de suínos podem influenciar no crescimento e na eficiência produtiva e apresentar efeitos variáveis na qualidade da carne fresca e dos produtos processados posteriormente.

A qualidade da carne suína abrange propriedades inerentes decisivas que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e do mercado de carne fresca. Os principais atributos de interesse são as características sensoriais (aparência, cor, sabor, textura e suculência) e a capacidade de retenção de água (CRA). Esse conjunto de atributos, constituem a qualidade tecnológica do alimento (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003). E para que todos os atributos desejáveis da carne suína sejam alcançados, fatores como genética, categoria sexual e nutrição precisam ser estudados, pois influenciam diretamente estas características.

A influência genética na qualidade da carne suína é baseada nas diferenças entre raças, bem como nas diferenças entre animais da mesma raça. A produção de carcaças que assegurem quantidade e qualidade de carne é o principal objetivo comercial e industrial da criação de suínos (MURRAY et al., 2001). Sendo assim, a genética torna-se um dos fatores primordiais para qualidade da carne, especialmente para sua composição química (SHEN et al., 2014).

Semelhantemente à genética, a categoria sexual influencia diretamente a qualidade da carne suína, pois atualmente no Brasil são abatidos suínos machos castrados cirurgicamente, imunocastrados, fêmeas inteiras e fêmeas imunocastradas.

Semelhantemente, a nutrição e saúde animal são importantes fatores para garantir a qualidade da carne suína, principalmente em relação a retirada de promotores de crescimento das rações, já que eles têm sido utilizados na produção de carne há décadas com objetivo de melhorar ganho de peso diário e eficiência alimentar (AL-DOBAIB; MOUSA, 2007; DIKEMAN, 2007; HAO et al., 2014). Devido a esses fatores, a busca por alternativas aos promotores de crescimento sintéticos

começou há alguns anos, e diversas alternativas têm sido propostas com benefícios semelhantes. Entre os potenciais candidatos, os fitogênicos representam um novo e excitante grupo de aditivos alimentares, originados principalmente de ervas, especiarias ou outras plantas.

Os fitogênicos incluem produtos baseados em diferentes componentes ativos, que são estimulantes digestivos (FRANKIČ et al., 2009) e modulam principalmente a microbiota intestinal (HASHEMI & DAVOODI, 2011). Alguns fitogênicos também podem melhorar a palatabilidade dos alimentos, aumentando o consumo de ração e o ganho de peso (ZENG et al., 2015), além de estimular a secreção endógena e atuar como anti-helmínticos e coccidiostáticos (TAJODINI et al., 2015). No entanto, a melhora na digestibilidade dos nutrientes também se manifesta como um efeito indireto da melhora da eubiose na diversidade e população da microbiota no trato intestinal (HASHEMI & DAVOODI, 2011).

Sabendo dos diversos fatores extrínsecos e intrínsecos inerentes a produção com qualidade da carne suína, como genética, categoria sexual e uso de fitogênicos, em suínos, este estudo faz-se necessário para aprimorar a seleção de carcaças para a produção industrial de cortes suínos, visando maior lucratividade e rentabilidade do processo industrial.

## **2 CARNE SUÍNA: ASPECTOS GERAIS**

Além do contínuo melhoramento genético, muitos fatores mudaram a produção suína nos últimos anos, tais como manejo, alimentação, imunocastração, idade e peso ao abate.

Procedimentos pré-abate são extremamente estressantes para os animais (BRANDT & AASLYNG, 2015; DOKMANOCIV et al., 2014) e podem comprometer todo o ciclo de produção. O manejo pré-abate dos suínos destinados ao consumo humano está diretamente ligado à qualidade da carne que irá para a mesa do consumidor final. A falta de comprometimento com o bem-estar e de cuidados com os animais nessa fase, pode levar à produção de carne de baixa qualidade e perdas significativas no valor comercial da carcaça (LUDTKE et al., 2014). A fase de atordoamento é uma das mais críticas no manejo pré-abate de suínos não apenas do ponto de vista do bem-estar, mas também porque pode impactar irreversivelmente a qualidade da carne (WARNER et al., 2010).



Além de abertura de novos mercados, a adequação dos métodos de bem-estar na produção animal e no manejo pré-abate contribuem para o aumento de produtividade. Desta forma, é preciso seguir à risca os princípios do bem-estar em todas as fases da cadeia produtiva, principalmente nas operações de transporte, onde se verificam elevados índices de perdas pelo estresse sofrido pelos animais (SANTOS et al., 2013).

Nas últimas décadas, a indústria suína tem se concentrado em priorizar a eficiência da produção e aumentar a proporção de carne magra, resultando na diminuição do teor de gordura intramuscular (VEHOVSKÝ et al., 2018), que está associada à maciez, suculência e sabor (AASLYNG et al., 2018). A qualidade da carne suína depende de vários efeitos interativos do genótipo (fundo genético, presença de alelos nos principais genes halotano e RN-), condições de criação (nível de alimentação, habitação e condições ambientais, sistema de produção), manejo pré-abate e processamento de carcaças e carnes (OLSSON & PICKOVA, 2005).

Em termos nutricionais, a carne suína coloca-se em destaque entre as proteínas de origem animal. Possui alta densidade de nutrientes, o que a torna excelente para uma dieta balanceada. Quando produzida com qualidade, apresenta baixo conteúdo de calorias e de ácidos graxos saturados, bem como níveis de colesterol equivalentes aos de outras carnes (FÁVERO, 2002). A composição geral da carne suína consiste em aproximadamente 72% de água, 20% de proteínas, 7% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos, entre outros nutrientes (SARCINELLI et al., 2007).

A carne suína é uma importante fonte de vitaminas do complexo B, sendo uma das principais fontes de tiamina (B1), uma boa fonte de vitamina B6, além de conter também vitamina E, embora possa ocorrer grande variação no conteúdo destes nutrientes nos cortes provenientes de diferentes animais (DRISKELL et al., 1998). Além disso, é também uma importante fonte das vitaminas B2, B12 e niacina, de acordo com os valores constantes na *National Nutrient Database for Standard Reference* (USDA, 2018)

A carne suína é uma excelente fonte de minerais dietéticos (por exemplo, Ca, K, Fe e Mg etc.), e a composição mineral da porção de carne comestível é muito afetada pelo tipo de músculo e características fisiológicas, como idade e peso corporal (TOMOVIC et al., 2015). Além disso, a carne suína também contribui para a ingestão de gorduras, ácidos graxos saturados e colesterol (TOLDRÁ & REIG, 2011).

Os lipídios neutros influenciam as concentrações de compostos voláteis e desempenham um papel importante na liberação e percepção do sabor durante a deglutição (FRANK et al., 2017). Tanto os lipídios neutros quanto os fosfolipídios contribuem para o desenvolvimento do sabor por meio da oxidação dos lipídios. Sua capacidade de oxidação térmica depende das espécies de ácidos graxos, bem como do sítio de ligação de moléculas lipídicas individuais e suas classes de lipídeos (WU & WANG, 2019).

Em suínos na fase de crescimento e terminação, a deposição de proteína no corpo inteiro está intimamente associada ao crescimento magro, valor da carcaça, bem como eficiência e lucratividade da produção de carne suína (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012). Os fatores que influenciam na eficiência de deposição de proteína nos suínos e, conseqüentemente, na exigência de lisina dos animais são o genótipo, peso corporal e o sexo. A lisina é o aminoácido mais importante para a deposição de carne magra na carcaça de suínos, porém, a resposta dos animais é afetada pelo balanço ideal dos aminoácidos essenciais e da energia (KIM et al., 2009).

Alterações na qualidade da carne normalmente são precedidas por mudanças no metabolismo da energia pré/ou post mortem. Estas alterações, bem como a quantidade inicial de reservas de energia prontamente disponíveis no músculo representadas pela concentração de glicogênio muscular ou pelo potencial glicolítico, podem ser influenciadas por fatores como genótipo, nutrição, exercício e manejo. Mudanças no metabolismo da energia ou na concentração inicial de glicogênio podem afetar ambos, o pH inicial e o pH final, e dessa forma causar alterações em importantes características de qualidade, tais como a cor, firmeza, estabilidade da cor, estabilidade oxidativa e capacidade de retenção de água (BERTOL et al., 2019).

Características da carne suína como textura, suculência, cor, sabor e aroma podem ser influenciadas pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante a conversão muscular em carne. Sua qualidade compreende propriedades inerentes decisivas que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e, também, *in natura* no mercado de carnes (SANTIAGO et al., 2012). Quando os suínos estão estressados, seu conteúdo de glicogênio é reduzido, levando a uma menor produção de ácido láctico e, portanto, resulta em carne com pH final mais alto (NDOU et al., 2011).

Valores elevados de pH aparecem quando os animais são submetidos a estresse crônico e usam toda a sua energia, impedindo que o ácido láctico suficiente

alcance valores de pH muscular inferiores a 6,0, resultando em carne seca, escura e firme (DFD) (PURCHAS et al., 2002). A variação do pH final influencia as características de qualidade da carne, como cor, vida útil, capacidade de retenção de água e rendimentos tecnológicos (GISPERT et al., 2000).

A carne PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa) é causada por estresse agudo imediatamente antes do abate. Suínos geneticamente sensíveis ao estresse (gene halotano), mas também suínos normais são propensos ao defeito. O estresse resulta em uma taxa acelerada de glicólise post mortem precoce. Um pH mais baixo, devido ao ácido láctico, enquanto a temperatura da carcaça ainda é alta, resulta em um aumento da desnaturação da proteína na carne (GARRIDO et al., 1995). Devido a este processo, a carne PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa) tem a propriedade de ter uma alta capacidade de espalhamento de luz e uma baixa capacidade de retenção de água (ADZITEY & NURUL, 2011), com isso a carne PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa) traz uma perda econômica incrível para a indústria de carne devido à sua aparência indesejável e capacidade de processamento inferior (BARBUT et al., 2008).

O estresse agudo antes do abate pode resultar também na produção de espécies reativas de oxigênio na musculatura, promovendo a oxidação dos canais de cálcio e perda prematura da regulação dos níveis de cálcio no músculo *post mortem*. Esse quadro, sem dúvida, poderia iniciar os eventos em cascata que levam ao rápido declínio de pH e à desnaturação de proteína (BARBUT et al., 2008). As principais causas que podem incidir em carne PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa) nos suínos relacionadas principalmente ao manejo pré-abate, estão relacionadas à prática incorreta na condução dos animais para caminhões de transporte, o tempo de transporte dos animais da granja para o frigorífico, a temperatura durante o transporte, a dieta hídrica e o tempo de descanso dos animais antes do abate (MAGANHINI et al., 2007).

## **2.1 Fatores intrínsecos e extrínsecos na obtenção da carne suína**

Com o desenvolvimento da sociedade e a melhoria do nível de vida das pessoas, o foco do consumo de carne foi mudando gradativamente de "quantidade" para "qualidade". A melhoria da qualidade da carne tem impactos significativos na

indústria de suínos (HENCHION et al., 2014). A produção moderna de carne suína é uma importante fonte de proteína animal, com a carne suína respondendo por quase 43% de toda a carne vermelha consumida no mundo (MOTE & ROTHSCHILD, 2020). A variação na qualidade tecnológica e sensorial da carne suína envolve muitos fatores, entre os quais, a genética e o manejo antes do abate desempenham um papel proeminente.

Durante os últimos 50 anos, a genética suína mudou da avaliação de suínos com base na avaliação visual para métodos mais avançados de medição do crescimento, gordura posterior e eficiência alimentar. Com o início da era genômica, os geneticistas suínos primeiro usaram marcadores genéticos para remover defeitos e selecionar para melhorar a eficiência alimentar, o crescimento, a qualidade da carne e aumentar o tamanho da ninhada. Mais recentemente, o sequenciamento do genoma suíno levou à capacidade de genotipar milhares de genes em animais para identificar os genes responsáveis por uma série de características específicas, usando a seleção genômica para melhorar as taxas de melhoramento genético e reduzir os níveis de endogamia. Descobertas recentes para encontrar suínos menos suscetíveis a doenças e estresse térmico também estão sendo feitas. Espera-se que tais melhorias genéticas levem a uma produção mais sustentável e produtos suínos melhorados para o consumidor (MOTE & ROTHSCHILD, 2020).

O investimento e evolução do melhoramento genético de suínos, em busca de maior eficiência na deposição de tecido magro, levou a mudanças na composição da carcaça, aumentando consideravelmente a deposição de tecido muscular e reduzindo a taxa de deposição de gordura, com evidentes alterações em sua percepção sensorial (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003).

Na produção de suínos, existem três grupos a serem considerados: os machos inteiros, as fêmeas e os machos castrados. O fator sexo, pela ação dos hormônios sexuais, tem efeito sobre o potencial de crescimento, o consumo voluntário de alimento, a eficiência alimentar e a qualidade de carcaça em suínos nas fases de crescimento e terminação. O sexo condiciona de forma expressiva a produção de carne, sendo os machos inteiros os mais eficientes, seguidos das fêmeas e, finalmente, dos castrados (FÁVERO, 2002). Esses benefícios não têm sido adequadamente explorados pela suinocultura em razão da carne de machos inteiros apresentar odores indesejáveis provocados pela presença de níveis elevados de androsterona e escatol.

### 2.1.1 Castração Cirúrgica

A castração de machos suínos é tradicionalmente realizada por métodos cirúrgicos, sendo denominada de orquiectomia. Na suinocultura brasileira, tal prática é realizada geralmente até os sete dias de vida do animal e é praticada sem anestesia (SANTOS et al., 2016). A orquiectomia é realizada por meio de duas incisões verticais na bolsa escrotal (uma incisão para cada testículo) compreendendo 2 a 3cm, na dependência do tamanho desse órgão. As incisões escrotais são realizadas o mais ventralmente possível para facilitar a drenagem de fluidos das feridas e reduzir os riscos de infecção (PRADO et al., 2018). Após a incisão cutânea, os testículos são pressionados por pressão manual até rompimento do cordão espermático (BATES et al., 2014) ou é realizada ligadura bilateral dos cordões espermáticos. Pode ser utilizada braçadeira de nylon em substituição ao fio de sutura na ligadura dos cordões espermáticos (PRADO et al., 2018).

Essa prática permite uma maior facilidade de manejo dos animais, pois estes se tornam mais dóceis. Por outro lado, este método ocasiona profundas alterações no metabolismo animal, como a diminuição da eficiência alimentar, desenvolvimento muscular mais lento, menor retenção de nitrogênio, maior deposição proporcional de gordura e menor desenvolvimento de massa muscular, em comparação com machos inteiros, o que aumenta o custo de produção (BONNEAU, 1998; OLIVER et al. 2003; ZAMARATSKAIA et al., 2008). Devido às preocupações com o bem-estar animal, a castração cirúrgica sem uso de analgesia é uma prática que vem sendo rejeitada por causa da dor provocada no animal tanto no momento do processo cirúrgico quanto nos dias seguintes (WEILER & BONNEAU, 2019), mesmo sendo uma prática comumente realizada com o principal objetivo de prevenir a ocorrência de odor sexual na carne de suínos (EVANS, 2006).

O odor sexual presente na carne suína, causado principalmente pelo acúmulo de androstenona e escatol no tecido adiposo, é um problema significativo na qualidade da carne de machos inteiros. A androstenona é um feromônio esteroide produzido nos testículos e o escatol é um subproduto da degradação do triptofano pelas bactérias lácticas no trato digestivo que cai na corrente sanguínea, sendo absorvido pelo tecido adiposo e eliminado nas fezes e na urina. Ambas as substâncias, altamente lipofílicas, são sequestradas pelo tecido adiposo dos suínos e, devido à alta volatilidade, são

liberadas durante aquecimento e o cozimento, liberando odor e sabor indesejáveis (ATHAYDE, 2013).

Além disso, a castração cirúrgica de leitões causa impacto na qualidade de vida e no seu rendimento como produto final, pois esta é realizada sem anestesia o que provoca dor e angústia, quantificados pelos aspectos de frequência cardíaca, atividade cerebral, vocalização e liberação de hormônios relacionados ao estresse (ZENG et al., 2002; HAYA et al., 2003). Podem causar também, aumento na mortalidade de animais (DUNSHEA et al., 2001) e inflamações crônicas ou infecções nesses leitões. Por todos esses fatores a rotina de castração cirúrgica na primeira semana de vida dos leitões tem sido apontada como um procedimento cruel e doloroso. SCHINCKEL & EINSTEIN (2001) mostraram que os machos castrados atingem a máxima deposição de carne em pesos mais baixos e apresentam pior conversão alimentar tanto em peso vivo como em carne.

### **2.1.2 Raça e categoria sexual**

A raça é um dos fatores importantes que influenciam nas características de qualidade da carne, especialmente na composição química da carne. Por exemplo, o conteúdo de gordura intramuscular e a composição de ácidos graxos diferem significativamente entre as raças (SHEN et al., 2014). A influência da genética na qualidade da carne suína compreende diferenças entre raças bem como diferenças entre animais da mesma raça. Entre os genes que afetam características quantitativas, como os critérios de qualidade da carne, tem se identificado os "poligenes" e "genes principais". Poligenes são definidos como genes cujo efeito individual em uma característica é pequeno em relação à variância total desse traço. Em contraste, os genes principais têm um grande efeito sobre a característica. (SELLIER & MONIN, 1994). Dentre eles, destacam-se o gene de sensibilidade ao halotano e o gene RN-, que exercem uma influência direta na qualidade tecnológica da carne (GARNIER et al., 2003).

O gene de sensibilidade ao halotano também é conhecido como gene da síndrome do estresse suíno e tem sido estudado e discutido extensivamente. A perda de qualidade do produto e da proteína é atribuída à desnaturação da proteína causada por uma combinação de condições ácidas juntamente com a alta temperatura muscular no músculo pós-morte muito precoce. Com o advento de tecnologias para

identificar e eliminar esta principal causa de casos extremos de sensibilidade ao gene halotano, uma grande redução na incidência e severidade de PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa) foi percebida pela indústria. Porém, ainda se observa produto com baixa capacidade de retenção de água e cor. Grande parte da variação na funcionalidade da proteína e na qualidade da carne suína fresca ainda pode estar ligada à variação no metabolismo pós-morte inicial (BARBUT et al., 2008).

O gene RN-, está relacionado com a redução do rendimento tecnológico e com uma menor quantidade de carne magra nas carcaças (LE ROY et al., 2000). Animais carregando o alelo dominante RN no gene Napole têm níveis aumentados de glicogênio no músculo e baixa qualidade da carne e características de processamento em comparação com aqueles que são homozigotos para o alelo rn + recessivo normal (FERNANDEZ et al., 1992). O gene RN - é importante porque está associado a um pH final anormalmente baixo (BIDNER et al., 2003). Portadores do gene RN - também tem glicogênio muscular elevado, perdas de gotejamento mais elevadas e um menor rendimento da capacidade de retenção de água (HAMILTON et al., 2000). O gene RN - está associado à raça Hampshire, que foi introduzida em alguns países como França e Suécia, como o pai terminal para reduzir a susceptibilidade ao estresse e os problemas de qualidade associados à carne suína clara, macia e exsudativa (JOSELL et al., 2003).

Segundo DE VRIES et al., (2000), os efeitos da raça na qualidade da carne (gordura intramuscular, capacidade de retenção de água, cor e textura) são significantes e, em alguns casos, estão relacionados à presença de um único gene de efeito principal. Dentro da raça, também há variação considerável em características de qualidade da carne que são causadas por genes principais. Assim, a tecnologia de análise do DNA, de um lado, fornece oportunidades excelentes para melhoria da qualidade da carne dentro das raças. A seleção de genes principais não só aumentaria a qualidade, mas também diminuiria a variabilidade na qualidade da carne suína. Por outro lado, os genes principais também podem ser explorados para se obter carnes que satisfaçam mercados específicos.

A categoria sexual do suíno tem um efeito marcante na composição e qualidade das carcaças (LOWELL et al., 2019) e as diferenças nas características de crescimento e qualidade entre machos castrados e fêmeas também foram documentadas por LOWE et al., (2016). Machos tendem a crescer e atingir a

maturidade fisiológica em um ritmo mais rápido do que fêmeas (LEE et al., 2013); fêmeas tendem a ter uma maior eficiência alimentar do que machos castrados (LATORRE et al., 2003). A espessura da gordura do dorso é maior em machos castrados e as carcaças de machos castrados são mais gordas, resultando em um rendimento de corte de carcaça com osso reduzido (%), rendimento de corte magro com osso (%) e rendimento de corte sem osso (%) quando comparado com carcaças de fêmeas (LEE et al., 2013). Lombos de machos castrados tendem a ter maior marmorização visual e lipídios extraíveis em comparação com lombos de fêmeas (LATORRE et al., 2003)

A categoria sexual pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e principalmente de terminação (LATORRE et al., 2004). Essas diferenças alteram o padrão de deposição do tecido magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne (UNRUH et al., 1996; LATORRE et al., 2004). SILVEIRA (2000), em estudo envolvendo castrados e fêmeas suplementados com ractopamina na dieta, observou que as fêmeas responderam melhor a inclusão de ractopamina, provavelmente devido à maior capacidade de mobilizar lipídeos, cuja magnitude foi evidente principalmente no tecido adiposo subcutâneo, porém com menor efeito no tecido adiposo intramuscular. SEE et al. (2004) observou que machos alimentados com ractopamina foram mais pesados e cresceram mais rapidamente, por outro lado as fêmeas foram mais eficientes e depositaram maior quantidade de carne magra.

Algumas raças são consideradas como responsáveis por uma qualidade superior de consumo de carne. Essas incluem raças de alto desempenho, como Duroc, Hampshire nos países do norte da Europa, e raças locais com baixo desempenho reprodutivo e de crescimento e alto grau de gordura (BONNEAU & LEBRET, 2010).

### **2.1.2.1 A raça Duroc**

A raça Duroc foi desenvolvida no século 19 nos Estados Unidos da América do Norte, nos estados de Nova Jersey e Nova Iorque, tendo recebido na época, a contribuição de genes de animais de pelagem vermelha provenientes da Espanha e da Inglaterra (IRGANG, 2014).



A raça Duroc é cada vez mais popular, como raça pura ou em esquemas de cruzamento, em sistemas de produção que pretendem maior qualidade alimentar. Os machos da linha terminal são normalmente selecionados para valores genéticos para características de produção, como crescimento, eficiência e qualidade de carcaça (MARQUES et al., 2017). A raça Duroc sempre foi usada como série terminal para produção de suínos para terminação, apresentando excelente taxa de crescimento e muita gordura intramuscular (SUZUKI et al., 2003). As características de produtividade das linhas Duroc são similares ou até melhores que as características de linhas brancas (Landrace, Large White), sem qualquer perda de qualidade da carne (LATORRE, 2003).

Uma das características mais importantes da raça é o teor de marmoreio na carne (gordura intramuscular), que pode variar de 1,81 a 3,15, dependendo do peso da carcaça e do cruzamento. Esse valor é bem superior aos valores observados nas raças Landrace, Large White e Pietrain. A gordura intramuscular é fundamental para obter carne saborosa e suculenta e está associada à menor perda de água por gotejamento das carcaças (IRGANG, 2014). Um benefício extra para o Duroc é muitas vezes o percentual duas vezes maior de gordura intramuscular quando comparado aos suínos Large White e Landrace (ARMERO et al., 1998).

#### **2.1.2.2 A raça Large White**

Uma parte considerável da raça foi desenvolvida no condado de Yorkshire, Inglaterra, enquanto animais Large White de outras partes do mundo foram agregados à raça. Por essa razão, a raça é conhecida pelos dois nomes: Large White, no Brasil, na Inglaterra, na França e em outros países, e Yorkshire, nos Estados Unidos da América do Norte, no Canadá, na Noruega, na Finlândia e em outros países. Nos Estados Unidos da América do Norte, no final do século 19, a raça era conhecida como Large Yorkshire (IRGANG, 2014).

Os animais são sexualmente precoces, têm alta prolificidade, excelente taxa reprodutiva e de crescimento diário, excelente eficiência alimentar, ausência do alelo halotano e produzem carcaças com alto rendimento e qualidade de carne para consumo in natura ou para produtos curados e cozidos (IRGANG, 2014). O suíno Large White, tem melhor potencial de crescimento em comparação à outras raças de suínos tradicionais (RUUSUNEN et al., 2012). O músculo *Longissimus dorsi* de suínos

Large White exibe uma porcentagem maior de fibras do tipo IIB (fibras glicolíticas de contração rápida) (RYU et al., 2008) e produz carne marmorizada menor com baixa qualidade tecnológica e alimentar em comparação com suínos e Duroc (LEE et al., 2012).

Devido à sua alta prolificidade, machos e fêmeas são cruzados com reprodutores Landrace para a produção de fêmeas F-1, proporcionando, pelo cruzamento, a obtenção de embriões e leitões heterozigotos e de fêmeas mestiças que proporcionam ganhos de heterose de 5 a 10% na produção de leitões por leitegada. Por sua vez, linhagens paternas de Large White, com excelente arcabouço de carcaça, têm sido usadas para o desenvolvimento de machos mestiços “terminadores” e de linhas sintéticas de machos, visando complementar ou corrigir a menor estrutura corporal de raças que apresentam excelente conformação de carcaça como Pietrain (IRGANG, 2014).

### **2.1.2.3 A raça Landrace**

A raça foi desenvolvida nas regiões do norte da Espanha, Portugal, França, Itália e em quase todos os países nórdicos, onde era conhecida como “suíno Celta”, tendo recebido também a infusão de genes de raças asiáticas. Os animais apresentam 14 a 17 pares de costelas e 6 a 8 ou mais pares de tetos, são sexualmente precoces, muito prolíficos, têm grande capacidade de produção de leite e habilidade materna, alta taxa de crescimento e eficiência alimentar, baixa deposição de gordura e alto rendimento de carne de boa qualidade (IRGANG, 2014).

Possui coloração branca, livre de manchas e com orelhas longas, voltadas para a frente, praticamente cobrindo os olhos, quase chegando à ponta do focinho. A principal característica é sua grande extensão fisicamente (VIVANCO, 2015). Os suínos Landrace têm um corpo longo e estreito, além de possuírem fina camada de gordura subcutânea, grandes pernis e alta musculatura na carcaça (MARITA et al., 2012). No estudo de LEE et al., (2012) suínos Landrace obteve maiores áreas de olho de lombo, menor pH muscular e maior leveza e perda de gotejamento do que outras raças de suínos. A carne de suínos Landrace pode ser de alta qualidade, desde que o gene de sensibilidade ao Halotano tenha sido removido (DE VRIES et al., 2000).

#### 2.1.2.4 A raça Hampshire e Pietran

A raça Hampshire possui alto teor de gordura intramuscular. Só é encontrado a mutação do gene RN - no Hampshire puro-sangue e em seus cruzamentos. É, portanto, chamado de fator Hampshire. O gene RN - gene afeta a qualidade da carne, aumentando o conteúdo de glicogênio nos músculos brancos. A RN - gene também diminui o teor de proteína de carne (SELLIER & MONIN, 1994).

A raça Pietrain foi desenvolvida na Bélgica em 1920, em uma vila de mesmo nome, como resultado da combinação de suínos Berkshire, Normandos e Large White com suínos locais. Entre as raças de suínos criadas no mundo, Pietrain é a que apresenta a menor deposição de gordura e a maior deposição de carne na carcaça (IRGANG, 2014).

Animais Pietran possuem perfil côncavo e orelhas retas, com grande volume de pernil e capacidade reduzida para produzir cortes gordurosos. Por essas qualidades, é uma das raças mais exploradas por produzem linhagens de machos, destinadas à obtenção de suínos do tipo carne. Possui pelagem malhada, em tons cinza, marrom e vermelho, baixa espessura de toucinho, grande musculosidade e conformação de carcaça. Não é muito prolífico e suas fêmeas possuem baixo teor de leite e baixa capacidade materna. A carne é magra com rendimento média de 83% (VIVANCO, 2015).

A grande musculosidade da raça deve-se à presença da alta frequência do gene Halotano, superior a 90%, que também é o responsável genético pela síndrome do estresse suínos, que torna os suínos muito susceptíveis a problemas causados por temperaturas elevadas e a manejo incorreto. Suínos Pietrain não têm sido criados na forma de raça pura para o abate. Sua intensa deposição de carne ocorre principalmente até 90 a 100kg de peso vivo, e sua estrutura corporal impõe limites à taxa de crescimento em suínos de maior peso de abate, conferindo-lhes maturidade precoce. Por isso, animais Pietrain têm sido usados principalmente para o desenvolvimento de linhas genéticas paternas e sintéticas de macho e para a obtenção de reprodutores mestiços e híbridos comerciais, a partir de cruzamentos com Duroc, com linhas paternas de Large White ou com animais da raça Hampshire (IRGANG, 2014).

## 2.2 FITOGÊNICOS

A ractopamina é usada em mais de 20 países, como EUA, Canadá, Austrália e em quase toda a América Latina para diminuir a taxa de deposição lipídica e aumentar a quantidade de carne magra nas carcaças, duas características esperadas pelo mercado consumidor (FERREIRA et al., 2011). Com o aumento na demanda de exportação de mercados como China e Rússia, que exigem carne sem ractopamina, mais produtores estão buscando aditivos alimentares alternativos à ractopamina.

A busca por alternativas aos promotores de crescimento sintéticos começou há vários anos, e várias alternativas têm sido propostas com benefícios semelhantes. Metabólitos secundários de plantas, ou seja, aditivos fitoquímicos, aditivos fitogênicos, fitobióticos ou compostos fitoterápicos e botânicos, surgiram como promotores de crescimento alternativos (GANGULY, 2013; KOMMERA et al., 2006; KUMAR, 2014).

Os compostos fitogênicos são definidos como compostos bioativos naturais derivados de plantas com efeitos positivos no crescimento e na saúde animal, e são frequentemente aplicados a óleos essenciais (OEs), botânicos e extratos de ervas (PUVACA et al., 2013). Alguns compostos fitogênicos são conhecidos por terem propriedades antimicrobianas, antivirais, antifúngicas e antioxidantes (BRENES & ROURA, 2010). Os compostos fitogênicos têm o potencial de aumentar o consumo de ração, melhorando a palatabilidade da dieta resultante do aumento do sabor e odor, principalmente com o uso de óleos essenciais (KROISMAY et al., 2006). No entanto, o efeito relatado de óleos essenciais suplementados em dietas de suínos na ingestão de ração animal é altamente variável (RANDRIANARIVELO et al., NEILL et al., 2006; STELTER et al., 2013; ZENG et al., 2014).

Geralmente, os compostos fitogênicos têm sido investigados extensivamente como alternativas aos antibióticos, mas ocorre inconsistências em resultados de estudos devido a determinadas variáveis, como: (i) variações na composição dos compostos fitogênicos devido aos locais de cultivo das plantas, métodos de fabricação e condições de armazenamento (FDA, 2021; YANG & IJI, 2009) (ii) variações nas dosagens que podem não ser eficazes (CROSS, 2007); (iii) a falta de eficácia dos compostos fitogênicos; (iv) condições variadas durante os ensaios, como ambiente, idade do animal, genética, alimentação e estado de saúde (GIANNENAS et al., 2003).

Os óleos essenciais são líquidos aromáticos, voláteis e oleosos extraídos de materiais vegetais como sementes, flores, folhas, brotos, galhos, ervas, cascas,

madeira, frutas e raízes (BRENES & ROURA, 2010), são compostos naturais derivados de plantas e têm efeitos positivos no crescimento e na saúde dos animais (PUVAČA et al., 2013). A aplicação de óleos essenciais na ração tem sido baseada principalmente nos efeitos antimicrobianos. Além disso, a concentração inibitória mínima (CIM) da maioria dos óleos essenciais é muito maior do que os níveis aceitáveis na indústria animal em termos de custo-benefício e palatabilidade alimentar (YANG et al., 2015).

Os óleos essenciais auxiliam a secreção gástricas, a qual ativa a pepsina. Em adicional, eles aumentam a produção de suco pancreático, o que leva a um aumento da atividade de enzimas digestivas, por exemplo, a tripsina, quimotripsina, carboxipeptidase e lipase. Apesar desses mecanismos ajudarem a explicar a melhora na digestibilidade, outros mecanismos podem estar envolvidos. Assim como acontece com outros promotores de crescimento, a modulação da microbiota intestinal e a preservação da integridade do epitélio intestinal são observados na administração de óleos essenciais (COSTA et al., 2013). Acredita-se também que os óleos essenciais são capazes de estimular a secreção de muco no intestino e estômago. Este efeito tem suma importância na prevenção da adesão de patógenos e contribui para estabilização da microbiota favorável, protegendo os vilos e por consequência melhorando a absorção de nutrientes (JAMROZ et al., 2005). Podem aumentar a palatabilidade e o consumo da ração com sabor e odor aprimorados (KROISMAYR et al., 2006). No entanto, o efeito observado de óleos essenciais suplementados em dietas de suínos no consumo de ração não é consistente (NEILL et al., 2006, STELTER et al., 2013, ZENG et al., 2015).

Na nutrição animal os óleos essenciais são utilizados principalmente devido ao seu efeito no desempenho de crescimento, status antioxidante e anti-inflamatório e sistema imunológico em várias espécies de animais (GESSNER et al., 2019; OMONIJO et al., 2018). Conforme relatado por GESSNER et al. (2019), compostos naturais podem melhorar o desempenho de crescimento dos animais, aumentando a palatabilidade da ração. Da mesma forma, YANG et al., (2019) mostraram que a administração de óleos essenciais (cinamaldeído e timol) foi capaz de aumentar o peso corporal dos leitões pós-desmame.

A adição de produtos à base de plantas às dietas tem efeito promotor de crescimento em aves e suínos (KIM et al. 2010; MOHAMMADI GHEISAR et al., 2015).

Os óleos essenciais têm duas classes principais de compostos, os terpenos (por exemplo, carvacrol e timol) e fenilpropenos (por exemplo, cinamaldeído e eugenol) (LEE et al., 2004). Eugenol e cinamaldeído também possuem um grupo funcional fenólico e suas atividades antimicrobianas relacionadas aos efeitos de membrana e geração de energia foram relatadas (GILL & HOLLEY, 2004, 2006). Em estudo, foi relatado que o cinamaldeído e o eugenol podem efetivamente inibir a atividade da histidina descarboxilase de *Enterococcus aerogenes* em níveis subletais (WENDAHOON & SAKAGUCHI, 1995). Acredita-se que o grupo hidroxila do eugenol e o grupo carbonila do cinamaldeído se liguem às proteínas, inibindo a ação das descarboxilases de aminoácidos no organismo. *E. aerogenes*. Portanto, o principal mecanismo de ação do timol, carvacrol, eugenol e cinamaldeído está relacionado aos seus efeitos nas membranas citoplasmáticas e no metabolismo energético.

A casca da canela (*Cinnamomum verum*) é utilizada há milênios como remédio tradicional na fitoterapia (JAYAPRAKASHA & RAO, 2011). Contém grandes quantidades do óleo essencial *trans* - cinamaldeído (CA), além de ser uma boa fonte de proantocianidinas. Sendo que o componente principal dos óleos essenciais de canela, o cinamaldeído, varia de 60% a 75% do óleo total (MUELLER, 2006).

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das ervas mais utilizadas como promotor de crescimento (FEIGHNER, 1987), pois estudos demonstraram a inibição do crescimento de uma variedade de microrganismos, como bactérias, fungos e vírus (KNARREBORG, 2004). O extrato de alho melhora o desempenho de crescimento, a digestibilidade de nutrientes e a qualidade da carne em suínos (YAN et al., 2012), porém outros autores não observaram tais efeitos (ADEBIYI et al., 2014).

Os principais efeitos farmacológicos do alho são devidos aos seus compostos organossulfurados (TAPIERO, TOWNSEND & TEW, 2004) e associados ao seu odor pungente distinto e outras propriedades curativas (MACPHERSON et al., 2005). Além disso, os pesquisadores descobriram que o alho tem muitas funções biológicas, como atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias, anti-ateroscleróticas, antidiabéticas, antimutagênicas, anticancerígenas, antioxidantes e imunomoduladoras (CULLEN et al., 2005; KIM, 2016; SALEHIA et al., 2019). JANZ et al., (2007) mostraram que suínos em terminação preferiram a dieta tratada com alho por apresentarem aumento significativo no consumo de ração e ganho médio diário (GMD).

HOLDEN, MCKEAN & FRANZENBURG (1998) relatam que a suplementação de alho em dietas aumentou o valor do pH e reduziu as perdas por cozimento de produtos cárneos de suínos em terminação. Suínos alimentados com alho em pó (1 g/kg) apresentaram melhora significativa no marmoreio da carne, escores de firmeza, valor de pH e capacidade de retenção de água (CHEN et al., 2008). OMOJOLA, FAGBUARO & AYENI (2009) encontraram níveis crescentes de alho na dieta (0,5%, 1% e 1,5%) em suínos, reduzindo a espessura de toucinho e o teor de colesterol total nos músculos. A suplementação de alho resulta na redução do colesterol nos hepatócitos e dos níveis de triglicerídeos no sangue, limitação da formação e secreção de lipoproteínas de muito baixa densidade, e alterações no perfil de ácidos graxos da gordura da carne de suínos, que são benéficas para seu valor dietético (GRELA et al., 2013).

A raiz de alcaçuz tem uma longa história de uso em medicamentos tradicionais e remédios populares. Juntamente com seus ingredientes ativos, por exemplo, glicirrizina (GL) e seu metabólito ácido glicirretínico (GA), a raiz de alcaçuz também desempenha um papel na medicina moderna (HOSSEINZADEH & NASSIRI-ASL, 2015).

### **3 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

A qualidade da carne pode ser definida com uma combinação das propriedades físicas e químicas da carne fresca e processada, levando em consideração parâmetros de avaliação como o valor de pH, capacidade de retenção de água (perda por gotejamento), perda por cocção e cor (CHEN et al., 2012).

Os padrões desejáveis para vários atributos relativos à qualidade tecnológica e sensorial da carne suína foram definidos pelo NPPC (NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL, 1998) e incluem pH final de 5,6 a 5,9, coloração de rosa avermelhado a vermelho púrpura, aparência com superfície não aquosa, textura firme, escore de marmoreio de 2 a 4, perda de fluidos por gotejamento menor ou igual a 2,5% do peso da carcaça e força de cisalhamento menor do que 3,2 kg.

A qualidade da carne suína deve ser aperfeiçoada para que satisfaça igualmente ao consumidor e ao processador de carne, assegurando sua aceitação que deve ser baseada em medições relativamente baratas e rápidas feitas na linha de abate, onde a identificação da carcaça está disponível, a fim de melhor

aproveitamento do produto para posterior processamento e distribuição (TOLDRÁ & FLORES, 2000). Fatores como pH, cor, capacidade de retenção de água, teor proteico, lipídico, composição de ácidos graxos e também aspectos subjetivos, tais como, sabor, aroma, aparência, maciez e suculência, são características importantes relacionadas a qualidade da carne, pois estão relacionadas à aceitabilidade, palatabilidade e perdas que podem ocorrer durante o processamento e armazenamento. Fatores genéticos e tecnológicos influenciam a qualidade da carne. Entre os fatores tecnológicos, podem ser citadas as condições de manejo pré-abate, que envolvem desde a granja até o transporte, bem como das operações de abate e do processamento (DE VRIES et al., 2000).

O pH é uma característica altamente relacionada com a qualidade da carne, uma vez que influencia a cor, a capacidade de retenção de água e a textura (ZAGURY, 2002). O músculo do suíno vivo tem um pH de 7,0 a 7,2. Na conversão do músculo em carne, durante o *rigor mortis*, o pH muscular reduz, e o valor final deste pH é importante na determinação da qualidade da carne suína. Durante o desenvolvimento do *rigor mortis* e da maturação da carne, o pH influencia na contração, proteólise e desnaturação proteica, o que modifica a estrutura da carne e conseqüentemente a qualidade (BRIDI & SILVA, 2009). A classificação da carne em PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa), RSE (*"Reddish pink, soft, exudative"*, carne avermelhada ou rosa, flácida e exsudativa), RFN (*"Reddish pink, firm e non-exudative"*, avermelhada ou rosa, firme e não exudativa) e DFD (*"Dark, firm e dry"*, carne escura, firme e seca) pode ser feita de acordo com os valores de pH 24 horas, valor de L\* obtido na avaliação da cor e porcentagem da perda de água por gotejamento (FILHO et al., 2017).

A carne suína será classificada como normal quando apresentar valor de pH inicial igual ou superior a 5,8; pH final inferior a 6,0; valor de L\* maior que 43 e menor que 49 e perda de água por gotejamento menor que 5 %. A carne será classificada como PSE (*"Pale, soft and exudative"*, carne pálida, flácida e exsudativa) quando apresentar valor de pH inicial inferior a 5,8; pH final igual ou menor que 5,6; valor de L\* maior que 50 e perda de água por gotejamento maior que 5 %. A carne que apresentar valor de pH final superior a 6,0, valores de L\* menor que 42 e perda de água por gotejamento menor que 5 % será considerada como DFD (*"Dark, firm e dry"*, carne escura, firme e seca) (BRIDI & SILVA, 2009).



Dentre das principais causas que induzem à incidência de carne PSE temos o estresse que o animal sofre no momento que antecede o abate ou no abate, a genética (portadores do gene halotano) e as condições de refrigeração na fase *post mortem* das carnes (FORMIGHIERI, 2012). Quando os suínos são estressados prolongamente, seu conteúdo de glicogênio é reduzido, levando a uma menor produção de ácido láctico e, portanto, resulta em carne com pH final mais alto (NDOU et al., 2011). O pH elevado ocorre quando os animais são submetidos ao estresse crônico e utiliza-se toda a sua energia, impedindo que o ácido láctico seja o suficiente para atingir valores de pH menor do que 6,0, resultando em uma carne firme, escura e seca (DFD) (PURCHAS et al., 2002). No entanto, a variação do pH final influencia as características de qualidade da carne, como cor, vida útil, capacidade de retenção de água e rendimentos tecnológicos (GISPERT et al., 2000).

A cor é considerada a mais importante característica sensorial da aparência da carne fresca, pois este atributo é determinante para a decisão de compra do consumidor (BRIDI & SILVA, 2009). A cor da carne in natura está associada à proporção relativa de três formas químicas da mioglobina (pigmento da carne): mioglobina reduzida ou deoximioglobina (cor vermelho púrpura); oximioglobina (vermelho brilhante); e, metamioglobina (marrom). Na superfície da carne, quase sempre existe uma mistura destas formas, mas a cor resultante é da pigmentação predominante. O estado químico dos pigmentos diz respeito ao estado de oxidação do ferro, tipo de ligante na sexta posição do grupo heme, estado da proteína globina e integridade do núcleo de hematina (RAMOS & GOMIDE, 2007).

No sistema CIELAB o colorímetro avalia a cor pela reflectância da luz em três dimensões:  $L^*$ , que representa a luminosidade (valor  $L^*$ , ou value ou brightness); e  $a^*$  e  $b^*$  que representam a saturação (croma ou pureza) e a tonalidade (cor ou hue). O valor de  $L^*$  igual a zero corresponde ao preto e 100 ao branco. Os valores de  $a^*$  variam de  $-a^*$  (verde) até  $+a^*$  (vermelho). Os valores de  $b^*$  variam de  $-b^*$  (azul) à  $+b^*$  (amarelo) (BRIDI & SILVA, 2009).

O maior constituinte da carne é a água, representando aproximadamente 75% do peso total. A habilidade da carne em reter água na presença de forças externas, como corte, moagem e aquecimento, é conhecida como capacidade de retenção de água (CRA) e define o potencial da perda de peso após o abate (RAMOS & GOMIDE, 2017). A capacidade de retenção de água é definida como a capacidade da carne crua de reter água durante o processamento (KAMRUZZAMAN et al., 2016). É uma

das principais características de grande influência nos aspectos sensoriais, bem como na perda de cozimento nas carnes (ZHENG et al., 2018). A formação de ácido láctico e a consequente queda do pH *post mortem*, próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (pH=5,5), é responsável por uma redução nos grupos reativos das proteínas disponíveis para ligação com a água, como resultado ocorre maior perda de peso por exsudação da carne (ABERLE et al., 2002). É uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade, pois muitas propriedades físicas da carne (cor, maciez e suculência) são parcialmente dependentes da capacidade de retenção de água.

O termo perda por gotejamento significa que o fluido, composto principalmente de água e proteínas, que pode ser expelido de um pedaço de carne sem força mecânica além da gravidade. Em contraste com outras características de qualidade da carne, a perda por gotejamento está ligada a um período de tempo (HONIKEL, 1998).

A textura pode ser considerada como a manifestação das propriedades reológicas da carne, ou seja, a manifestação sensorial da sua estrutura e a maneira com que esta reage à força aplicada durante a mastigação e a outras sensações envolvidas no ato de degustação (RAMOS & GOMIDE, 2017). A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que reúne os atributos primários (maciez, coesividade, viscosidade e elasticidade) e os secundários (gomosidade, mastigabilidade, suculência, fraturabilidade e adesividade), sendo um dos requisitos mais importantes para o consumidor, ao julgar a qualidade da carne. Os fatores que podem afetar a textura da carne possuem duas origens: *ante mortem* e *post mortem*. A degradação da proteína na etapa *post mortem* aumenta a maciez com o tempo, e fatores como o teor de gordura intramuscular e o tecido conjuntivo afetam a maciez da carne. O conteúdo de gordura intramuscular tem um efeito positivo sobre a textura (FONT-I-FURNOLS et al., 2012). O uso dos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos em suínos leva à obtenção de carne menos macia (WARRISS et al., 1991), no entanto, a diminuição da textura da carne desses animais não ocorre em função das modificações da estrutura do tecido conjuntivo muscular, mas sim como consequência dos efeitos da diminuição lipídica do músculo e das alterações das miofibrilas musculares (JIANG, 1998).

## 4 OBJETIVOS

No Capítulo II, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de três diferentes cruzamentos genéticos de suínos (descritos abaixo) e de suas categorias sexuais (machos castrados cirurgicamente e fêmeas) sobre as características de carcaça e atributos físico-químicos do lombo e barriga suína.

Cruzamentos genéticos:

- Genética 1: Linha fêmea (Landrace e Large White) x Linha macho (Duroc e Pietran);
- Genética 2: Linha fêmea (Landrace, Meishan, Xia Jing, Hampshire, Pietran e Large White) x Linha macho (Hampshire, Large White, Duroc e Pietran);
- Genética 3: Linha fêmea (Landrace e Large White) x Linha macho (Duroc).

No Capítulo III, objetivou-se avaliar a influência da utilização de fitogênicos para suínos e de suas categorias sexuais (machos castrados cirurgicamente e fêmeas) sobre as características de carcaça e atributos físico-químicos do lombo e barriga suína.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASLYNG, H. JENSEN, A.H. KARLSSON. The gender background of texture attributes of pork loin. **Meat Science**, v. 136, p. 79-84, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.10.018>

ABERLE D. E.; FORREST C. J.; GERRARD E. D.; MILLS W. E. Properties of fresh meat. In: **Principles of Meat Science**, v. 2, p. 109-116, 2012.

ABPA – **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Disponível em <[http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf)>. Acesso em: 06/05/2022.

ADEBIYI, O. A., SODEKE, M., ADELEYE, O. O., ADEJUMO, I. O. Effects of extruded rice bran based diets on the performance, intestinal microbiota and morphology of weaned pigs. **Agricultura Tropica Et Subtropica**, v.51, p.13-19, 2018.

<https://doi.org/10.2478/ats-2018-0002>

ADZITEY, H. NURUL. Pale soft exudative (PSE- and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - A mini review. **International Food Research Journal**, v.18, p. 11-20, 2011.

AL-DOBAIB SN, MOUSA HM. Benefits and risks of growth promoters in animal production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.7, p. 202-208, 2009.

ARMERO, M. FLORES, J.-A. BARBOSA, F. TOLDRA, M. P. Effects of terminal pig sire types and sex: On carcass traits, meat quality and sensory analysis of dry-cured ham. **Proceedings 44th International Congress on Meat Science and Technology**, Barcelona, p. 904-905, 1998.

ATHAYDE, N.B. **Susceptibilidade ao estresse, desempenho e qualidade de carne de suínos de diferentes categorias de castração e níveis de ractopamina**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, p. 91, 2013.

BARBUT, A.A. SOSNICKI, S.M. LONERGAN, T. KNAPP, D.C. CIOBANU, L.J. GATCLIFFE, E. HUFF-LONERGAN, E.W. WILSON. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v. 79, p. 46-63, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.031>

BATES, J.L.; KARRIKER, L.A.; STOCK, M.L; PERTZBORN, K.M.; BALDWIN, L.G.; WULF, L.W.; COETZEE, J.F. Impact of transmammary-delivered meloxicam on biomarkers of pain and distress in piglets after castration and tail docking. **Plos One**, v.9, p.113-678, 2014.

BERTOL, M.T. Composição e aspectos de qualidade da carne suína. In: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína**. Brasília, DF: Embrapa, p.11-38, 2019.

BIDNER, M. ELLIS, M.S. BREWER, J. ROMANS, F.K. MCKEITH. Effect of RN genotype on yield and sensory characteristics of enhanced longissimus sections. **Journal of Muscle Foods**, v.14, p. 241-251, 2003. <HTTPS://DOI.ORG/10.1111/J.1745-4573.2003.TB00704.X>

BONNEAU, M. Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. **Meat Science**, v.49, p. 257-272, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00089-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00089-8)

BONNEAU, M.; LEBRET, B. Production systems and influence on eating quality of pork. **Meat Science**, v. 84, p. 293-300, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.013>

BRANDT, P; M. D, AASLYNG. Welfare measures for pigs ending on slaughter day: a review. **Meat Science**, p. 13 -23, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.004>

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, p.1-14, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Avaliação da Carne Suína**. Londrina: Midiograf, p.120, 2009.

CHEN YJ, KIM IH, CHO JH, YOO JS, WANG Q, WANG Y, HUANG Y. Evaluation of dietary l-carnitine or garlic powder on growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, blood profiles and meat quality in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.141, p.141-152, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.025>

CHEN, W. et al. Q. Comparative analysis on antioxidant ability of muscle between laiwu pig and Large White. Asian – Aust. **Journal of Animal Science**, v. 25, 1190-1196, 2012. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12019>

COSTA, L. B. et al. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. South African Journal of Animal Sciences, v. 43, n. 2, p. 181–193, 2013. <https://doi.org/10.4314/sajas.v43i2.9>

CROSS, D.; ACAMOVIC, T. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in young chickens from 7-28 days of age. **British Poultry Science**, v. 48, n. 04, p. 496-506, 2007. <https://doi.org/10.1080/00071660701463221>

CULLEN SP, MONAHAN FJ, CALLAN JJ, O'DOHERTY JV. The effect of dietary garlic and rosemary on grower-finisher pig performance and sensory characteristics of pork. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.44, p.57-67, 2005.

DE VRIES, A. G.; FAUCITANO, L.; SOSNICKI, A. A.; PLASTOW, G. S. The use of gene technology for optimal development of pork meat quality. **Food Chemistry**, v. 69, p.397- 405, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00049-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00049-2)

DIKEMAN ME. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. **Meat Science**, v.77, p. 121-135, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.011>

DOKMANOVIĆ M. A., VELARDE V., TOMOVIĆ N., GLAMOČLIJA R., MARKOVIĆ J., JANJIĆ M.Ž. BÁLTICO. The effects of waiting times and handling procedures before slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. **Meat Science**, v.98, p. 220-226, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.003>

DRISKELL, J. A.; GIRAUD, D. W.; SUN, J.; JOO, S.; HAMOUZ, F. L.; DAVIS,

DUNSHEA, F. R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MCCAULEY, I.; JACKSON, P.; LONG, K. A.; LOPATICKI, S.; NUGENT, E. A.; SIMONS, J. A.; WALKER, J.;

EC. Regulation EC 1831/2003 of the European Parliament and Council of 22 September 2003 on Additives for Use in Animal Nutrition. **Official Journal of the European Communities**, p. 29-43, 2003.

EVANS, A. Global Control of boar taint. Immunological castration. **Pig Progress**, v. 22, p. 6-9, 2006.

FAO/OIE/WHO. Second join FAO/OIE/WHO expert workshop on non-human antimicrobial usage and antimicrobial resistance: management options. Oslo: FAO/OIE/WHO; 2004.

FÁVERO, J. A. Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA. In: Foz do Iguaçu: **Porkworld**, p. 56-66, 2002.

FDA. **Food and Drugs Administration**. Disponível em: <http://www.access.gpo.gov/cgi-bin/cfrassemble.cgi?title=200221>.

FEIGHNER, SCOTT D.; DASHKEVICZ, MICHAEL P. Subtherapeutic levels of antibiotics in poultry feeds and their effects on weight gain, feed efficiency, and bacterial cholytaurine hydrolase activity. **Applied and environmental microbiology**, v. 53, n. 2, p. 331-336, 1987. <https://doi.org/10.1128/aem.53.2.331-336.1987>

FERNANDEZ, E. TORNBERGE, J. NAVEAU, A. TALMONT, G. MONIN. Bimodal distribution of the muscle glycolytic potential in French and Swedish populations of Hampshire crossbred pigs. **Journal of Animal Science**, v.59, p. 307-311, 1992. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740590306>

FERREIRA, A. S. et al. Ractopamine for pigs: a review about nutritional requirements. **Journal of Basic and Applied Sciences**, v.9, p.276-285, 2011. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2013.09.36>

FILHO, R. A. et al. Drip loss assessment by different analytical methods and their relationships whit pork quality classification. **Journal Food Quality**, p. 1- 8, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9170768>

FONT-I-FURNOLS, N. TOUS, E. ESTEVE-GARCIA, M. GISPERT. Do all consumers accept marbling the same way? The relationship between eating and visual acceptability of pork with different intramuscular fat content. **Meat Science**, v. 91, p. 448-453, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.030>

FORMIGHIERI, R. **Efeito da ractopamina e da imunocastração no bem estar animal e nas propriedades da carne suína**. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 107, 2012.

FRANK, K. KACZMARSKA, J. PATERSON, U. PIYASIRI, R. WARNER. Effect of marbling on volatile generation, oral breakdown and in mouth flavor release of grilled beef. **Meat Science**, v. 133, p. 61-68, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.06.006>

FRANKIČ, T., VOLJČ, M., SALOBIR, J., REZAR, V. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. **Acta Agriculturae Slovenica**, v.94, p. 95–102, 2009.

GANGULY S. Produtos naturais derivados de plantas e ervas como suplementos nutricionais promotores de crescimento para aves de capoeira: uma revisão. **Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation**, v. 2, p.12–3, 2013.

GARNIER, J.P.; KLONT, R.; PLASTOW, G. The potential impact of current animal research on the meat industry and consumer attitudes towards meat. **Meat Science**, v.63, p. 79-88, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00059-1)

GARRIDO, J. PEDAUYK, S. BACON, M. LOPEZ, J. LAENCINA. On-line methods for pork quality detection. **Food Control**, v. 6, p.111-113, 1995.

[HTTPS://DOI.ORG/10.1016/0956-7135\(95\)98915-N](https://doi.org/10.1016/0956-7135(95)98915-N)

GESSNER, D. K.; RINGSEIS, ROBERT; EDER, KLAUS. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, v. 101, p. 605-628, 2017.

<https://doi.org/10.1111/jpn.12579>

GHEISAR, M.; HOSSEINDOUST, A.; KIM, I. H. Evaluating the effect of microencapsulated blends of organic acids and essential oils in broiler chickens diet. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 24, n. 4, p. 511-519, 2015.

<https://doi.org/10.3382/japr/pfv063>

GIANNENAS, I. Dietary oregano essential oil supplementation on performance of broilers challenged with *Eimeria tenella*. **Archives of Animal Nutrition**, v. 57, p. 99-106, 2003. <https://doi.org/10.1080/0003942031000107299>

GILL, A. O.; HOLLEY, R. A. Disruption of Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Lactobacillus sakei cellular membranes by plant oil aromatics. **International Journal Of Food Microbiology**, v. 108, n. 1, p. 1-9, 2006.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.10.009>

GILL, A. O.; HOLLEY, R.A. Mechanisms of bactericidal action of cinnamaldehyde against Listeria monocytogenes and of eugenol against L. monocytogenes and Lactobacillus sakei. **Applied And Environmental Microbiology**, v. 70, n. 10, p. 5750-5755, 2004. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.10.5750-5755.2004>

GISPERT, L. FAUCITANO, M.A. OLIVER, M.D. GUÀRDIA, C. COLL, K. SIGGENS. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, v.55, p. 97-106, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00130-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00130-8)

GRELA ER, PIETRZAK K, SOBOLEWSKA S, WITKOWSKI P. Effect of inulin and garlic supplementation in pig diets. **Annals of Animal Science**, v.13, p. 63-71, 2013.

<https://doi.org/10.2478/v10220-012-0059-6>

HAMILTON, M. ELLIS, K.D. MILLER, F.K. MCKEITH, D.F. PARRETT. The effect of the halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2862-2867, 2000.

<https://doi.org/10.2527/2000.78112862x>

HAO H, CHENG G, IQBAL Z, AI X, HUSSAIN HI, HUANG L, DAI M, WANG Y, LIU Z, YUAN ZH. Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. **Frontiers in Microbiology**, v.5, p. 1-11, 2014.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00288>

HASHEMI, S.R.; DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Veterinary Research Communications**, v.35, p.169–180, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2>



HAYA, M.; VULIN, A.; GÉNIN, S.; SALES, P.; PRUNIER, A. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. **Applied Animal Behaviour Science**, v.82, p. 201-218, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00059-5)

HENCHION, M. MCCARTHY, V.C. RESCONI, D. TROY. Meat consumption: Trends and quality matters. **Meat Science**, v. 98, p. 561-568, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>

HENNESSY, D. P. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, Collingwood, v.79, p. 2524-2535, 2001. <https://doi.org/10.2527/2001.79102524x>

HOLDEN PJ, MCKEAN J, FRANZENBURG E. Biotechnicals for pigs-garlic (ASLR1559). **Swine Research Report**. Iowa State University, Ames, 1998.

HOSSEINZADEH, H.; NASSIRI-ASL, M. Pharmacological effects of *Glycyrrhiza* spp. and its bioactive constituents: Update and review. **Phytotherapy Research**, v.29, p.1868– 1886, 2015. <https://doi.org/10.1002/ptr.5487>

IRGANG, R. Raças e linhagens na produção de suínos. In: ABCS - Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília, DF, p.51-59, 2014.

JAMROZ, D., WILICZKIEWICZ, A., WERTELECKI, T., ORDA, J., SKORUPIŃSKA, J. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. **British Poultry Science**, v.46, p.485-493, 2005. <https://doi.org/10.1080/00071660500191056>

JAYAPRAKASHA, GK RAO, LJM Química, Biogênese e Atividades Biológicas de *Cinnamomum zeylanicum*. **Food Science. Nutrition**, v.51, p.547-562, 2011. <https://doi.org/10.1080/10408391003699550>

JIANG, S. T. Contribution of muscle proteinases to meat tenderization. National Science Council, part B - **Life Science**, v. 22, p. 97-107, 1998.

JOSELL, G. VON SETH, E. TORNBORG. Sensory quality and the incidence of PSE of pork in relation to crossbreed and RN phenotype. **Meat Science**, v. 65, p. 651-660, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00268-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00268-1)

KAMRUZZAMAN, Y. MAKINO, S. OSHITA. Hyperspectral Imaging for Real-Time Monitoring of Water Holding Capacity in Red Meat. **Food Science and Technology**, v. 66, p. 685-691, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.021>

KIM, B.G., PETERSEN, G. I., HINSON, R. B., ALLEE, G. L., STEIN, H. H. Amino acid digestibility and energy concentration in a novel source of high-protein distillers dried grains and their effects on growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, v.87, p.4013-4021, 2009. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2060>



KIM, H.K. Garlic supplementation ameliorates UV-induced photoaging in hairless mice by regulating antioxidative activity and MMPs expression. **Molecules**, v. 21, p.70, 2016. <https://doi.org/10.3390/molecules21010070>

KIM, J.D; ABUEL, S. J.; SHIM, K.S. Effects of feed additive as an alternative for antibiotics on growth performance and feed cost in growing-finishing pigs. **Korean Journal of Organic Agriculture**, v. 18, n. 2, p. 233-244, 2010.

KNARREBORG, A., LAURIDSEN, C., ENGBERG, R. M., JENSEN, S. K. Dietary antibiotic growth promoters enhance the bioavailability of  $\alpha$ -tocopheryl acetate in broilers by altering lipid absorption. **The Journal of Nutrition**, v.134, p.1487-1492, 2004. <https://doi.org/10.1093/jn/134.6.1487>

KOMMERA SK, MATEO RD, NEHER FJ, KIM SW. Fitobióticos e ácidos orgânicos como potenciais alternativas ao uso de antibióticos em dietas de suínos de creche. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, p. 1784, 2006.

KROISMAY, A.; STEINER, T.; ZHANG, C. Influence of a phytogenic feed additive on performance of weaner piglets. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 329, 2006.

KUMAR M, KUMAR V, ROY D, KUSHWAHA R, VAISWANI S. Aplicação de aditivos alimentares à base de plantas na nutrição animal-uma revisão. **International Journal of Innovative Science and Research**, v. 4, p. 1-8, 2014.

LATORRE, M. A. Effect of Sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. **Meat Science**, v.65, p. 1369-1377, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00059-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00059-7)

LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D. G. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.526-533, 2004. <https://doi.org/10.2527/2004.822526x>

LE ROY, P.; ELSEN, J.M.; CARITEZ, J.C.; TALMANT, A.; JUIN, H.; SELIER, P.; MONIN, G. Comparison between the three porcine RN genotypes for grown, carcass composition and meat quality traits. **Genetics Selections Evolution**, v.32, p.165-186, 2000. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-32-2-165>

LEE JW, DY KIL, BD KEEVER, J. KILLEFER, FK MCKEITH, RC SULABO, HH STEIN. Carcass fat quality of pigs is not improved by adding corn germ, beef tallow, palm kernel oil, or glycerol to finishing diets containing distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v.91, p. 2426- 2437, 2013. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5328>

LEE, J.H. CHOE, Y.M. CHOI, K.C. JUNG, M.S. RHEE, K.C. HONG, S.K. LEE, Y.C. RYU, B.C. KIM. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. **Meat Science**, v. 90, p. 284 -291, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.07.012>

LEE, K.W; EVERTS, H.; BEYNEN, A. C. Essential oils in broiler nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 12, p. 738-752, 2004. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.738.752>

LOWE, B.K, M.F. OVERHOLT, G.D. GERLEMANN, S.N. CARR, P.J. RINCKER, A.L. SCHROEDER, D.B. PETRY, F.K. MCKEITH, G.L. ALLEE, A.C. DILGER. Ham and belly processing characteristics of immunological castrated barrows (Improvest) fed ractopamine hydrochloride (Paylean). **Meat Science**, v. 112, p.103-109, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.019>

LOWELL, E.D. SCHUNKE, B.N. HARSH, E.E. BRYAN, C.A. STAHL, A.C. DILGER, D.D. BOLER. Growth performance, carcass characteristics, fresh belly quality, and commercial bacon slicing yields of growing-finishing pigs from sire lines intended for different industry applications. **Meat Science**, v. 154, p. 96-108, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.010>

LUDTKE, C.; CIOCCA, J. R.; COSTA, O. D.; COSTA, F. A. Transporte de suínos: fundamentos, técnicas e aspectos críticos. **Produção de suínos teoria e prática**. 1.ed. Brasília: ABCS. cap. 16.10, p.747-757, 2014.

MACPHERSON LJ, GEIERSTANGER BH, VISWANATH V, BANDELL M, EID SR, HWANG S, PATAPOUTIAN A. The pungency of garlic: activation of TRPA1 and TRPV1 in response to allicin. **Current Biology**, v.15, p.929-934, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.04.018>

MAGANHINI, M. B. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 69-72, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500012>

MARITA RUUSUNEN, EERO PUOLANNE, MARJA-LIISA SEVON-AIMONEN, KIRSI PARTANEN, LIISA VOUTILA, JARKKO NIEMI. Carcass and meat quality traits of four different pig crosses. **Meat Science**, v.90, p. 543-547, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.010>

MARQUES, M.S. LOPES, E.F. KNOL, P.S. LOPES. Genetic parameters for semen quality and quantity traits in five pig lines. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 4251- 4259, 2017. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1683>

MARTINS, A. **Influência da ractopamina adicionada à dieta de suínos machos e fêmeas e da imunocastração de machos nas características e composição física das carcaças**. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, p. 84, 2012.

MIAR, G.S. PLASTOW, S.S. MOORE, G. MANAFIAZAR, P. CHARAGU, R.A. KEMP, Z. WANG. Genetic and phenotypic parameters for carcass and meat quality traits in commercial crossbred pigs. **Journal of Animal Science**, v. 92, v.7, p. 2869-2884, 2014. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7685>

MOTE, E.; ROTHSCCHILD. M. Modern genetic and genomic improvement of the pig. **Animal Agriculture, Academic Press**, v. 14, p. 249-262, 2020.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00014-8>

MUELLER-HARVEY, I. Desvendando o enigma dos taninos na nutrição e saúde animal. **Journal of Science**, v. 86, p.2010-2037, 2006.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.2577>

MURRAY, W. ROBERTSON, F. NATTRESS, A. FORTIN. Effect of pre-slaughter overnight feed withdrawal on pig carcass and muscle quality. Can. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 89-97, 2001. <https://doi.org/10.4141/A99-129>

NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. National Pork Quality Solutions Team. Pork quality targets. Des Moines: **National Pork Board**, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of swine (11th revised edition), **National Academies Press**, Washington, DC, USA, 2009.

NDOU, V. MUCHENJE, M. CHIMONYO. Animal welfare in multipurpose cattle production systems and its implications on beef quality. **African Journal of Biotechnology**, v.10, p.1049-1064, 2011.

NEILL, C.R.; NELSEN, J.L.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; DEROUCHÉY, J.M.; DRITZ, S.S.; GROESBECK, C.N.; BROWN, R.B. Effects of oregano oil on growth performance of nursery pigs. **Journal of Swine Health Production**, v.14, p. 312-316, 2006.

OJEU. EC 1831/2003 of the European Parliament and Council of 22 September 2003 on Additives for Use in Animal Nutrition. **Official Journal of the European Communities**, p. L268/36 in OJEU, 2003.

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.

<https://doi.org/10.2527/2003.8181959x>

OLSSON V, PICKOVA J. The influence of production systems on meat quality, with emphasis on pork. **AMBIO**, v. 34, p. 338-343, 2005.

[HTTPS://DOI.ORG/10.1579/0044-7447-34.4.338](https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.4.338)

OMOJOLA AB, FAGBUARO SS, AYENI AA. Cholesterol content, physical and sensory properties of pork from pigs fed varying levels of dietary garlic (*Allium sativum*). **World Applied Sciences Journal**, v. 6, p.971-975, 2006.

OMONIJO, F. A., NI, L., GONG, J., WANG, Q., LAHAYE, L., YANG, C. (2018). Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. **Animal Nutrition**, v.24, p.126-136, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.001>

PRADO, T.D.; COSTA, C.D.A.; AMARAL, A.S.Z.; TREICHEL, T.L. Nylon clamps for orchietomy hemostasis in swines. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, p.1-9, 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-45746>

PURCHAS, A.G. SILVA SOBRINHO, D.J. GARRICK, K.I. LOWE. Effects of age at slaughter and sire genotype on fatness, muscularity, and the quality of meat from ram lambs born to Romney ewes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 45, p. 77-86, 2002. <https://doi.org/10.1080/00288233.2002.9513496>

PUVACA, N.; STANACEV, V.; GLAMOCIC, D.; LEVICC, J.; PERIC, L.; STANACEV, V.; MILIC, D. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 69, p. 27-34, 2013. <https://doi.org/10.54865/mjas1331069s>

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 599, 2007.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. (Eds.). **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 472p, 2017.

RANDRIANARIVELO, R.; DANTHU, P.; BENOIT, C.; RUEZ, P.; AHERIMANDIMBY, M.; STARTER, S. Novel alternative to antibiotics in shrimp hatchery: Effects of the essential oil of *Cinnamosma fragrans* on survival and bacterial concentration of *Penaeus monodon* larvae. **Journal of Applied Microbiology**, v.109, p. 642–650, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04694.x>

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, J.K. Factors of significance for pork quality—a review. **Meat Science**, v. 64, p. 219-237, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00186-9)

RUUSUNEN, M, EERO PUOLANNE, MARJA-LIISA SEVON-AIMONEN, KIRSI PARTANEN, LIISA VOUTILA, JARKKO NIEMI. Carcass and meat quality traits of four different pig crosses. **Meat Science**, v.90, p. 543-547, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.010>

RYU, Y.M. CHOI, S.H. LEE, H.G. SHIN, J.H. CHOE, J.M. KIM. Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. **Meat Science**, v. 80, p. 363-369, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.020>

SALEHIA B, ZUCCAB P, ORHANC IE, AZZINID E, ADETUNJIE CO, MOHAMMEDF SA, BANERJEEF SK, SHAROPOVG F, RIGANOH D, SHARIFI-RADI J, ARMSTRONGJ L, MARTORELLK M, SUREDAL A, MARTINSM N, SELAMOGLUO Z, AHMAD Z. Allicin and health: a comprehensive review. **Trends in Food Science Technology**, v. 86, p.502-516, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.003>

SANTIAGO, J.C.; CALDARA, F.R.; SANTOS, V.M.O.; SENO, L.O.; GARCIA. R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.64, p.1739-1746, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000600045>

SANTOS, R. C., REIS, J. G. M., MACHADO, S. T., JORDAN, R. A., OLIVEIRA, R. V. & MOURA, G. B. Perdas econômicas decorrentes do transporte de suínos em Mato Grosso do Sul: Estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 1682-1697, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902016000900006>

SANTOS, R.K.S.; CALDARA, F.R.; MOI, M.; SANTOS, L.S.; NÄÄS, I.A.; FOPPA, L.; GARCIA, R.G.; BORQUIS, R.R.A. Behavior of immunocastrated pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, p.540-545, 2016.

SARCINELLI, M. F. Características da carne suína. **Boletim Técnico Universidade Federal do Espírito Santo**, Espírito Santo, 2007.

SCHINCKEL, A. P.; EINSTEIN, M. E. Concepts of pig growth and composition. Disponível em: < <http://www.ansc.purdue.edu>>.

SEE, M. T.; ARMSTRONG, T. A.; WELDON, W. C. Effect of ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2474-2480, 2004. <https://doi.org/10.2527/2004.8282474x>

SELLIER, P.; MONIN, G. Genetics of pig meat quality: a review. **Journal of Muscle Foods**, v.5, p. 187-219, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1994.tb00530.x>

SHEN, H. LEI, S. ZHANG, X. LI, M. LI, X. JIANG, L. ZHU. Comparison of energy metabolism and meat quality among three pig breeds. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 770-779, 2014. <https://doi.org/10.1111/asj.12207>

SILVEIRA, E. T. F. **Inovações tecnológicas aplicadas na suinocultura e suas implicações na industrialização da carne**. Ractopamina e imunocastração e seus efeitos na qualidade de carcaça e carne. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, São Pedro, p.131-143, 2011.

S. L. Retention of vitamin b-6, thiamin, vitamin e, and selenium in grilled boneless pork chops prepared at five grill temperatures. **Journal of Food Quality**, v. 21, p. 201- 210, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1998.tb00516.x>

STELTER, K.; FRAHM, J.; PAULSEN, J.; BERK, A.; KLEINWÄCHTER, M.; SELMAR, D.; DANICKE, S. Effects of oregano on performance and immunomodulating factors in weaned piglets. **Archives of Animal Nutrition**, v. 67, p. 461-476, 2013. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2013.858897>

SUZUKI, K. et al. Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. **Meat Science**, v. 64, p. 35-42, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00134-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00134-1)

TAJODINI, M.; SAEEDI, H. R.; MOGHBELI, P. Use of black pepper, cinnamon and turmeric as feed additives in the poultry industry. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, p. 175-183, 2015. <https://doi.org/10.1017/S0043933915000148>

- TAPIERO H, TOWNSEND DM, TEW KD. Organosulfur compounds from alliaceae in the prevention of human pathologies. *Biomedicine Pharmacotherapy*, v.58, p.183-193, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2004.01.004>
- TOLDRÁ, F.; FLORES, M. The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*, v.69, p.387-395, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00052-2)
- TOLDRÁ, F.; REIG, M. Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology*, v. 22, p. 517- 522, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08.007>
- TOMOVIĆ, M. JOKANOVIĆ, B. SOJIC, S. SKALJAC, T. TASIC, P. IKONIC. Minerals in pork meat and edible offal. *Procedia Food Science*, v. 5, p. 293-295, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.083>
- UNRUH, J. A.; FRIESEN, K.G.; STUEWE, S.R. et al. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of Animal Science*, v. 74, p. 1274-1283, 1996. <https://doi.org/10.2527/1996.7461274x>
- USDA. Department of Agriculture. **United States USDA national nutrient database for standard reference**. Release 28. Washington, DC, 2018.
- VEHOVSKÝ, K. ZADINOVÁ, R. STUPKA, J. ČÍTEK, N. LEBEDOVÁ, M. OKROUHLÁ. Fatty acid composition in pork fat: De-novo synthesis, fatty acid sources and influencing factors-a review. *Agronomy Research*, v.16, p. 2211-2228, 2018.
- VIVANCO O. **Evaluación comparativa entre dos tipos de piso (Concreto Rígido y Piso de rejilla o Slats de Hormigón), en el engorde de cerdos**. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniera en Administración y Producción Agropecuaria; 2015.
- WARNER R.D., P.L. GREENWOOD, D.W. PETHICK, D.M. FERGUSON. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*, v. 86, p. 171-183, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.042>
- WARRISS, P. D. et al. Eating quality of meat from pigs given the beta-adrenergic agonist salbutamol. *Meat Science*, v. 30, p. 75-80, 1991. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(91\)90036-P](https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90036-P)
- WEILER, M. BONNEAU. Why it is so difficult to end surgical castration of boars in Europe: Pros and cons of alternatives to piglet castration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, p.6, 2009.
- WENDAKOON, M. S. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. *Jornal of Food Protection*, v.58 p.280-283, 1995. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.3.280>



WU, N.; WANG, X.C. Identification of important odorants derived from phosphatidylethanolamine species in steamed male *Eriocheir sinensis* hepatopancreas in model systems. **Food Chemistry**, v. 286, p. 491- 499, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.201>

YAN, L., MENG, Q. W., KIM, I. H. Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and meat quality in growing-finishing pigs. **Animal Science Journal**, v.83, p.411-417, 2012. <https://doi.org/10.3390/pathogens4010137>

YANG, C., CHOWDHURY, M. K., HOU, Y., GONG, J. Phytogetic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. **Pathogens**, v.4, p.137-156, 2019. <https://doi.org/10.1017/S0043933909000087>

YANG, YING; IJI, P. A.; CHOCT, Mingan. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. **World's Poultry Science Journal**, v. 65, p. 97-114, 2009. <https://doi.org/10.1017/S0043933909000087>

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

ZAMARATSKAIA, G., ANDERSSON, H. K., CHEN, G. ANDERSSON, K., MADEJ, A., LUNDSTRÖM, K. 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, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00914.x>

ZENG, X. Y.; TURKSTRA, J. A.; JONGBLOED, A. W.; DIEPEN VAN, J. TH. M.; MELOEN, R. H.; OONK, H. B.; GUO, D. Z.; WIEL VAN, D. F. M. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high- and lowenergy diets. **Livestock Production Science**, v.77, p.1-11, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00024-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00024-6)

ZENG, Z. ZHANG, S., WANG, H., PIAO, X. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.6, p.7, 2015. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0004-5>

ZENG, Z.; XU, X.; ZHANG, Q.; LI, P.; ZHAO, P.; LI, Q.; LIU, J.; PIAO, X Effects of essential oil supplementation of a low-energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs. **Animal Science Journal**, v. 86, p. 279-285, 2015. <https://doi.org/10.1111/asj.12277>

ZHENG, M.-Y. HAN, H.-J. YANG, X.-L. XU, G.-H. ZHOU. The effect of pressure-assisted heating on the water holding capacity of chicken batters. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 280-286, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.011>

## **CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DA LINHAGEM GENÉTICA E CATEGORIA SEXUAL NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

### **1 INTRODUÇÃO**

A qualidade da carne é um fator importante que afeta a forma como a carne suína pode ser utilizada. Ao escolher a melhor estratégia de criação animal, é importante reconhecer que as características de qualidade da carne podem depender da genética envolvida (RUUSUNEN, 2012). O genótipo do suíno é um dos principais fatores que determinam a composição e o valor da carcaça. Apesar do grande número de raças de suínos, a maior parte da indústria comercial de suínos usa principalmente um número limitado de raças em cruzamentos para se beneficiar dos efeitos da heterose em importantes características econômicas (MOTE & ROTHSCHILD, 2020).

O genótipo é um dos principais fatores que determinam as características do tecido muscular e, conseqüentemente, as propriedades organolépticas da carne suína. Os principais genes que são conhecidos por prejudicar a qualidade da carne são o gene halotano e o gene RN. O alelo desfavorável no gene halotano foi gradualmente eliminado na maioria das linhagens de raças de suínos afetadas (por exemplo, Pietrain, Landrace). O RN<sup>-</sup> desfavorável foi eliminado principalmente da raça Hampshire (CIOBANU et al., 2011). O uso da raça Duroc é reconhecido por melhorar a qualidade sensorial da carne suína, principalmente a maciez devido ao alto teor de gordura intramuscular, embora o teor de gordura intramuscular também varie entre as linhagens Duroc (SCHWOB et al., 2020).

Entre os fatores relacionados aos animais que determinam o valor comercial da carcaça, a categoria sexual desempenha um papel importante. Está bem estabelecido que machos inteiros são os mais magros, seguidos por fêmeas e machos castrados (PAULY et al., 2012, TREFAN et al., 2013). A castração cirúrgica de leitões machos tem sido vista como uma questão de bem-estar animal em muitas partes do mundo. Enquanto a produção de machos inteiros está sendo promovida, existe um risco real de sabor indesejável em cortes de carne de machos inteiros, que são então fortemente desvalorizados (BEE et al., 2015).



As propriedades organolépticas ou sensoriais da carne suína incluem os atributos que os consumidores percebem com seus sentidos, incluindo aparência (cor, marmoreio), textura (maciez, suculência) e sabor (aroma e sabor). Essas propriedades são resultado de uma complexa interação de fatores relacionados ao próprio animal e suas condições de criação, manuseio pré e post-mortem (transporte, abate), condições de refrigeração e envelhecimento da carne e modo de preparo/cozimento da carne (LEBRET & ČANDEK-POTOKAR, 2022).

A qualidade da carne suína é influenciada pela interação de muitos fatores ao longo da cadeia de produção e preparação da carne suína, incluindo genótipo do suíno, categoria sexual, nutrição, condições de criação etc. Sabendo dos diversos fatores que influenciam a qualidade e composição da carne suína, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de três diferentes cruzamentos genéticos de suínos e de suas categorias sexuais (machos castrados cirurgicamente e fêmeas) sobre as características de carcaça e atributos físico-químicos do lombo e barriga suína.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi realizado na cidade de Patos de Minas – Minas Gerais, com temperatura média anual de 21,5 °C (INMET, 2021), aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, sob o número de protocolo 130/21.

Os animais foram abatidos no frigorífico SUINCO – Cooperativa de Suinocultores LTDA, com média diária de abate de 2000 suínos, registrado no Serviço de Inspeção Federal, habilitado para exportar para 18 países atualmente. O abate e todos os procedimentos de produção foram regidos de acordo com as normas da empresa e as legislações vigentes:

- Decreto Nº 9.013 de 29 de março de 2017, alterado pelo Decreto Nº 10.468, de 18 de agosto de 2020 - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal;
- Portaria Nº 711, de 1º de novembro de 1995 - Normas Técnicas de Instalações e equipamentos para abate e Industrialização de suínos.
- Instrução Normativa Nº 3, de 17 de janeiro de 2000 – Regulamento Técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue.

- Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de elaboração para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos.
- BRITISH RETAIL CONSORLIUM (Consórcio Britânico de Varejo). Norma Global de Segurança Alimentar BRC Standards.

## 2.1 Seleção e Manejo dos Animais

O estudo foi realizado com suínos de mesma idade, abatidos aos 164 dias de vida, provenientes de três cruzamentos genéticos e de três granjas comerciais diferentes (Tabela 1). Foram utilizados programas nutricionais e rações formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017). O peso vivo dos animais variou de 110 a 120kg e a distância das granjas até o frigorífico variou de 65 km a 80km.

O jejum pré-abate foi padronizado para todos, sendo a ração cortada 20 horas antes do horário programado para abate. Em ambas as granjas, foram utilizados caminhões de transportes semelhantes e os suínos foram transportados com densidade de 235 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabela 1:** Cruzamentos utilizados

Granjas/ Lotes	Cruzamentos		Distância até o frigorífico
	Linha fêmea	Linha Macho	
1	Landrace e Large White	Duroc e Pietran	65 km
2	Landrace, Meishan, Xia Jing, Hampshire, Pietran e Large White	Hampshire, Large White, Duroc e Pietran	80 km
3	Landrace e Large White	Duroc	80 km

Após a chegada no frigorífico, os animais de cada granja/lote foram descarregados a partir das 19:00h do dia que antecedeu o abate. Antes de serem desembarcados, o veículo foi pesado com os animais em balança rodoviária. O processo de descida dos animais do veículo seguiu todas as normas de bem-estar animal, sendo que no presente frigorífico, foi utilizado o ar comprimido e chocalhos de vidro pet, para auxiliar o descarregamento dos suínos. Durante o descarregamento, os suínos foram contados e marcados no dorso através de marcador com pregos, constando a data do abate e a marca do produtor. Após o descarregamento, os suínos

foram alojados nas pocilgas de espera, com capacidade para até 100 suínos cada, ou 1:1, com água à vontade. Os suínos depois de acomodados nas pocilgas, foram lavados com água com baixa pressão e após, os aspersores ficaram ligados com água clorada até a sua saída para o abate.

## 2.2 Abate e Obtenção das carcaças

No dia do abate, foram selecionados aleatoriamente dez animais de cada categoria sexual (o mais próximo da média de peso de cada cruzamento genético) de cada granja/lote dos animais destinados ao estudo.

Os abates iniciaram às 07h30min do dia seguinte ao descarregamento, totalizando aproximadamente 22h30min de jejum para cada granja/lote. Os animais selecionados de cada granja/lote foram os primeiros a serem abatidos, sendo encaminhados para o lavador com água hiperclorada a 3 ppm para banho de 3 minutos, sendo que o lavador é dividido em dois lados iguais, entrando para abate cada granja/lote separadamente, sem risco de misturas de lotes. Após, os mesmos foram encaminhados para o *restrainer* com auxílio do uso de chocalho de vidro pet e ar comprimido. Os animais foram insensibilizados com insensibilizador de três pontos, com amperagem mínima de 1,25 ampères, frequência acima de 100Hz e voltagem de 300 volts, por no máximo 5 segundos cada animal. Após a insensibilização, os suínos foram submetidos à sangria dentro do período máximo de 30 segundos.

Após todas as etapas de abate realizadas, no final da linha de abate, as carcaças foram pesadas por meio de balança de tental e tipificadas por meio de instrumentação ótica para tipificação eletrônica Hennessy Grading Probe® (Hennessy Grading Systems GP4/BP4, DIDAI), do lado esquerdo de cada carcaça, no músculo *longissimus dorsi*. Os dados utilizados foram: ET (Espessura de toucinho); EM (Espessura de músculo) em milímetros, porcentagem de carne magra e PCQ (Peso da carcaça quente).

As carcaças após tipificadas e pesadas foram encaminhadas para a câmara de resfriamento com temperatura de até  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  e identificadas com fita zebrada e placas, para não ocorrer misturas entre outras carcaças.

As medidas de pH foram realizadas no músculo *longissimus dorsi* (na altura da última costela) 45 minutos após o abate (pH inicial) e depois do período de 24 horas de resfriamento da carcaça a  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  (pH final) (BRIDI; SILVA, 2009). Foi utilizado o

medidor de pH portátil: pH Classic – LineLab calibrado em pH4, pH7 e pH10 a cada 10 carcaças (Figura 1).

Após 24 horas, mensurou-se o comprimento das carcaças através de trena metálica graduada a partir do bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo crânio ventral do Atlas (ABCS, 1973). E por fim, as carcaças foram pesadas novamente, para obtenção da perda de água no resfriamento, através do peso inicial de carcaça quente e peso final de carcaça fria, após a maturação sanitária.

**Figura 1:** Avaliação do pH



Fonte: acervo pessoal

### **2.3 Obtenção dos cortes - Barriga e Lombo**

As carcaças foram encaminhadas para o setor de desossa através de nória, onde foram separadas em grandes cortes (traseiro, dianteiro e corpo). Cada parte foi encaminhada para a sua linha de produção para separação de cortes. O corpo era composto pelo carré e a barriga com costela. Na linha do corpo foi realizada a separação das partes (carré, costela e barriga). Após a retirada das costelas obteve-se a barriga e após a retirada da suã obteve-se o lombo. Os dois cortes foram acondicionados em caixotes de aço inox individuais, sendo separados de acordo com os tratamentos experimentais e categorias sexuais (foram usadas apenas o corte do lado esquerdo de cada carcaça do estudo).

Para não interferir na rotina de atividades do frigorífico, todos os cortes utilizados foram retirados da linha de produção e acondicionados em caixotes de aço

inox, sendo embalados com o número referente a sua carcaça, para posterior análises e testes (Figura 2).

**Figura 2:** Obtenção da barriga e lombo



Fonte: acervo pessoal

## **2.4 Análises específicas para a barriga suína**

### **2.4.1 Teste de Flexibilidade**

Após desossa e obtenção das barrigas, as mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e dependurados em gaiola, sendo acondicionadas novamente em câmara fria com temperatura de  $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Esse procedimento foi realizado para simular o processo de produção de bacon, uma vez que, para a fabricação do bacon na indústria, a industrialização da barriga é realizada dois dias após o abate (Figura 3).

**Figura 3:** Barrigas identificadas e dependuradas na gaiola



Fonte: acervo pessoal

Cada barriga teve a sua flexibilidade quantificada através do teste de flexibilidade descrito por (RENTFROW et al., 2003). Foi colocado um tubo de cloreto de polivinila (PVC) de 7,5 cm de diâmetro fixo em uma superfície vertical e cada barriga foi acondicionada sobre o tubo, para medir a distância entre as extremidades caudal (medida externa) e cranial (medida interna) da barriga suspensa (RENTFROW et al., 2003) e seus resultados registrados (Figura 4).

**Figura 4:** Mensuração da flexibilidade da barriga



Fonte: acervo pessoal

### 2.4.2 Pesagem, medidas dimensionais e espessura das barrigas

Cada barriga foi pesada individualmente em balança calibrada para até 300 kg e seu peso registrado de acordo com a sua identificação (Figura 5).

**Figura 5:** Pesagem das barrigas



Fonte: acervo pessoal

Após a pesagem, foi realizada a mensuração de cada barriga utilizando fita milimétrica, sendo duas medidas em seu comprimento e duas medidas em cada bordo para se obter a largura. As quatro medidas foram realizadas sequencialmente para se obter a média de comprimento e a média de largura de cada barriga.

A espessura da barriga foi medida logo após os passos anteriores, sendo utilizado uma ponteira de aço inoxidável de 15,7 cm. Em cada barriga foi colocado um molde com 6 pontos padronizados e a ponteira era inserida na barriga. As medidas obtidas foram anotadas para se obter a média posterior da espessura de cada barriga (Figura 6).

**Figura 6:** Medida de espessura das barrigas



Fonte: acervo pessoal

## 2.5 Análise específica para o lombo suíno

### 2.5.1 Classificação do músculo *Longissimus dorsi* de acordo com o Sistema japonês

Após a retirada da suã, o lombo foi acondicionado em embalagem identificada e acondicionado em caixas plásticas para posteriores análises (Figura 7). Foram retirados fragmentos de todos os lombos, sendo aproximadamente 300 gramas de cada, para análises e testes no laboratório.

**Figura 7:** Amostras de lombo acondicionadas e identificadas



Fonte: acervo pessoal



As amostras foram retiradas, identificadas e acondicionadas em caixa de isopor com gelo artificial reutilizável composto por termo gel até o Laboratório Instrumental de Alimentos, localizado na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.

O padrão japonês da cor consiste em uma estrutura de resina plástica contendo seis modelos (escores) graduados de cores *JPSC* (*Japanese Pork Color Stander*) que variam desde o tom muito pálido até o vermelho – escuro. O *JPSC* é utilizado como um teste internacional para avaliação da cor da carne a ser exportada para o Japão, sendo que os escores 3,4 e 5 são geralmente desejados no mercado japonês (GUNAWARDENA et al., 2011). As amostras foram analisadas no mesmo dia em que chegaram ao laboratório, sendo retiradas uma a uma de cada embalagem, colocada a amostra em recipiente com fundo preto para análise do padrão de cor *JPSC* e anotado o escore para cada amostra (Figura 8).

**Figura 8:** Avaliação do padrão de cor do lombo segundo o padrão japonês



Fonte: acervo pessoal

## 2.6 Análises em comum para o lombo e barriga suína

### 2.6.1 Análise da cor instrumental

Após a realização das análises anteriores nos cortes de barriga e lombo, foram retiradas amostras para análise de cor e textura, sendo aproximadamente 300 gramas de cada barriga e 300 gramas de cada lombo. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas identificadas e resfriadas a uma temperatura de até 7° C. As amostras foram encaminhadas no mesmo dia após a desossa no frigorífico ao Laboratório Instrumental de Alimentos, localizado na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas. Todas as amostras de barrigas e todos os lombos foram analisados na cor instrumental.

Para a avaliação da cor no sistema CIELab\*, foi realizado utilizando colorímetro Minolta (modelo CR-400), com iluminante D65 e ângulo de 10° calibrado com padrão branco, avaliando os parâmetros L\* (luminosidade), coordenadas de cromaticidade a\* (vermelho-verde) e b\* (amarelo-azul). Cada amostra foi fragmentada em dois pedaços (englobem a área de carne e área de gordura) e colocada no recipiente de fundo negro. Os valores finais para cada parâmetro (L\*, a\* e b\*) foram anotados de acordo com a amostra analisada (Figura 9)

**Figura 9:** Avaliação do padrão de cor no colorímetro Minolta



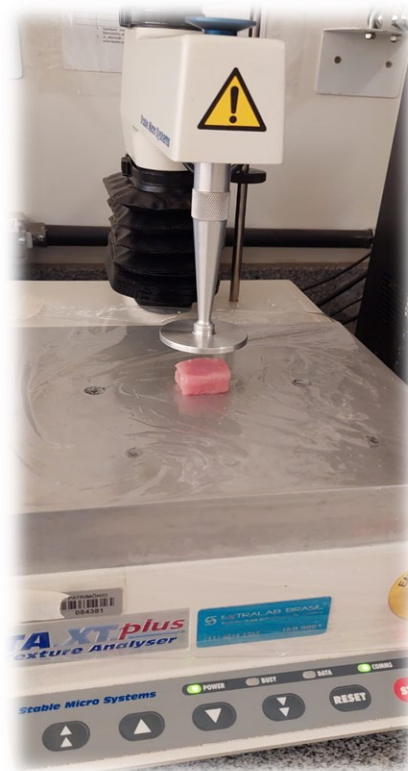
Fonte: acervo pessoal

## 2.6.2 Análise de textura instrumental

### 2.6.2.1 Perfil de textura (TPA)

A análise do perfil de textura (TPA) foi realizado nas amostras utilizando o texturômetro TA-XT2i Stable Micro System. Foram determinadas a dureza, fraturabilidade, elasticidade, adesividade, coesividade e mastigabilidade. Os testes foram conduzidos em todas as amostras de barriga e lombo com dimensões cúbicas de 20 mm em temperatura de refrigeração (até 10° C) (Figura 10). Foi utilizado uma probe cilíndrica de alumínio com 25 mm de diâmetro, macro TPA – AIBCAKE 2, com dois ciclos, sendo 40mm de distância de retorno, 30mm/segundo de velocidade de retorno e 30g de força de contato, adaptado da metodologia de Martinez et al. (2004). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

**Figura 10:** Análise do perfil de textura do lombo



Fonte: acervo pessoal

### 2.6.2.2 Força de cisalhamento

A análise da força de cisalhamento foi realizada nas amostras utilizando o texturômetro TA-XT2i *Stable Micro System*. As amostras de barriga e lombo foram cortadas no formato de placa plana em fatias de 5 cm (comprimento) x 3 cm (largura) x 1,0 cm (espessura). A textura, expressa através da firmeza (N/g) foi determinada pela força de cisalhamento a máxima necessária para o corte das amostras, utilizando a probe *Warner Bratzler Shear Force (WBSP)* com calibração de uma célula de carga de 2 kg usando uma lâmina Warner Bratzler, macro *MEAT FISH – CUTTING HOT DOG*, com um ciclo, sendo 40mm de distância de retorno, 30mm/segundo de velocidade de retorno e 30g de força de contato (Figura 11). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

**Figura 11:** Análise da força de cisalhamento da barriga



Fonte: acervo pessoal

## 2.7 Análises Estatísticas

Os dados foram analisados através do Software R (R Core Team, 2018). Todas as variáveis foram testadas quanto a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk.

Posteriormente, cada uma das variáveis foi submetida a análise de variância (ANOVA), na qual foram testados os efeitos de tratamento, categoria sexual, bem como a sua interação. Os parâmetros que se encontravam dentro da normalidade, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey e foram consideradas significativas quando  $P \leq 0,05$  (pacote Agricolae). Os parâmetros que não atenderam a distribuição normal foram analisados pelo teste não paramétrico de Kuskall-wallis (pacote Agricolae) e as médias comparadas pelo teste post-hoc de Nemenyi.

O peso de carcaça quente e o peso da barriga, bem como o peso de carcaça fria com e o peso da barriga foram analisados através de correlação de Pearson.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **Efeito Genético e da categoria sexual**

Os resultados de tipificação das carcaças encontram-se na Tabela 2. Observou-se que o peso de carcaça quente e fria, bem como o comprimento de carcaça foram maiores ( $p < 0.05$ ) nos animais G2 e G3 em relação ao G1, sendo que a idade de abate foi padrão para todos os grupos avaliados (164 dias). Aspectos não relacionados a genética podem estar envolvidos na definição destes resultados, tais como o perfil sanitário das populações, nutrição, manejo, entre outros, uma vez que cada genética foi proveniente de uma unidade de produção diferente. Apesar dos aspectos particulares de cada granja envolvida no presente estudo, este tipo de avaliação faz-se necessária, tanto no âmbito científico quando regional, uma vez que o Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro representam um importante polo suinícola do Brasil e informações técnicas envolvendo cruzamentos comerciais agregam aos sistemas de produção das cooperativas, dos cooperados e as plantas frigoríficas que processam a carne destes diferentes cruzamentos comerciais. Recentes estudos europeus avaliando cruzamentos comerciais reforçam a importância deste tipo de pesquisa (MARIBO et al., 2018; MARIBO & NIELSEN, 2019; KASPRZYK & BOGUCKA, 2020; ZYBERT et al., 2022).

As diferenças encontradas ( $p < 0.05$ ) em relação ao peso e tamanho das carcaças dos animais de mesma idade de abate, corroboram com os relatos de literatura. RAJ et al. (2010) relataram que os animais Duroc e Hampshire cresceram mais rápido devido a maior ingestão de ração em relação a animais que trazem a genética Pietrain. Mais recentemente, MARIBO et al. (2018) mostraram que o ganho de peso diário do híbrido Duroc na fase de terminação foi 1,059 g/dia contra 0,917 g/dia do cruzamento híbrido Pietrain. MARIBO & NIELSEN (2019) mostraram que os híbridos Duroc apresentaram 1,7 kg a mais no peso de carcaça quente em relação aos híbridos Pietrain abatidos com a mesma idade.

Os resultados de tipificação das carcaças quentes revelaram que a profundidade de lombo foi maior ( $p < 0.05$ ) nas carcaças G1, intermediárias para G3 e menor na G2. Em consonância, a espessura de toucinho foi maior ( $p < 0.05$ ) para os animais G2, intermediárias para G3 e menor na G1. Desta forma, a porcentagem de carne magra, calculada pelo trinômio peso de carcaça quente, profundidade de lombo e espessura de toucinho, foi maior ( $p < 0.05$ ) para os animais da G1 em relação a G2 e G3. Estes resultados estão de acordo com os relatos feitos por MICHALSKA et al. (2014) em que suínos provenientes de cruzamentos Duroc x Pietrain apresentaram menor espessura de toucinho e maior área de olho de lombo em relação a cruzamentos Hampshire x Pietrain e Duroc x Hampshire. CHOI et al. (2014) relataram que os descendentes das linhagens Duroc x F1 tiveram maior espessura de toucinho. Semelhantemente, ZYBERT et al. (2022) relataram maior gordura nos lombos de animais com o mesmo cruzamento comercial de G3 em relação a híbridos Pietrain. De acordo com LATORRE et al. (2008) e AYMERICH et al. (2019), animais com altas taxas de crescimento, como Duroc e Hampshire têm maior ingestão voluntária de alimentos e depositam maiores porcentagens de gordura na carcaça.

**Tabela 2:** Tipificação e características de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Genética			Categoria Sexual		SEM	P valor		
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho		G	CS	G*CS
Peso de Carcaça quente, Kg	75.23 B	85.53 A	87.00 A	80.70	84.33	1.00	<0.01	0.01	<0.01
Peso de Carcaça Fria, Kg	72.70 B	83.46 A	84.86 A	78.65	81.89	1.01	<0.01	0.02	<0.01
Perda de água resfriamento, %	2.82	2.28	2.20	2.30	2.57	0.09	0.36	0.43	0.77
Comprimento de carcaça, cm	85.40 B	90.76 A	89.45 A	88.68	88.33	0.41	<0.01	0.49	0.66
Profundidade de Lombo, mm	70.84 A	64.64 B	68.05 AB	67.52	68.25	0.74	<0.01	0.54	0.21
Espessura de Toucinho, mm	9.35 B	11.10 A	10.51 AB	9.73	10.87	0.27	0.02	0.03	0.64
Carne Magra, %	62.08 A	59.98 B	60.88 B	61.33	60.67	0.21	<0.01	0.11	0.76

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si ( $P < 0.05$ )

Interessantemente, a perda evaporativa de água não foi influenciada ( $p>0.05$ ) pelas linhas genéticas avaliadas. Os resultados encontrados no presente estudo se opõem aos encontrados por VELOSO et al. (2019) que observaram perdas de água de 15% a mais na carne dos híbridos Pietrain em relação aos híbridos Duroc, assim como KOWALSKI et al. (2020) que reportaram 2,41% a mais de perda de água na cocção nos animais com maior porcentagem de inclusão da raça Pietrain. De acordo com DALLA COSTA et al. (2020), o processo de transformação de músculo em carne que se inicia logo após o abate com a carcaça ainda quente, pode resultar em variações entre o rendimento de carcaça fria e influenciar nas perdas evaporativas de água devido à perda de gotejamento. A capacidade de manter a água na carne suína estará estritamente relacionada à sua estrutura histológica e, portanto, ao teor de proteína (HUFF-LONERGAN & LONERGAN, 2005). Apesar de não ter avaliado a composição centesimal no presente estudo, infere-se que os três grupos genéticos possuíam teores de proteína da carne semelhantes.

O pH do lombo aos 45 minutos pós abate foi influenciado pelos fatores estudados, sendo que, maiores valores ( $p<0.05$ ) foram observados para G2 em relação a G1 e G3. A mensuração do pH é utilizada na indústria para avaliar a qualidade da carne. A realização dessas avaliações em duas etapas, 45 min e 24 h após o abate, permite a identificação dos defeitos mais prevalentes, como PSE (pálido, macio, exsudativo) e DFD (escuro, firme, seco) (BREWER et al., 2001; KASPRZYK et al., 2013). No presente estudo, observou-se que os valores de pH 45 minutos após o abate obtidos encontram-se dentro da faixa de classificação 'normal' por apresentarem valores de pH inicial superior a 5,8 (BRIDI & SILVA, 2009).

**Tabela 3:** pH 45 minutos e 24 horas após o abate coletados na região do pernil e do lombo nas carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Genética			Categoria Sexual		SEM	P valor		
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho		G	CS	G*CS
pH Lombo 45 min	6.21 B	6.33 A	6.22 B	6.25	6.25	0.01	<0.01	0.85	0.58
pH Lombo 24 horas	5.91 B	6.11 AB	6.34 A	6.26	5.99	0.05	<0.01	0.06	0.15

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si ( $P < 0.05$ )



Após 24 horas do abate, o pH do lombo foi avaliado novamente, e observou-se maiores valores ( $p < 0.05$ ) das carcaças G3, menores valores das G1, sendo as G2 intermediárias. Estes achados estão consistentes com os reportados por LEYGONIE et al. (2012) e WOJTYSIAK et al. (2016), que demonstraram que a carne de híbridos que contém Pietrain na composição genética possuem grande proporção de fibras glicolíticas e que o menor pH da carne estava associado a uma maior proporção de músculo branco com fibras glicolíticas do que músculos vermelhos ricos em fibras oxidadas.

Na avaliação da cor, observou-se maiores valores de B ( $p < 0.05$ ) na barriga dos animais G1 em relação a G3, que por sua vez foram maiores que G2 (Tabela 4). Estes achados confirmam os relatados por RYBARCZYK et al. (2018), que observaram maiores valores de B em suínos híbridos Pietrain quando comparados a híbridos com maior inclusão da raça Duroc.

Não foram observadas alterações ( $p > 0.05$ ) nos índices L\* e A da barriga, bem como nos índices L\*, A e B avaliados no lombo. Entretanto, no padrão japonês avaliado no lombo, observou-se maiores valores de pontuação de cor ( $p < 0.05$ ) em G2 em relação a G1 e G3. A diferença entre a avaliação visual e instrumental se deve à subjetividade do método visual, que pode ser afetado pelo teor de gordura intramuscular, exsudação da carne e luminosidade do ambiente (BERTOL et al., 2015).

**Tabela 4:** Análise de cor realizada na barriga e lombo de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Categoria					SEM	P valor		
	Genética			Sexual			G	CS	G*CS
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho				
Barriga L*	52.18	49.10	44.48	46.20	50.88	1.89	0.24	0.21	0.46
Barriga a	6.74	5.47	7.31	6.19	6.84	0.41	0.15	0.52	0.82
Barriga b	5.41 A	2.00 C	3.95 B	3.49	4.13	0.65	<0.01	0.96	0.92
Lombo L*	40.69	41.19	39.50	40.90	40.01	1.11	0.82	0.69	0.79
Lombo a	6.04	5.44	5.41	5.73	5.53	0.12	0.07	0.45	0.69
Lombo b	1.55	1.08	0.93	1.09	1.28	0.14	0.18	0.48	0.48
Cor Padrão Japonês do Lombo, pt	2.86 B	3.28 A	2.81 B	3.15	2.81	0.07	<0.01	<0.01	0.65

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si (P < 0.05)

Os resultados de peso, rendimento, flexibilidade e espessura de toucinho da barriga encontram-se na Tabela 5.

**Tabela 5:** Peso, rendimento, flexibilidade e espessura de toucinho da barriga avaliados nas carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Tratamentos			Categoria Sexual		SEM	P valor		
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho		Genética	Sexual	Gen. * C. Sex.
Peso da barriga, kg	4.66 C	5.43 B	6.10 A	5.21	5.58	0.11	<0.01	<0.01	<0.01
Rendimento barriga, %	12.79 B	12.99 B	14.36 A	13.17	13.59	0.16	<0.01	0.09	0.07
ET média barriga, mm	12.21 A	12.03 AB	11.89 B	12.18	11.92	0.05	0.04	0.01	0.18
Ponto 1, mm	10.67	10.85	10.31	10.95	10.27	0.10	0.06	<0.01	0.51
Ponto 2, mm	13.19	13.09	12.95	13.21	12.94	0.07	0.33	0.04	0.17
Ponto 3, mm	13.22 A	12.86 AB	12.70 B	13.06	12.80	0.08	0.02	0.10	0.11
Ponto 4, mm	12.23 A	11.88 B	11.91 B	12.00	12.02	0.06	0.05	0.84	0.98
Ponto 5, mm	11.78	11.77	11.63	11.80	11.66	0.05	0.52	0.24	0.95
Ponto 6, mm	12.16 A	11.77 B	11.87 AB	12.05	11.82	0.07	0.04	0.08	0.08
Comprimento médio barriga, cm	54.59 C	58.88 B	61.50 A	57.85	58.75	0.50	<0.01	0.23	0.61
Comprimento barriga 1, cm	53.22 B	57.42 A	60.00 A	56.31	57.42	0.55	<0.01	0.21	0.36
Comprimento barriga 2, cm	55.95 C	60.33 B	63.00 A	59.40	60.09	0.55	<0.01	0.42	0.22
Largura média barriga, cm	27.27 B	27.80 B	29.84 A	28.50	28.13	0.23	<0.01	0.36	0.07
Largura barriga 1, cm	27.40 B	28.00 B	30.54 A	29.37	27.96	0.31	<0.01	<0.01	0.17
Largura barriga 2, cm	27.13 B	27.61 B	29.13 A	27.62	28.30	0.25	<0.01	0.13	0.09
Flexibilidade Interna	13.84	13.63	12.55	13.09	13.57	0.24	0.06	0.32	0.69
Flexibilidade Externa	19.89 A	19.64 A	18.35 B	19.16	19.41	0.27	0.05	0.66	0.61

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si (P < 0.05)

O peso bruto e o comprimento médio da barriga foram maiores ( $p < 0.05$ ) na G3 em relação a G2, que por sua vez foram maiores que G1. Estes achados corroboram com os encontrados LOWELL et al. (2019) e ELBERT et al. (2020), que observaram que suínos com carcaças mais magras e barrigas mais leves estão associadas a um maior potencial de crescimento muscular. Ademais, BERTOL et al. (2015) observaram correlação do maior peso de barriga com maior peso de abate.

Interessantemente, quando se mensurou o rendimento da barriga em relação ao peso da carcaça fria, as G1 e G2 não diferiram entre si, mas apresentaram aproximadamente 9,5% a menos do rendimento em relação a G3 ( $p < 0.05$ ). A largura média da barriga foi maior ( $p < 0.05$ ) nos animais G3 quando comparadas a G1 e G2. Paralelamente a este resultado, observou-se que a barriga da G3 apresentou menor flexibilidade externa ( $p < 0.05$ ) em relação aos animais G1 e G2. A flexibilidade interna, por sua vez, não apresentou diferenças ( $p > 0.05$ ) entre as genéticas avaliadas. Os animais G3 apresentaram assim, maior potencial para produção de bacon de qualidade, uma vez que, que uma barriga mais firme pode resultar em produção de bacon de maior qualidade SOLADOYE et al. (2015).

Os resultados revelaram maior espessura de toucinho da barriga nos animais G1 e menor na G3, sendo os animais G2 intermediários.

Não foram observadas diferenças ( $p > 0.05$ ) em relação a força de cisalhamento avaliadas na barriga e lombo (Tabela 6). Assim como não foram observados para os fatores dureza, fraturabilidade, flexibilidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência avaliados na barriga (Tabelas 7). Fatores como raça, idade, categoria sexual, estresse e uso de agonistas  $\beta$ -adrenérgicos têm sido descritos na literatura como determinantes da qualidade e textura da carne (LEE et al., 2013, LOWE et al., 2016, LOWELL et al., 2019). Estes fatores por sua vez são determinados pelo desenvolvimento, diâmetro e conteúdo de DNA das fibras musculares (REHFELDT et al., 2005). O número de fibras musculares que determina a capacidade de crescimento pós-natal dos suínos está limitado a fatores genéticos, peso ao nascimento, sexo e fatores nutricionais que determinam a capacidade do músculo para sintetizar proteínas musculares (DWYER et al., 1993; REHFELDT et al., 2005). Além disso, animais de maior taxa de crescimento se caracterizam por carne macia e melhores características de textura como dureza e mastigabilidade (MIGDAŁ

et al., 2020), que pode estar associado também a menor força de cisalhamento, como demonstrado por MIGDAŁ et al., (2020), que observaram uma correlação positiva entre mastigabilidade e força de cisalhamento.

Neste estudo, os resultados da força de cisalhamento para lombo e barriga sugerem que os grupos genéticos G1, G2 e G3 e a categoria sexual possuem as mesmas características. Em contraste com o observado por KIM et al. (2020), que avaliaram a força de cisalhamento comparando a raça duroc, pietrain e o híbrido duroc × pietrain e observaram uma maior força de cisalhamento para os animais híbridos (4.17 e 4.39 vs. 5.23 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente). FLOROWSKI et al., (2006) evidenciaram menor força de cisalhamento e prensagem nos animais da raça duroc quando comparados as raças Pietrain, Polish Landrace, Polish Large White.

Por outro lado, na análise do perfil da textura, a dureza, coesividade, adesividade e flexibilidade são os quatro parâmetros primários e a fraturabilidade, mastigabilidade, gomosidade e resiliência são parâmetros secundários obtidos da curva de TPA (RAMOS & GOMIDE, 2017). Entre estas características, foi observada uma menor ( $P < 0,05$ ) adesividade na barriga do grupo genético G3 e no lombo à adesividade e a flexibilidade foi menor no grupo G1, e a fraturabilidade e gomosidade foi maior no G1.

**Tabela 6:** Análise de força de cisalhamento (FC) realizada na barriga e lombo de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Genética			Categoria Sexual		SEM	P valor		
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho		G	CS	G*CS
FC Lombo, kgf	5.09	5.28	4.55	5.23	4.71	0.21	0.35	0.21	0.83
FC Barriga, kgf	18.35	17.20	18.00	20.53	15.27	1.42	0.47	0.10	0.53

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si ( $P < 0.05$ )

De forma geral, G1 apresentou as piores características da carne, de acordo com o perfil de TPA. A maior dureza e maior adesividade podem estar associadas a uma menor qualidade da carne, e a maior fraturabilidade normalmente é observada em carnes de maior dureza e maior mastigabilidade ou gomosidade (RAMOS &

GOMIDE, 2017). Por outro lado, é importante salientar que os valores de dureza de 4 a 5 kG/cm<sup>2</sup> são típicos para carnes muito macias, enquanto valores acima de 15 kG/cm<sup>2</sup> para carnes muito duras, portanto, as carnes avaliadas em este estudo podem ser descritas como carnes tenras e semi-macias (MIGDAŁ et al., 2020).

A variação nestas características de TPA está diretamente relacionada a idade, tipo de fibras musculares, conteúdo de gordura intramuscular e proteólise post-mortem de proteínas miofibrilares (SOLTANIZADEH et al, 2008; MIGDAŁ et al., 2020). A adesividade e dureza são determinadas pelo componente miofibrilar e quantidade de gordura intracelular (KARLSSON et al. 1999; KARLOVIĆ et al. 2009). As fibras musculares tipo I e II A contém mais gordura intramuscular do que as fibras do tipo II B, isto pode estar relacionado a especificidade metabólica das fibras, pois as fibras tipo I e II A possuem afinidade ao metabolismo oxidativo, enquanto as fibras do tipo B possuem afinidade ao metabolismo glicolítico (KARLSSON et al., 1999). Além disso, o percentual de tipos de fibras musculares difere entre raças, como demonstrado por Gil et al. (2008), ao analisar o perfil das fibras musculares de suínos Large White, Landrace, Duroc, Pietrain e Meishan no peso corporal de 110 kg.

**Tabela 7:** Análise do perfil da textura (TPA) realizada na barriga de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Genética			Categoria Sexual		SEM	P valor		
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho		G	CS	G*CS
Dureza	5.50	5.49	6.05	5.78	5.64	0.15	0.29	0.66	0.14
Fraturabilidade	5.77	5.70	5.27	5.58	5.54	0.13	0.36	0.97	0.45
Adesividade	-40.57 AB	-57.40 B	-38.79 A	-49.46	-40.36	3.08	0.04	0.11	0.80
Flexibilidade	0.65	0.76	0.66	0.70	0.68	0.02	0.07	0.57	0.33
Coesividade	0.54	0.53	0.56	0.57	0.51	0.01	0.69	0.21	0.70
Gomosidade	3.03	2.96	3.47	3.24	3.11	0.10	0.12	0.47	0.08
Mastigabilidade	2.00	2.24	2.26	2.27	2.07	0.09	0.58	0.15	0.06
Resiliência	0.29	0.29	0.36	0.35	0.28	0.01	0.16	0.11	0.51

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si (P < 0.05)

**Tabela 8:** Análise do perfil da textura (TPA) realizada no lombo de carcaças de suínos provenientes de diferentes linhas genéticas e categorias sexuais

Parâmetros	Genética			Categoria Sexual		SEM	P valor		
	G1	G2	G3	Fêmea	Macho		G	CS	G*CS
	Dureza	5.75	5.20	5.53	5.97		5.15	0.18	0.63
Fratrabilidade	6,24 A	4,42 B	6,22 AB	6.59	5.13	0.22	0.03	0.04	0.01
Adesividade	-22.21 A	-47.13 B	-35.11 AB	-33.04	-36.35	2.51	<0.01	0.62	0.11
Flexibilidade	0.73 B	0.88 A	0.83 A	0.78	0.85	0.01	<0.01	0.05	0.08
Coesividade	0.64	0.61	0.62	0.61	0.63	0.01	0.41	0.19	0.94
Gomosidade	3.43 A	0.75 AB	2.16 B	2.30	2.06	0.36	0.01	0.24	0.44
Mastigabilidade	2.63	2.96	2.81	2.85	2.69	0.09	0.39	0.30	0.10
Resiliência	0.41	0.41	0.54	0.40	0.40	0.01	0.53	0.88	0.37
Dureza	5.75	5.20	5.53	5.97	5.15	0.18	0.63	0.04	0.88
Fratrabilidade	6,24 A	4,42 B	6,22 AB	6.59	5.13	0.22	0.03	0.04	0.01

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

G: Genética; CS: Categoria Sexual

A-B As médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem entre si ( $P < 0.05$ )

A variação na análise do perfil da textura associada a categoria sexual pode ser explicada pela influência do gênero nas deposições de proteína e gordura corporal (KIM et al., 2020). As fêmeas apresentaram maiores valores de dureza, flexibilidade e fraturabilidade, que está associado a menor qualidade da carcaça. Isto pode estar relacionado ao ritmo mais lento que as fêmeas necessitam para alcançar a maturidade fisiológica (LEE et al., 2013), e a diferenças no perfil das fibras musculares, que pode ser influenciado pela raça, sexo, peso corporal, intensidade de alimentação e tipo de músculo (MIGDAŁ et al., 2020).

### Interação entre genética e categoria sexual

Os resultados de peso de carcaça quente, peso de carcaça fria e peso de barriga apresentaram o mesmo comportamento estatístico. Ao comparar as categorias sexuais, observou-se que as fêmeas G1 apresentaram menor peso ( $P < 0,05$ ) de carcaça quente, fria e peso de barriga em relação às fêmeas. Os grupos G2 e G3 não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ) (Tabela 9).

LOWELL et al. (2019) avaliando cruzamentos com Pietrain e a interação com categoria sexual, também observaram maior peso de barriga de suínos machos castrados. A categoria sexual tem um efeito marcante na composição e qualidade das carcaças de suínos e representa em diferenças nas características de crescimento

entre machos castrados e fêmeas (OVERHOLT et al., 2016). Os machos castrados tendem a crescer e atingir a maturidade fisiológica a um ritmo mais rápido do que as fêmeas (LEE et al., 2013), além disso, apresentam maior espessura de toucinho em relação às fêmeas (BOLER et al., 2014; LEE et al., 2013) e no presente estudo, este aspecto evidenciou-se mais nos animais G1.

Comparando os grupos genéticos dentro de cada categoria sexual, observou-se que em fêmeas, os menores ( $P < 0,01$ ) pesos de carcaça quente, carcaça fria e barriga foram observados no grupo G1. Já nos machos, estas variáveis foram maiores ( $P < 0,01$ ) em G3, intermediárias em G2 e menores em G1.

**Tabela 9:** Desdobramento da interação do efeito da linha genética em suínos machos e fêmeas

Variáveis	Fatores	G1	G2	G3
Peso de Carcaça quente, Kg	Fêmea	70.2 B b	85.9 A a	87.6 A a
	Macho	80.2 A b	85.2 A ab	86.4 A a
Peso de Carcaça Fria, Kg	Fêmea	68.1 B b	83.8 A a	84.5 A a
	Macho	77.3 A b	83.1 A ab	85.2 A a
Peso da barriga, kg	Fêmea	4.17 B b	5.65 A a	5.87 A a
	Macho	5.16 A b	5.24 A ab	6.35 A a

G1: Genética 1- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho híbrido Pietrain x Duroc x Pietrain; G2: Genética 2- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea Landrace x Meishan x Xia Jing x Hampshire x Pietrain x Large White com macho híbrido Hampshire x Large White x Duroc x Pietrain; G3: Genética 3- Cevado proveniente do cruzamento comercial de fêmea híbrida Landrace x Large White com macho puro Duroc.

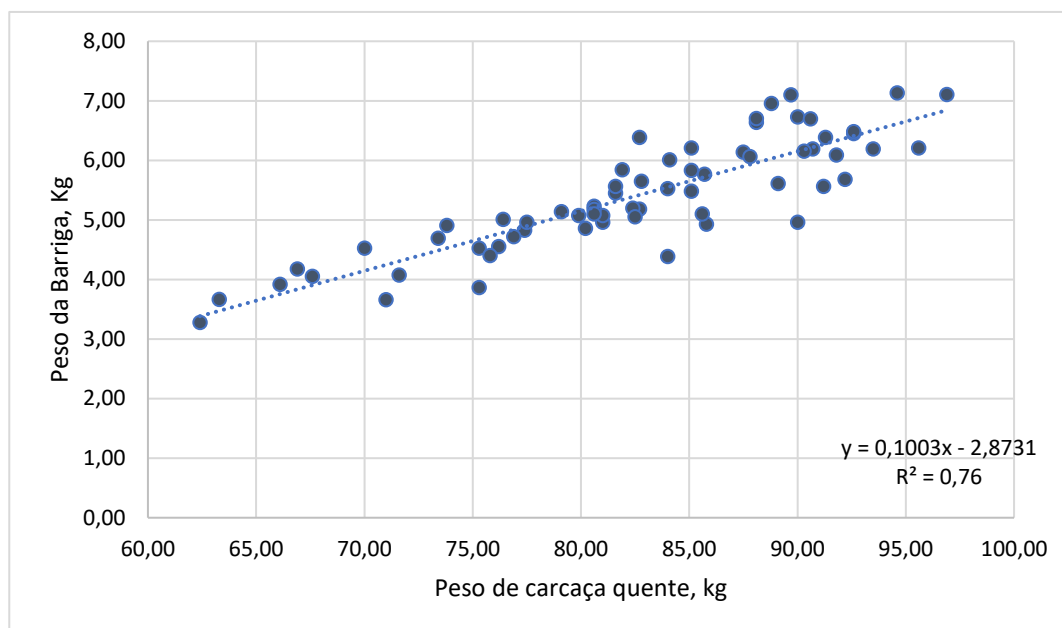
A-B As médias dentro de uma coluna da mesma variável com sobrescritos diferentes diferem entre si ( $P < 0.05$ )

a-b As médias dentro de uma linha da mesma variável com sobrescritos diferentes diferem entre si ( $P < 0.05$ )

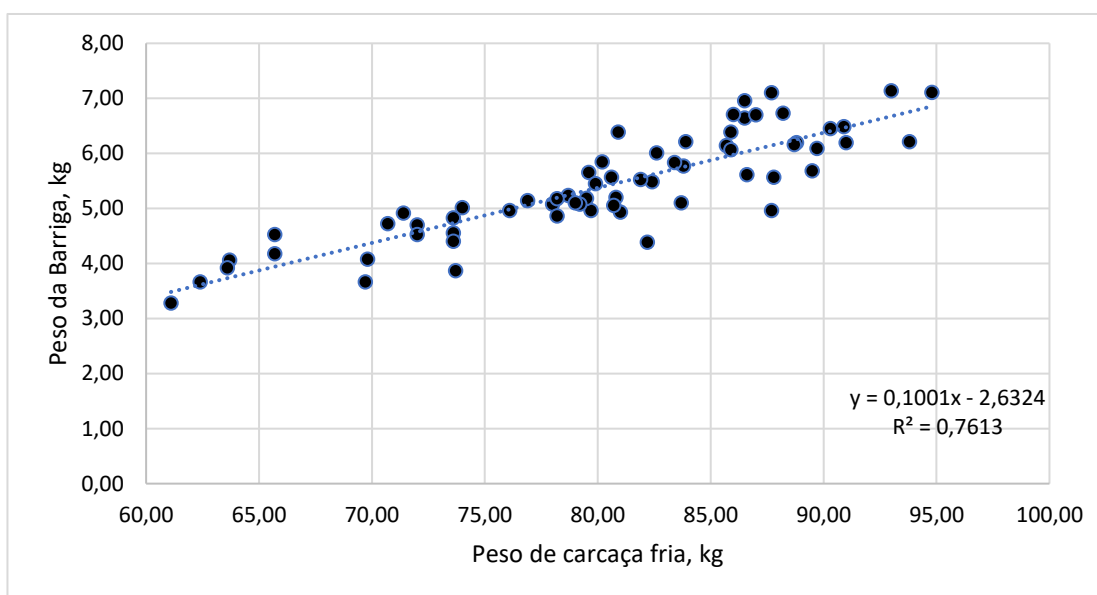
Interessantemente, o comportamento das variáveis mostrou correlação média/alta, com  $r^2=0,76$  para as variáveis peso de carcaça quente e peso da barriga (Figura 12). Semelhantemente, observou-se correlação média/alta, com  $r^2=0,76$  para as variáveis peso de carcaça fria e peso da barriga (Figura 13).



**Figura 12** - Correlação entre as variáveis peso de carcaça quente e peso da barriga



**Figura 13:** Correlação entre as variáveis peso de carcaça fria e peso da barriga



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O efeito genético e da categoria sexual mostrou que o peso de carcaça quente e fria foi em acordo com os resultados já publicados anteriormente evidenciando-os.

Os resultados de tipificação das carcaças quentes estão de acordo com os relatos feitos semelhantemente, porém no que se diz respeito a perda evaporativa de água, esta não foi influenciada pelas linhas genéticas avaliadas. Os resultados encontrados no presente estudo se opõem aos encontrados em estudos anteriores.

O pH do lombo aos 45 minutos pós abate encontra-se dentro da faixa de classificação 'normal', bem como os resultados de 24 horas pós abate.

Na avaliação da cor houve a confirmação também dos relatados na literatura, entretanto, no padrão japonês avaliado no lombo, observou-se maiores valores de pontuação de cor em G2 em relação a G1 e G3.

O peso bruto e o comprimento médio da barriga confirmados pela literatura, porém quando se mensurou o rendimento da barriga em relação ao peso da carcaça fria, as G1 e G2 apresentaram aproximadamente 9,5% a menos do rendimento em relação a G3. Os resultados revelaram maior espessura de toucinho da barriga nos animais G1 e menor na G3, sendo os animais G2 intermediários.

Não foram observadas diferenças em relação a força de cisalhamento avaliadas na barriga e lombo. Assim como não foram observados para os fatores dureza, fraturabilidade, flexibilidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência avaliados na barriga.

Neste estudo, os resultados da força de cisalhamento para lombo e barriga evidenciaram menor força de cisalhamento e prensagem nos animais da raça duroc quando comparados as raças Pietrain, Polish Landrace, Polish Large White.

De forma geral, G1 apresentou as piores características da carne, de acordo com o perfil de TPA. A maior dureza e maior adesividade podem estar associadas a uma menor qualidade da carne, e a maior fraturabilidade normalmente é observada em carnes de maior dureza e maior mastigabilidade ou gomosidade, deste modo as carnes avaliadas em este estudo podem ser descritas como carnes tenras e semi-macias.

Os resultados da interação entre genética e categoria sexual no peso de carcaça quente, peso de carcaça fria e peso de barriga apresentaram o mesmo comportamento estatístico.

Comparando os grupos genéticos dentro de cada categoria sexual, observou-se que em fêmeas, os menores pesos de carcaça quente, carcaça fria e barriga foram observados no grupo G1. Já nos machos, estas variáveis foram maiores em G3, intermediárias em G2 e menores em G1.

Interessantemente, o comportamento das variáveis mostrou correlação média/alta, para as variáveis peso de carcaça quente e peso da barriga. Semelhantemente, observou-se correlação média/alta, para as variáveis peso de carcaça fria e peso da barriga.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Métodos brasileiro de classificação de carcaças**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Estrela, p.17. 1973.

AYMERICH, J. GASA, J. BONET, J. COMA, D. SOLÀ-ORIOIOL The effects of sire line, sex, weight and marketing day on carcass fatness of non-castrated pigs. **Livestock Science**, v. 228, p. 25-30, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.021>

B. LEBRET, M. ČANDEK-POTOKAR. Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. **Animal**, v. 16, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100402>

BERTOL, T.M. ET AL. Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100kg live weight. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, p.1166-1174, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8113>

B.E. MOTE, M.F. ROTHSCHILD. Modern genetic and genomic improvement of the pig. **Animal agriculture: sustainability, challenges and innovations**, p. 249-262, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00014-8>

BOLER, DD, KILLEFER, J., MEEUWSE, DM, KING, VL, MCKEITH, FK E DILGER, AC. Effect of slaughter time after the second injection on carcass cut yield and bacon characteristics of immunologically castrated male pigs. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 334 – 344, 2012. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4071>

BREWER, M. S., ZHU, L. G., BIDNER, B., MEISINGER, D. J., MCKEITH, F. K. Measuring pork color: Effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. **Meat Science**, v. 57, p. 169–176, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00089-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00089-9)

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Avaliação da Carne Suína**. Londrina: Midiograf, p.120, 2009.

CHOI JS, LEE HJ, JIN SK, CHOI YI, LEE JJ. Comparison of Carcass Characteristics and Meat Quality between Duroc and Crossbred Pigs. **Korean Journal Food Science of Animal Resources**, v. 34, p. 238-244, 2014. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.2.238>

C. PAULY, W. LUGINBUHL, S. AMPUERO, G. BEE. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted - Results of a meta-analysis study. **Meat Science**, v. 92, p. 858-862, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.06.007>

DALLA COSTA O. A., TAVERNARI F. C., LOPES L. S., DALLA COSTA F. A., FEDDERN V., DE LIMA J. J. M. M. Performance, carcass and meat quality of pigs submitted to immunocastration and different feeding programs. **Research in Veterinary Science**, v. 131, 2020. p.137-145. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.015>

D.C. CIOBANU, S.M. LONERGAN, E.J. HUFF-LONERGAN. Genetics of Meat Quality and Carcass Traits. **The Genetics of the Pigs**, v. 2, p. 355-389, 2011. <https://doi.org/10.1079/9781845937560.0355>

DWYER, C. M.; FLETCHER, J. M.; STICKLAND, N. C. Muscle Cellularity and Postnatal-Growth in the Pig. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3339–3343, 1993. <https://doi.org/10.2527/1993.71123339x>

ELBERT K, MATTHEWS N, WASSMUTH R, TETENS J. Effects of sire line, birth weight and sex on growth performance and carcass traits of crossbred pigs under standardized environmental conditions. **Archives Animal Breeding**, v. 63, p.367-376, 2020. <https://doi.org/10.5194/aab-63-367-2020>

FŁOROWSKI T., PISULA A., SŁOWŃSKI M., ORZECZOWSKA B. Processing suitability of pork from different breeds reared in Poland. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 5, p. 55–64, 2006.

G. BEE, P. CHEVILLON, M. BONNEAU. Entire male pig production in Europe. **Animal Production Science**, v. 55, p. 1347-1359, 2015. <https://doi.org/10.1071/AN15279>

GUNAWARDENA, C.; ROBERTSON, W., YOUNG, M., GOONEWARDENE, L., ZIJLSTRA, R., BELTRANENA, E. Feeding zerotannin fababen to hogs – effects on pork yield in primal cuts and loin quality. **Western Hog Journal**, v.7, p. 71-85, 2011.

HUFF-LONERGAN, E. & S.M. LONERGAN. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v. 71, p.194-204, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>

KARLOVIĆ S., JEŽEK D., BLAŽIĆ M., TRIPALO B., BRNČIĆ M., BOSILJKOV M., ŠIMUNEK M. Influence of refrigeration and ageing time on textural characteristics of fresh meat. **Croatian journal of food science and technology**, v.1, p.1-6, 2006.

KARLSSON A. H., KLONT R. E., FERNANDEZ X. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. **Livestock Production Science**, v. 60, p. 255–269, 1999. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/S0301-6226\(99\)00098-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00098-6)

KASPRZYK, A.; BOGUĆKA, J. Meat quality of Pulawska breed pigs and image of longissimus lumborum muscle microstructure compared to commercial DanBred and Naima hybrids. **Archives Animal Breeding**, v.63, p.293-301, 2020. <https://doi.org/10.5194/aab-63-293-2020>

KIM J. A, CHO E. S, JEONG Y. D, CHOI Y. H, KIM Y. S, CHOI J. W, KIM J. S, JANG A, HONG J. K, SA S. J. The effects of breed and gender on meat quality of Duroc, Pietrain, and their crossbred. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 62, p. 409-419, 2020. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.3.409>

KOWALSKI, E. VOSSSEN, S. MILLET, B. AMPE, B. CALLENS, G. VAN ROYEN, S. DE SMET, M. ALUWÉ. Performance and carcass, loin and ham quality in crossbreds from three terminal sire lines. **Meat Science**, v. 167, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108158>

L. TREFAN, A. DOESCHL-WILSON, J.A. ROOKE, C. TERLOUW, L. BUNGER. Meta-analysis of effects of gender in combination with carcass weight and breed on pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 1480-1492, 2013. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5200>

LATORRE, M. A.; GARCÍA-BELENQUER, E.; ARIÑO, L. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). **Journal of Animal Science**, v.86, p.1933-1942, 2008. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0764>

LEE JW, DY KIL, BD KEEVER, J. KILLEFER, FK MCKEITH, RC SULABO, HH STEIN. Carcass fat quality of pigs is not improved by adding corn germ, beef tallow, palm kernel oil, or glycerol to finishing diets containing distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v.91, p. 2426- 2437, 2013. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5328>

LEYGONIE C., BRITZ TJ E HOFFMAN L. C. I. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. **Meat Science**, v. 91, p. 93-98, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013>

LOWELL, E.D. SCHUNKE, B.N. HARSH, E.E. BRYAN, C.A. STAHL, A.C. DILGER, D.D. BOLER. Growth performance, carcass characteristics, fresh belly quality, and commercial bacon slicing yields of growing-finishing pigs from sire lines intended for different industry applications. **Meat Science**, v. 154, p. 96-108, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.010>

MARIBO H, NIELSEN B, NIELSEN M. B. F. Danbred Duroc crossbred finishers grow faster than Pietrain crossbreds. **SEGES Danish Pig Research Centre**, n. 1154, p. 10, 2018.

MARIBO H, NIELSEN B. Duroc and Pietrain crosses: boar taint and dressing loss. **SEGES Danish Pig Research Centre**. n 1163, p.10, 2019.

MARITA RUUSUNEN, EERO PUOLANNE, MARJA-LIISA SEVON-AIMONEN, KIRSI PARTANEN, LIISA VOUTILA, JARKKO NIEMI. Carcass and meat quality traits of four different pig crosses. **Meat Science**, v. 90, p. 543-542, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.010>

MICHALSKA, G. & NOWACHOWICZ, J. & BUCEK, T. & WASILEWSKI, P.D. KMIECIK, M. Performance test of young crossbred boars from The Bydgoszcz breeding region in Poland. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**. v.20, p. 1255-1260, 2014.

MIGDAŁ, W., RÓŻYCKI, M., MUCHA, A., TYRA, M., NATONEK-WIŚNIEWSKA, M., WALCZYCKA, M., KULAWIK, P., WĘSIERSKA, E., ZAJĄC, M., TKACZEWSKA, J., MIGDAŁ Ł. & KRĘPA-STEFANIK, K. Meat Texture Profile and Cutting Strength Analyses of Pork Depending on Breed and Age. **Annals of Animal Science**, v. 20, p.677-692, 2020. <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0085>

RAJ S, SKIBA G, WEREMKO D, FANDREJEWSKI H, MIGDAŁ W, BOROWIEC F, POŁAWSKA E. The relationship between the chemical composition of the carcass and the fatty acid composition of intramuscular fat and backfat of several pig breeds slaughtered at different weights. **Meat Science**. v.86, p. 324-330, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.037>

REHFELDT, C. Prenatal events that determine the number of muscle fibres are important for lean growth and meat quality in pigs, **Research Institute for the Biology of Farm Animals, Dummerstorf**, v. 48, p.11-22, 2005.

RENTFROW, G., SAUBERB, TE, ALLEEA, GL, BERG, EP. The influence of diets containing conventional corn, conventional corn with chosen white grease, corn rich in oil or corn rich in oil with high oleic acid in the quality of the belly / bacon. **Meat Science**, v. 64, p. 459 – 466, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00215-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00215-2)

RYBARCZYK, A., MOROCH, R., & POLASIK, D. The effect of Danavl Duroc and Pulawska boars in crossbred with Danavl Hybrid on meat quality of finishing pigs. **Agricultural and Food Science**, v. 27, p.159–167, 2018. <https://doi.org/10.23986/afsci.70934>

S. SCHWOB, B. LEBRET, I. LOUVEAU. Genetics and adiposity in pigs: state of the art and new challenges for meat product quality. **INRAE Productions Animales**, v. 33, p. 17-30, 2020. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.1.3112>

SOLADOYE P. O., SHANDP. J. P., AALHUS J. L., GARIÉPY. C., AND JUÁREZ. M. Review: Pork belly quality, bacon properties and recent consumer trends. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, p.325-340, 2015. <https://doi.org/10.4141/cjas-2014-121>

SOLTANIZADEH, N., KADIVAR, M., KERAMAT, J., FAZILATI, M. Comparison of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage. **Meat Science**, v. 80, p. 892-895, 2008.

VELOSO R. C, DUARTE M. S, SILVA F. F, SARAIVA A, GUIMARÃES S. E. F, CHIZZOTTI M. L, CAMARGO E. G, LOPES P.S. Effects of nutritional plans and genetic groups on performance, carcass and meat quality traits of finishing pigs. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 538-545, 2019. <https://doi.org/10.1590/fst.22417>

WOJTYSIAK D, GÓRSKA M, WOJCIECHOWSKA J. Muscle Fibre Characteristics and Physico-Chemical Parameters of m. semimembranosus from Puławska, Polish Large White and Pietrain Pigs. **Folia Biologica (Kraków)**, v. 64, p.197-204, 2016. [https://doi.org/10.3409/fb64\\_3.197](https://doi.org/10.3409/fb64_3.197)

ZYBERT A, TARCZYŃSKI K, SIECZKOWSKA H, MŁYNEK K. Comparison of meat quality from Naïma and DanBred hybrid sows mated with P-76 boars. **Ciência Rural**, v. 52, p. 75-84, 2010. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200125>

## **CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FITOGÊNICOS E CATEGORIA SEXUAL NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

### **1 INTRODUÇÃO**

Os aditivos alimentares derivados de plantas constituem um grupo de compostos com grande diversidade na estrutura química e bioatividade (SURAI, 2014). Os compostos ativos nas plantas variam amplamente dependendo de fatores intrínsecos, como a parte da planta utilizada, a época de colheita e a origem geográfica, e fatores extrínsecos, como a técnica de produção aditiva (GANGULY, 2013).

Apresentam diversas propriedades biológicas que os tornam atrativos para uso como promotores de crescimento na produção animal, incluindo efeitos antimicrobianos, antioxidantes, antiestresse e nutrigenômicos no desenvolvimento da imunidade (HASHEMI & DAVOODI, 2010; BAHADORAN, 2013). Portanto, esses compostos são uma fonte significativa de uma variedade de compostos com diferentes atividades biológicas que têm o potencial de promover o crescimento de animais produtores (HASHEMI & DAVOODI, 2010). Devido aos seus muitos efeitos positivos, os aditivos alimentares derivados de plantas são usados na criação e nutrição animal para apoiar os animais durante as fases estressantes da vida para garantir alto desempenho e manter a saúde geral (VALENZUELA-GRIJALV et al., 2017).

A qualidade da carne pode ser definida como a soma das características químicas, físico-químicas, nutricionais, sensoriais, sanitárias e de segurança alimentar que trariam maior aceitação e maior preço no mercado (FARRELL, 2001; BARHAM et al., 2003). São vários os fatores que afetam a qualidade da carne em toda a cadeia produtiva, desde o produtor primário até o consumidor. Um dos fatores relacionados aos animais é o uso de substâncias promotoras de crescimento na produção animal, e vários efeitos na qualidade da carne têm sido observados, como diminuição do teor de gordura em detrimento dos parâmetros de cor, diminuição da maciez, resistência antimicrobiana e alimentação. envenenamento, entre outros (SERRATOSA et al., 2006; THAKUR et al., 2010).

Diante da demanda por alternativas de produtos que possam ser utilizados como promotores de crescimento e considerando a necessidade de mais avaliações dos benefícios dos fitogênicos na qualidade da carne suína, objetivou-se avaliar a influência da utilização de fitogênicos para suínos e de suas categorias sexuais



(machos castrados cirurgicamente e fêmeas) sobre as características de carcaça e atributos físico-químicos do lombo e barriga suína.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Seleção e Manejo dos Animais

O estudo foi realizado com suínos da mesma granja comercial provenientes do cruzamento genético: Linha macho: Duroc x Linha fêmea: Landrace e Large White, com 157 dias de vida e média de 101,25 kg os animais do grupo tratamento e 151 dias e 97,97 kg os animais do grupo controle.

Os animais do grupo controle receberam a dieta padrão da granja, sem adição de promotores de crescimento (ractopamina) e os animais do grupo tratamento receberam durante 56 dias que antecederam o abate o fitogênico com base de óleo de alho, extrato de alcaçuz, óleo de Alcaravia e canela, na proporção de 150gr/tonelada de ração adicionados à dieta padrão da granja.

Os animais de ambos os tratamentos foram pesados individualmente na granja, recebendo uma tatuagem em seu dorso, lombo e paleta. A quantidade de animais por grupo, como também a tatuagem e categoria sexual estão descritas abaixo (Tabela 10).

**Tabela 10** - Quantidade de animais e tatuagem utilizada para separação dos grupos

<b>Tatuagem</b>	<b>Categoria Sexual</b>	<b>Quantidade de animais por categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>Total</b>
<b>1 ao 15</b>	Macho	15	Controle	30
<b>16 ao 30</b>	Fêmea	15		
<b>31 ao 45</b>	Macho	15	Tratamento	30
<b>46 ao 60</b>	Fêmea	15		

O jejum pré-abate foi padronizado para ambos os grupos, sendo a ração cortada 20 horas antes do horário programado para abate. O caminhão de transporte utilizado seguiu as normas de bem-estar animal e a densidade foi de 235 kg/m<sup>2</sup>. Os animais do grupo tratamento foram alojados no piso superior e os do grupo controle no piso inferior. A distância total até o frigorífico foi de 34 km.

Após a chegada no frigorífico, os animais foram descarregados a partir das 19:00h do dia que antecedeu o abate. Antes de serem desembarcados, o veículo foi pesado com os animais em balança rodoviária. O processo de descida dos animais do veículo seguiu todas as normas de bem-estar animal, sendo que no presente frigorífico, é utilizado o ar comprimido e chocalhos de vidro pet, para auxiliar o descarregamento dos suínos. Durante o descarregamento, os suínos foram contados e marcados no dorso através de marcador com pregos, constando a data do abate e a marca do produtor. Após o descarregamento, os suínos foram alojados nas pocilgas de espera, com capacidade para até 100 suínos cada, ou 1:1, com água à vontade. Os suínos depois de acomodados nas pocilgas, foram lavados com água com baixa pressão e após, os aspersores ficaram ligados com água clorada até a sua saída para o abate.

## 2.2 Abate e Obtenção das carcaças

O abate se iniciou as 07h30min do dia seguinte ao descarregamento, totalizando aproximadamente 22h30min de jejum. Os animais do presente estudo foram os primeiros a serem abatidos, sendo encaminhados para o lavador com água hiperclorada a 3 ppm para banho de 3 minutos. Após, os mesmos foram encaminhados para o *restrainer* com auxílio do uso de chocalho de vidro pet e ar comprimido. Os animais foram insensibilizados com insensibilizador de três pontos, com amperagem mínima de 1,25 ampères, frequência acima de 100Hz e voltagem de 300 volts, por no máximo 5 segundos cada animal. Após a insensibilização, os suínos foram submetidos à sangria dentro do período máximo de 30 segundos.

Após todas as etapas de abate realizadas, no final da linha de abate, as carcaças foram pesadas por meio de balança de tendal e tipificadas por meio de instrumentação ótica para tipificação eletrônica Hennessy Grading Probe® (Hennessy Grading Systems GP4/BP4, DIDAI), do lado esquerdo de cada carcaça, no músculo *longissimus dorsi*. Os dados utilizados foram: ET (Espessura de toucinho); EM (Espessura de músculo) em milímetros, Porcentagem de carne magra e PCQ (Peso da carcaça quente).

As carcaças após tipificadas e pesadas foram encaminhadas para a câmara de resfriamento com temperatura de até  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  e identificadas com fita zebra e placas, para não ocorrer misturas entre outras carcaças.

As medidas de pH são comumente realizadas nos músculos *Semimembranosus* e no *longissimus dorsi* (na altura da última costela) 45 minutos após o abate (pH inicial) e depois do período de 24 horas de resfriamento da carcaça a  $2 \pm 1$  °C (pH final) (BRIDI & SILVA, 2009).

Na câmara de resfriamento foi medido o pH 24 horas após o abate. A medição foi realizada no músculo *longissimus dorsi* e *Semimembranosus*, do lado esquerdo da carcaça. Foi utilizado o medidor de pH portátil: pH Classic – *LineLab* calibrado em pH4, pH7 e pH10 a cada 10 carcaças. No mesmo momento, as carcaças foram medidas o seu comprimento através de trena metálica graduada a partir do bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo crânio ventral do Atlas (ABCS, 1973). Após a medição do pH e medição do comprimento da carcaça, as carcaças foram pesadas novamente, para se obter o rendimento de carcaça através do peso inicial de carcaça quente e peso final de carcaça fria, após a maturação sanitária.

### **2.3 Perda de peso por gotejamento – Drip Loss (Músculo *Semimembranosus*)**

A perda de exsudato da carne é usualmente relatada em termos de percentual de perda de peso durante o armazenamento, ou seja, através de métodos gravimétricos (RAMOS & GOMIDE, 2017)

Na câmara de resfriamento, após 24 horas de abate com temperatura entre  $2 \pm 1$  °C, foram coletadas amostras de todos os pernis (*Semimembranosus*) do lado direito de cada carcaça e acondicionados em embalagens já previamente identificadas, para serem transportadas imediatamente até o laboratório anexo ao setor de abate e desossa.

No laboratório do frigorífico, com temperatura controlada até 16° C, cada amostra de pernil (*Semimembranosus*) foi cortada em cubo e pesada em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g, com variação de peso entre 80 a 100 gramas, conforme especificado no *Pork Composition and Quality Assessment Procedures of American Meat Science Association* (NPPC, 2000) e descrito por HONIKEL (1986).

Estes cubos de carne (*Semimembranosus*) foram envolvidos por uma embalagem plástica, do tipo saco, identificadas, de modo que as amostras ficaram

dependuradas e que o líquido perdido ficasse retido na embalagem, como também impedindo o contato da amostra com a umidade da câmara frigorífica (Figura 14).

**Figura 14** - Amostras para análise de *Drip loss* no frigorífico



Fonte: acervo pessoal

A amostra permaneceu pendurada por 48 horas no ambiente da câmara fria onde as carcaças dos animais do experimento ficaram alojadas após o abate, em uma temperatura de  $2 \pm 1$  °C. Após 48 horas, as embalagens foram retiradas da câmara fria e encaminhadas ao laboratório anexo ao abate/desossa de modo que a água residual não encostasse na amostra de carne dependura (Figura 15).

**Figura 15** - Amostras para análise de *Drip Loss* após 48 horas dentro da câmara de resfriamento



Fonte: acervo pessoal

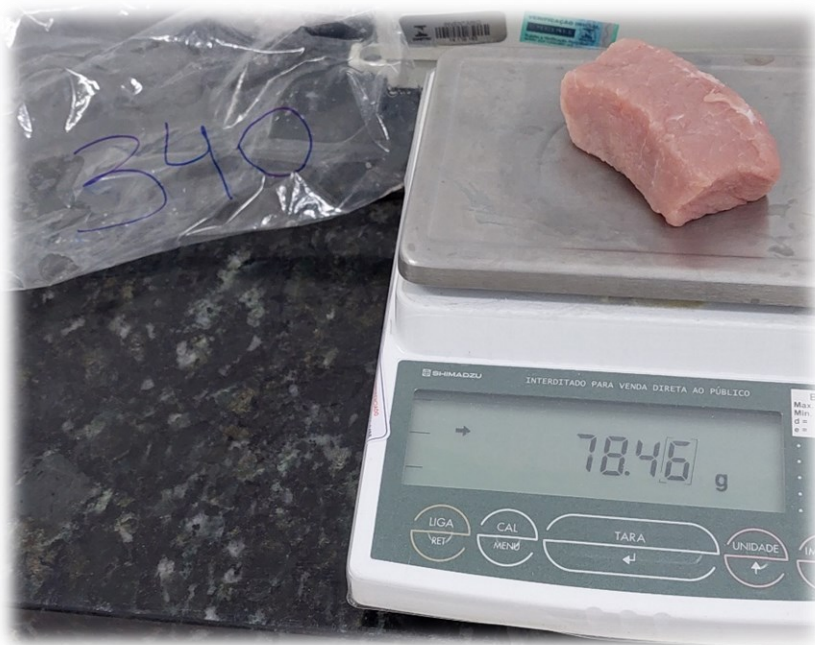
As amostras foram secas utilizando papel toalha e pesadas em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g novamente obtendo-se o peso final (Figura 16) (após a perda de líquido por gotejamento). O cálculo da perda por gotejamento foi feito segundo a fórmula proposta pelo NPPC, 2000:

$$\text{Drip loss: } 100 - \left[ \frac{(Pf)}{(Pi)} * 100 \right] \text{ onde,}$$

- Pf: Peso final da amostra (após 48 horas e secagem com papel toalha);

-  $P_i$ : Peso inicial da amostra.

**Figura 16** - Amostra de músculo *Semimembranosus* após 48 horas em câmara de resfriamento para análise de *Drip Loss*



Fonte: acervo pessoal

### 2.3.1 Perda de peso da amostra por transporte

Após as análises realizadas para *Drip Loss*, cada amostra foi acondicionada em embalagem plástica identificada de acordo com o número da amostra e acondicionada em caixa térmica com gelo artificial para ser transportada até o a sala da Coordenação do PET – Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, onde o mesmo possui um refrigerador próprio para acondicionamento de amostras. O tempo de viagem variou de 3h30 a 4h, entre Patos de Minas/MG a Uberlândia/MG.

As amostras foram retiradas da embalagem, secas com papel toalha e pesadas novamente, afim de determinar o que foi perdido entre o transporte, sendo utilizada a equação abaixo para determinar a perda de peso por transporte:

$$\text{Perdas durante o transporte: } 100 - \left[ \frac{(P_f)}{(P_i)} * 100 \right] \text{ onde,}$$

-  $P_f$ : Peso final da amostra (após transporte e secagem com papel toalha);

- Pi: Peso inicial da amostra (peso final da amostra antes do transporte).

### 2.3.2 Perda de peso da amostra após resfriamento

O método para determinar a perda de água por resfriamento foi adaptado de HONIKEL (1987) e KAUFFMAN et al. (1986) onde é sugerido o tempo de estocagem de 48 horas para avaliação da perda por exsudação.

Adaptando o tempo de estocagem do método, cada amostra de pernil foi colocada em recipiente vazado, para que a água livre não tenha contato com a amostra durante o período de armazenamento. Esse recipiente com a amostra foi colocado em outro recipiente hermeticamente fechado (pote plástico) devidamente identificado com o número da amostra, minimizando assim as perdas por condensação/evaporação durante a estocagem (Figura 17).

**Figura 17** - Pote plástico com amostra para análise da perda por resfriamento



Fonte: acervo pessoal

Todos os potes foram colocados em refrigerador (Figura 18) (utilizada apenas para esse propósito) durante uma semana (7 dias) com temperatura entre 2° a 4°C, sendo aberta apenas no dia da retirada das amostras.

**Figura 18** - Geladeira com amostras para análise para perda de peso durante a estocagem



Fonte: acervo pessoal

Após uma semana, as amostras foram retiradas do pote plástico, secas em papel toalha e pesadas em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g, sendo utilizada a equação abaixo para determinar a perda de peso por estocagem em refrigerador durante uma semana:

Perdas durante a estocagem (7 dias/resfriado):  $100 - \left[ \frac{(Pf)}{(Pi)} * 100 \right]$  onde,

- Pf: Peso final da amostra (após 7 dias e secagem com papel toalha);
- Pi: Peso inicial da amostra (peso final da amostra após transporte).

### 2.3.3 Perda de peso da amostra após congelamento

Após a etapa anterior realizada, foi retirada duas amostras de aproximadamente 0,5 gramas para realização da análise da capacidade de retenção

de água na amostra resfriada após uma semana. O fragmento restante de cada amostra foi pesado em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g e colocado em recipiente vazado para que a água livre não tenha contato com a amostra durante o período de armazenamento. Esse recipiente com a amostra foi colocado em outro recipiente hermeticamente fechado (pote plástico) devidamente identificado com o número da amostra, minimizando assim as perdas por condensação/evaporação durante a estocagem. As amostras ficaram estocadas em congelador com temperatura abaixo de  $0^\circ$  durante 20 dias, sendo aberta apenas no dia da retirada das amostras. Após esse período, as amostras foram colocadas na parte inferior do refrigerador com temperatura entre  $2^\circ$  a  $4^\circ\text{C}$  para descongelamento controlado durante aproximadamente 8 horas.

As amostras descongeladas foram retiradas do pote plástico, secas em papel toalha e pesadas em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g, sendo utilizada a equação abaixo para determinar a perda de peso por estocagem em congelador durante 20 dias:

Perdas durante a estocagem (20 dias/congelado):  $100 - \left[ \frac{(Pf)}{(Pi)} * 100 \right]$  onde,

- Pf: Peso final da amostra (após 20 dias e secagem com papel toalha);
- Pi: Peso inicial da amostra (peso inicial após resfriamento de 7 dias e retirada da amostra para capacidade de retenção de água).

## 2.4 Capacidade de Retenção de água (Músculo *Semimembranosus*) - Resfriado

O método da determinação da capacidade de retenção de água – CRA por pressão em papel-filtro (FPPM, do inglês *Filter – Paper Press Method*), desenvolvido por Grau e Hamm (1953), é uma técnica simples e rápida, aplicada tanto em cortes intactos quanto em cortes moídos de carne *in natura*. O FPPM (do inglês *Filter – Paper Press Method*) possui relação limitada com os métodos gravimétricos, especialmente com a perda de peso por gotejamento, sendo difícil de se padronizar por depender da quantidade de peso e do tempo de pressão aplicada. (GOMES & ROMIDE, 2017).



Após a avaliação da perda de peso por gotejamento da carne resfriada, foi retirado dois fragmentos em formato de cubo, com um peso de 0,5 gramas cada, pesadas em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g. Posteriormente, para cada duas amostras foi usado um papel de filtro redondo quantitativo, com filtração média, faixa branca, de 15 cm de diâmetro, de gramatura 1. Os papéis foram devidamente identificados com número da amostra, grupo e data da realização da análise. As duas amostras foram colocadas sobre o papel de filtro e entre duas placas de acrílico sobre as quais foi posicionado um peso, por um período de 5 minutos. Este equipamento é chamado *kettlebell* com peso padrão escolhido de 10 quilogramas (kg), colocado sobre a placa de acrílico (Figura 19).

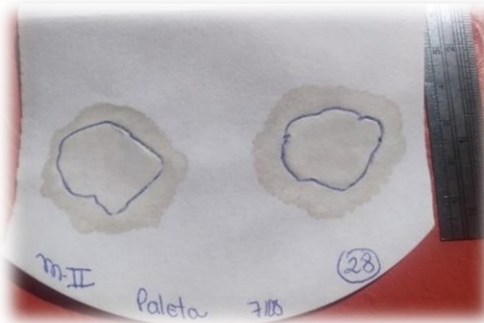
**Figura 19** – *Kettlebell* colocado sobre a placa de acrílico



Fonte: Durval, 2021.

Após o tempo estabelecido foi feita a retirada das amostras que estão prensadas. No papel de filtro, formou-se uma área de exsudato e uma área da própria carne prensada, claramente distintas. Estas áreas foram contornadas com caneta esferográfica no verso do papel (Figura 20). A área do anel de exsudato (área total menos a área da carne prensada) é inversamente proporcional à capacidade de retenção de água – CRA.

**Figura 20** - Área da carne contornada com caneta no papel filtro.



Fonte: Durval, 2021.

As áreas formadas no papel de filtro após a marcação com caneta esferográfica foram fotografadas e enviadas para análise para o software *Image J* v. 1.37, onde foram calculadas com precisão e acurácia a área da carne prensada e a área do exsudato. O software *Image J*, utilizado para a análise das imagens, é gratuito e pode ser obtido no site <https://imagej.nih.gov/ij/>. Os resultados foram expressos pela relação entre a área de carne prensada (interna) dividida pela área de exsudato (externa).

## **2.5 Capacidade de retenção de água (Músculo *Semimembranosus*) – Após congelamento de 20 dias**

Após a avaliação da perda de peso por gotejamento da carne congelada por 20 dias e descongelada, foi retirado dois fragmentos em formato de cubo, com um peso de 0,5 gramas cada, pesadas em balança semianalítica com precisão de  $\pm 0,05$  g.

As demais etapas foram idênticas ao procedimento anterior realizado na carne resfriada.

## **2.6 Classificação do músculo *Semimembranosus* de acordo com o Sistema Japonês**

Os japoneses desenvolveram um padrão de resina plástica contendo seis modelos (scores) graduados de cores (*Japanese Pork Color Stander, JPSC*) adotado pela indústria Nippon Ham que variam desde o tom muito pálido até o vermelho –

escuro. O *JPSC* é utilizado como um teste internacional para avaliação da cor da carne a ser exportada para o Japão, sendo que os escores 3,4 e 5 são geralmente desejados no mercado japonês (GUNAWARDENA et al., 2011). As amostras foram analisadas em duas etapas, sendo a primeira após 24 horas do abate e a segunda 48 horas. A classificação foi realizada nas amostras que foram submetidas ao teste de Drip loss.

## **2.7 Obtenção dos cortes – Barriga, Lombo e Pernil**

As carcaças após maturação sanitária de 24 horas foram pesadas e encaminhadas para o setor de desossa através de nória, onde foram separadas em grandes cortes (traseiro, dianteiro e corpo). Cada parte foi encaminhada para a sua linha de produção para separação de cortes. O corpo é composto pelo carré e a barriga com costela. Na linha do corpo foi realizada a separação das partes (carré, costela e barriga). Após a retirada das costelas se obteve a barriga e após a retirada da suã se obteve o lombo.

Os dois cortes foram colocados em caixotes de aço inox individuais, sendo separado por tratamento (foram usadas apenas o corte do lado esquerdo de cada carcaça do estudo). O pernil esquerdo assim que era separado do restante da carcaça, foi retirado da linha e colocado em caixotes de aço inox, para posterior desossa e refile.

Para não interferir na rotina de atividades do frigorífico, todos os cortes que foram utilizados foram retirados da linha e acomodados em caixotes de aço inox, sendo embalados com o número referente a sua carcaça, para posterior análises e testes.

## **2.8 Análises específicas para a barriga suína**

### **2.8.1 Pesagem, medidas dimensionais e espessura das barrigas**

Cada barriga for pesada individualmente em balança calibrada para até 300 kg e seu peso anotado de acordo com a sua identificação.

Após, foi realizado a medida de cada barriga utilizando fita milimétrica, sendo duas medidas em seu comprimento e duas medidas em cada bordo para se obter a

largura. As quatro medidas foram realizadas sequencialmente para se obter a média de comprimento e a média de largura de cada barriga.

A espessura da barriga foi medida logo após os passos anteriores, sendo utilizado uma ponteira de aço inoxidável de 15,6 cm. Em cada barriga foi colocado um molde com 6 pontos padronizados e a ponteira era inserida na barriga. As medidas obtidas foram anotadas para se obter a média posterior da espessura de cada barriga.

## **2.9 Análise específica para o lombo suíno in natura**

### **2.9.1 Classificação do músculo *Longissimus dorsi* de acordo com o Sistema Japonês**

Após a retirada da suã, o lombo foi acondicionado em embalagem identificada e acondicionado em caixas plásticas para posteriores análises, para análises e testes no laboratório.

Após a retirada das amostras, as mesmas foram identificadas e acondicionadas em caixa de isopor com gelo artificial reutilizável composto por termo gel até o Laboratório Instrumental de Alimentos, localizado na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.

Os japoneses desenvolveram um padrão de resina plástica contendo seis modelos (escores) graduados de cores (*Japanese Pork Color Stander, JPSC*) que variam desde o tom muito pálido até o vermelho – escuro. O *JPSC* é utilizado como um teste internacional para avaliação da cor da carne a ser exportada para o Japão, sendo que os escores 3,4 e 5 são geralmente desejados no mercado japonês (GUNAWARDENA et al., 2011). As amostras foram analisadas no mesmo dia em que chegaram no laboratório, sendo retiradas uma a uma de cada embalagem, colocada a amostra em recipiente com fundo preto para análise do padrão de cor *JPSC* e anotado o escore para cada amostra.

## **2.10 Análises em comum para o lombo, pernil e barriga suína**

### **2.10.1 Análise da cor instrumental (*in natura*)**

Foram retiradas amostras para análise de cor e textura, sendo aproximadamente 300 gramas de cada corte cárneo. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas identificadas e resfriadas a uma temperatura de até 7° C. As amostras foram encaminhadas no mesmo dia após a desossa no frigorífico ao Laboratório Instrumental de Alimentos, localizado na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.

O sistema CIELAB é definido como escala padrão a ser usada para comunicar e diferenciar as cores, sendo que o valor de  $L^*$  determina a posição do ponto sobre o eixo vertical, representando a luminosidade da amostra; o valor de  $a^*$ , o ponto sobre o eixo verde (-)/vermelho (+); e o valor de  $b^*$ , o ponto correspondente sobre o eixo azul (-)/amarelo (+). Na área de carnes e derivados, uma vez que as cores verdes e azuis não são comuns, os eixos  $a^*$  e  $b^*$  são comumente referidos como “índice de vermelho” e “índice de amarelo”, respectivamente (RAMOS & GOMIDE, 2017).

Para a avaliação da cor no sistema CIELAB, foi realizado utilizando colorímetro Minolta (modelo CR-400), com iluminante D65 e ângulo de 10° calibrado com padrão branco, avaliando os parâmetros  $L^*$  (luminosidade), coordenadas de cromaticidade  $a^*$  (vermelho-verde) e  $b^*$  (amarelo-azul). Cada amostra foi fragmentada em dois pedaços (englobem a área de carne e área de gordura) e colocada no recipiente de fundo negro. Os valores finais para cada parâmetro ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) foram anotados de acordo com a amostra analisada.

#### **2.10.1.1 Análise da cor instrumental (cortes cárneos cozidos)**

Foi utilizado o sistema CIELAB, com colorímetro Minolta, sendo as mesmas especificações utilizadas para análise da carne *in natura*. Os valores finais para cada parâmetro ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) foram anotados de acordo com a amostra analisada.

## 2.10.2 Análise de textura instrumental

### 2.10.2.1 Perfil de textura (TPA) (*in natura*)

A análise do perfil de textura (TPA) foi realizado nas amostras utilizando o texturômetro TA-XT2i Stable Micro System. Foram determinadas a dureza, fraturabilidade, elasticidade, adesividade, coesividade e mastigabilidade. Os testes foram conduzidos em todas as amostras com dimensões cúbicas de 20 mm em temperatura de refrigeração (até 10° C). Foi utilizado uma probe cilíndrica de alumínio com 25 mm de diâmetro, macro TPA – AIBCAKE 2, com dois ciclos, sendo 40mm de distância de retorno, 30mm/segundo de velocidade de retorno e 30g de força de contato, adaptado da metodologia de Martinez et al. (2004). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

### 2.10.2.2 Perfil de textura (TPA) (cortes cárneos cozidos)

Todos os cortes cárneos foram cozidos e dimensionados para avaliação do perfil de textura de acordo com o item 2.10.2.1, já citado anteriormente para a análise de cor instrumental. As dimensões das amostras e tempo de cozimento estão descritas na Tabela 11. Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

**Tabela 11** - Dimensões das amostras e tempo de cozimento (perfil de textura)

Corte	Tempo de cozimento	Temperatura de cozimento	Forma de cozimento	Dimensões utilizadas	
				Corte Padrão Perfil de Textura	Corte Padrão Análise Sensorial
Barriga	20 minutos (com papel alumínio) + 15 minutos (sem papel alumínio)	180° C	<i>Airfryer</i>	2 x2 x 2	1 x1 x 1
Pernil	15 min (com papel alumínio) + 15 minutos (sem papel alumínio)	180° C	Forno	2 x2 x 2	1 x1 x 1
Lombo	15 minutos (com papel alumínio) + 5 minutos (sem papel alumínio)	180° C	<i>Airfryer</i>	2 x2 x 2	1 x1 x 1

### 2.10.2.3 Força de cisalhamento (*in natura*)

A análise da força de cisalhamento foi realizada nas amostras utilizando o texturômetro TA-XT2i *Stable Micro System*. As amostras foram cortadas no formato de placa plana em fatias de 5 cm (comprimento) x 3 cm (largura) x 1,0 cm (espessura). A textura, expressa através da firmeza (N/g) foi determinada pela força de cisalhamento a máxima necessária para o corte das amostras, utilizando a probe *Warner Bratzler Shear Force (WBSP)* com calibração de uma célula de carga de 2 kg usando uma lâmina Warner Bratzler, macro *MEAT FISH – CUTTING HOT DOG*, com um ciclo, sendo 40mm de distância de retorno, 30mm/segundo de velocidade de retorno e 30g de força de contato, adaptado da metodologia de HONIKEL (1998). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

### 2.10.2.4 Força de cisalhamento (cortes cárneos cozidos)

Os cortes cárneos de cada amostra foram cozidos de acordo com cada tipo de corte e analisados como no item 2.10.2.3. As dimensões das amostras e tempo de cozimento estão descritas na Tabela 12. Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

**Tabela 12** - Dimensões das amostras e tempo de cozimento (força de cisalhamento)

Corte	Tempo de cozimento	Temperatura de cozimento	Forma de cozimento	Dimensões utilizadas	
				Corte Padrão Perfil de Textura	Corte Padrão Análise Sensorial
Barriga	20 minutos (com papel alumínio) + 15 minutos (sem papel alumínio)	180° C	<i>Airfryer</i>	5 x 3 x 1	1 x1 x 1
Pernil	15 min (com papel alumínio) + 15 minutos (sem papel alumínio)	180° C	Forno	5 x 3 x 1	1 x1 x 1
Lombo	15 minutos (com papel alumínio) + 5 minutos (sem papel alumínio)	180° C	<i>Airfryer</i>	5 x 3 x 1	1 x1 x 1

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se que o peso de carcaça quente e fria, bem como a espessura de toucinho foram maiores ( $p < 0,01$ ) no tratamento FITO em relação ao CTR (Tabela 13). A porcentagem de carne magra, por sua vez, foi maior para os animais CTR, apesar de não terem sido observadas diferenças estatísticas na profundidade de lombo ( $p > 0,05$ ). Estes resultados sugerem que houve maior peso final dos animais FITO na fase de terminação, o que difere dos encontrados por MENDOZA et al. (2018) e ZHENG et al. (2020). Estes autores relataram que o desempenho zootécnico dos animais, o peso de carcaça quente, a porcentagem de carne magra, espessura de toucinho e profundidade de lombo foram semelhantes ao avaliar duas combinações de fitogênicos com um tratamento controle, sem adição de ractopamina. Não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os demais parâmetros de tipificação e características de carcaças de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos.

Os animais machos apresentaram maior ( $p < 0,05$ ) peso de carcaça quente e fria, maior rendimento de carcaça e espessura de toucinho (Tabela 13). Em contrapartida as fêmeas apresentaram maior ( $p < 0,05$ ) comprimento de carcaça, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra.



**Tabela 13** - Tipificação e características de carcaças de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
Peso de Carcaça quente, Kg	66,94	69,76	69,76	70,52	0,56	<0,01	0,02	0,24
Peso de Carcaça Fria, Kg	64,74	67,43	63,83	68,22	0,54	<0,01	0,02	0,60
Rendimento de carcaça, %	68,34	68,78	68,41	68,7	0,27	0,39	0,03	0,21
Perda de água resfriamento, %	3,38	3,37	3,49	3,27	0,07	0,91	0,30	0,08
Comprimento de carcaça, cm	85,8	85,53	86,09	85,25	0,39	0,66	<0,01	0,52
Profundidade de Lombo, mm	58,88	59,86	61,42	57,46	0,67	0,45	0,03	0,92
Espessura de Toucinho, mm	10,94	12,31	10,63	12,57	0,24	<0,01	<0,01	0,91
Carne Magra, %	59,14	58,44	59,72	57,91	0,21	0,04	<0,01	0,72

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

O pH do pernil 24 horas após o abate foi menor ( $p < 0,01$ ) nos animais que receberam o tratamento FITO (Tabela 14). O pH, perdas de água e cor não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelas categorias sexuais estudadas. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por ZHOU et al. (2013). Estes autores relataram que suínos alimentados com as dietas com fitogênicos apresentaram melhor cor da carne e menor pH em relação aos animais alimentados com a dieta controle. Entretanto, parece não haver um consenso na literatura em relação aos efeitos da utilização de fitogênicos e qualidade de carne em animais não ruminantes. HERAWATI & MARJUKI (2011) afirmaram que a alimentação com os fitogênicos para frangos de corte aumentou o pH em relação as amostras do tratamento controle. Já CHO et al. (2014) não observaram diferenças no valor de pH da carne ao alimentar frangos de corte com e sem a utilização de fitogênicos. A razão pelo aumento do pH na carne ocorre devido ao baixo índice glicogênio muscular abate devido a depleção do glicogênio que geralmente ocorre a partir de uma combinação de estresse antes do abate (ALI et al., 2008).

Corroborando com os resultados de pH, observou-se maior ( $p = 0,05$ ) pontuação de cor do pelo padrão japonês 24 h pós abate para os animais que consumiram ração FITO durante a fase de crescimento e terminação. Variações no pH 24 horas após o abate podem causar alterações em importantes características de qualidade, tais como firmeza, estabilidade oxidativa, capacidade de retenção de água e neste caso, conforme relatado no presente estudo, estabilidade da cor (BERTOL et al., 2019). Nas amostras de lombo das fêmeas observou-se maior teor de umidade em relação aos machos, entretanto os demais parâmetros da composição centesimal na barriga e pernil não foram diferentes entre as categorias sexuais avaliadas ( $p > 0,05$ ). Entretanto, não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) no pH do lombo 24 horas após o abate, nas perdas de água avaliadas bem como na cor mensurada através do padrão japonês 48 horas após o abate.

**Tabela 14** - pH e perdas de água nas carcaças de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
pH Lombo 24 horas	6,24	6,13	6,13	6,24	0,06	0,35	0,44	0,06
pH Pernil 24 horas	6,35	5,97	6,08	6,24	0,07	<0,01	0,16	0,31
<b>Perdas de água, %</b>								
Drip Loss	3,54	4,06	3,75	3,83	0,16	0,10	0,91	0,07
Perda Transporte Patos de Minas - Uberlândia	2,86	3,18	2,96	3,07	0,11	0,17	0,49	0,71
Resfriamento após 1 semana	7,46	7,58	7,62	7,42	0,17	0,71	0,15	0,06
Congelamento/ Descongelamento 20 dias	7,94	7,94	7,71	8,16	0,14	0,99	0,11	0,31
CRA - Carne Resfriada	0,417	0,457	0,447	0,427	0,01	0,09	0,44	0,52
CRA - Carne pós congelamento/descongelamento	0,476	0,465	0,479	0,462	0,01	0,71	0,73	0,08
Padrão Japonês - 24 h pós abate	2,65	2,94	2,93	2,66	0,08	0,05	0,14	0,85
Padrão Japonês - 48 h pós abate	3,83	3,87	3,87	3,83	0,08	0,78	0,44	0,50

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

Maior umidade ( $p=0,03$ ) foi observada no pernil dos animais CTR e maior porcentagem de cinzas foram encontradas nas amostras de lombo dos animais CTR, indicando maior teor de matéria mineral (Tabela 15). Nos demais parâmetros de composição centesimal e nos tecidos avaliados (pernil, barriga e lombo) não foram observadas diferenças ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos. Estes resultados estão em discordância com os encontrados por LIN et al., (2020) que observaram que a utilização de fitogênico melhorou a qualidade da carne e a concentração de aminoácidos do músculo, uma vez que a proteína total, aminoácidos totais, lipídios totais e cinzas brutas foram maiores neste tratamento.

**Tabela 15** - Análise centesimal do pernil, barriga e lombo de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Pernil</b>								
Proteína	69,60	68,30	69,50	68,40	0,44	0,71	0,96	0,61
Lipídeos	0,68	0,82	0,68	0,82	0,11	0,59	0,68	0,94
Cinzas	4,71	4,27	4,50	4,19	0,16	0,18	0,44	0,42
Umidade	75,40	74,00	74,60	74,90	0,33	0,03	0,77	0,43
<b>Barriga</b>								
Proteína	53,90	48,00	50,30	51,60	2,85	0,35	0,57	0,61
Lipídeos	2,32	2,05	2,28	2,10	0,37	0,71	0,26	0,17
Cinzas	3,00	2,79	2,97	2,82	0,12	0,43	0,69	0,41
Umidade	65,20	64,20	64,50	64,90	1,19	0,67	0,50	0,09
<b>Lombo</b>								
Proteína	67,80	61,00	64,30	64,50	2,66	0,25	0,91	0,70
Lipídeos	0,99	0,60	0,70	0,89	0,18	0,24	0,35	0,44
Cinzas	5,16	4,32	4,64	4,85	0,20	0,04	0,88	0,37
Umidade	72,00	72,10	75,60	68,50	1,57	0,96	0,01	0,47

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recría e terminação

Menores valores ( $p<0,05$ ) de L e b foram observadas na barriga in natura dos animais FITO em relação a CTR (Tabela 16). Entretanto, os demais padrões de avaliação não foram influenciados pelos tratamentos na barriga cozida sensorial e na barriga cozida. A força de cisalhamento apresentou médias semelhantes para os dois grupos ( $p>0,05$ ). Em relação a cor e a força de cisalhamento do lombo in natura, cozido sensorial e cozido, não foram influenciadas ( $p>0,05$ ) pelos tratamentos (Tabela 17). Na avaliação da cor do pernil cozido, observou-se que as amostras de animais FITO apresentaram menores valores de b ( $p=0,02$ ) em relação ao CTR (Tabela 6). Estas variações encontradas na cor dos diferentes grupamentos musculares e em

diferentes formas de processamento sugerem que a utilização de fitogênicos e seu potencial de ação pode ser controverso, uma vez que além de existirem diferentes tipos deste aditivo bem como diferentes formas de extração de cada um, afetando sua potencialidade nos diferentes tecidos fazendo com que os achados da literatura não sejam sempre coerentes e sem padrão estável de eficácia.

A cor e força de cisalhamento na barriga *in natura*, cozida sensorial e cozida não foram diferentes entre as categorias sexuais estudadas ( $p>0,05$ ) (Tabela 16).

A cor e força de cisalhamento no lombo *in natura* e cozido não foram diferentes entre as categorias sexuais estudadas ( $p>0,05$ ) (Tabela 16). Entretanto, a cor dos parâmetros a e b do lombo cozido sensorial foram maiores ( $p<0,05$ ) nas fêmeas.

A cor e força de cisalhamento no pernil cozido sensorial e cozido não foram diferentes entre as categorias sexuais estudadas ( $p>0,05$ ) (Tabela 5). Entretanto, a cor do parâmetro L do pernil *in natura* foi maior ( $p<0,05$ ) nos machos.

**Tabela 16** - Cor e força de cisalhamento na barriga de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Barriga <i>in natura</i></b>								
L	43,26	36,11	39,79	39,70	1,54	0,02	0,95	0,27
a	9,70	8,86	9,58	9,00	0,35	0,24	0,44	0,11
b	5,27	3,88	4,41	4,76	0,37	0,05	0,95	0,78
FC, kgf	8,42	6,67	6,79	8,30	0,54	0,11	0,45	0,60
<b>Barriga cozida - sensorial</b>								
L	25,25	28,10	26,68	26,62	1,08	0,19	0,59	0,81
a	6,50	7,80	6,52	7,73	0,55	0,25	0,46	0,92
b	16,58	17,33	17,10	16,80	0,57	0,52	0,90	0,49
FC, kgf	7,97	6,02	8,63	5,52	0,84	0,23	0,54	0,32
<b>Barriga cozida</b>								
L	37,12	35,53	34,54	38,08	1,25	0,52	0,36	0,21
a	8,11	8,34	7,65	8,78	0,41	0,78	0,15	0,22
b	15,34	16,13	15,40	16,06	0,47	0,41	0,41	0,24
FC, kgf	6,68	7,91	7,55	7,06	1,11	0,58	0,79	0,12

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

**Tabela 17** - Cor e força de cisalhamento no lombo de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Lombo in natura</b>								
L	3,58	4,50	3,92	4,16	0,27	0,10	0,57	0,36
A	7,43	7,50	7,19	7,74	0,21	0,87	0,23	0,60
B	3,58	4,50	3,92	4,16	0,27	0,10	0,57	0,36
Escala de cor, pt	2,96	3,03	2,91	3,08	0,07	0,66	0,25	0,56
FC, kgf	6,21	6,46	6,62	6,06	0,26	0,64	0,51	0,84
<b>Lombo cozido - Sensorial</b>								
L	27,09	26,45	28,08	5,52	1,15	0,77	0,12	0,08
A	8,25	7,82	8,78	7,33	0,34	0,53	<0,01	0,94
B	17,94	17,01	18,71	16,29	0,58	0,41	0,01	0,31
FC, kgf	7,25	5,83	7,19	5,98	0,47	0,11	0,81	0,29
<b>Lombo cozido</b>								
L	35,23	34,05	36,12	33,23	1,32	0,64	0,21	0,07
A	6,53	7,29	7,33	6,49	0,28	0,18	0,32	0,31
B	17,46	18,37	18,37	17,46	0,51	0,35	0,14	0,07
FC, kgf	9,77	9,14	9,24	9,68	0,54	0,57	0,47	0,60

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

**Tabela 18** - Cor e força de cisalhamento no pernil de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Pernil in natura</b>								
L	36,83	36,13	34,04	38,86	1,25	0,77	0,01	0,24
A	9,16	9,82	9,34	9,63	0,20	0,10	0,26	0,11
B	4,49	4,91	4,88	4,52	0,25	0,40	0,75	0,60
FC, kgf	7,95	7,26	7,42	7,83	0,44	0,44	0,34	0,09
<b>Pernil cozido - sensorial</b>								
L	28,58	24,62	26,38	26,91	1,23	0,13	0,97	0,29
A	6,52	6,86	6,51	6,83	0,27	0,58	0,58	0,74
B	15,95	15,72	15,56	16,07	0,43	0,80	0,79	0,47
FC, kgf	7,69	6,97	7,04	7,58	0,60	0,58	0,50	0,26
<b>Pernil cozido</b>								
L	37,33	34,30	35,59	36,09	1,29	0,25	0,24	0,94
A	8,62	7,51	7,95	8,20	0,33	0,13	0,45	0,78
B	20,02	17,25	18,07	17,25	0,57	0,02	0,47	0,67
FC, kgf	10,46	12,16	11,46	11,05	0,86	0,37	0,78	0,92

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

Os resultados de perfil de textura da barriga, lombo e pernil são apresentados nas tabelas 19, 20 e 21 respectivamente. Os resultados revelaram maior coesividade na barriga in natura e lombo cozido-sensorial e maior resiliência no lombo cozido-sensorial, para os animais do grupo controle comparado com o grupo com fitogênicos. Na barriga – Sensorial, foi observada uma maior dureza, gomosidade e mastigabilidade. Na análise de TPA, a dureza normalmente é um dos parâmetros primários e a mastigabilidade e gomosidade são parâmetros secundários obtidos da curva. A maior dureza está associada a uma menor qualidade da carne, que por sua vez podem apresentar uma maior gomosidade e mastigabilidade (RAMOS & GOMIDE, 2017).

**Tabela 19** - Perfil de textura da barriga de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Barriga <i>in natura</i></b>								
Dureza	917,70	862,15	967,33	810,74	111,58	0,81	0,59	0,41
Adesividade	-27,01	-22,81	-27,23	-22,59	3,50	0,55	0,85	0,07
Flexibilidade	0,60	0,58	0,60	0,58	0,01	0,62	0,63	0,06
Coesividade	0,55	0,50	0,52	0,52	0,01	0,05	0,85	0,89
Gomosidade	483,77	444,75	516,73	410,61	58,70	0,75	0,49	0,48
Mastigabilidade	315,97	261,78	315,97	261,78	36,93	0,47	0,45	0,24
Resiliência	0,19	0,18	0,19	0,18	<0,01	0,36	0,69	0,54
<b>Barriga cozida - Sensorial</b>								
Dureza	4717,80	10375,87	8876,22	6022,34	1210,36	0,01	0,10	0,45
Adesividade	-0,22	-0,51	-0,52	-0,21	0,10	0,25	0,01	0,97
Flexibilidade	0,72	0,71	0,68	0,75	0,01	0,80	0,01	0,54
Coesividade	0,50	0,44	0,48	0,47	0,02	0,29	0,84	0,77
Gomosidade	1842,41	4105,28	3706,21	2163,45	576,34	0,04	0,07	0,24
Mastigabilidade	1353,28	2728,56	2392,83	1641,59	332,87	0,03	0,18	0,27
Resiliência	0,23	0,20	0,21	0,21	0,01	0,21	0,68	0,68
<b>Barriga cozida</b>								
Dureza	4420,39	5188,08	5233,89	4376,11	584,55	0,52	0,79	0,42
Adesividade	-0,25	-0,60	-0,29	-0,49	0,09	0,19	0,53	0,40
Flexibilidade	0,72	0,72	0,70	0,74	0,02	0,98	0,25	0,94
Coesividade	0,47	0,53	0,45	0,55	0,02	0,13	0,03	0,83
Gomosidade	1654,83	2552,79	1955,82	2231,89	244,50	0,06	0,54	0,29
Mastigabilidade	1220,02	1861,52	1448,46	1619,31	167,55	0,05	0,42	0,24
Resiliência	0,20	0,24	0,18	0,26	0,01	0,13	<0,01	0,97

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação



**Tabela 20** - Perfil de textura do lombo de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Lombo <i>in natura</i></b>								
Dureza	3039,87	3505,81	3551,44	2994,24	290,70	0,43	0,84	0,58
Adesividade	-27,55	-32,01	-32,18	-27,39	1,96	0,26	0,41	0,25
Flexibilidade	0,54	0,53	0,57	0,51	0,02	0,83	0,46	0,17
Coesividade	0,55	0,59	0,58	0,57	0,01	0,23	0,92	0,35
Gomosidade	1725,50	2081,63	2114,37	1692,76	180,97	0,32	0,77	0,46
Mastigabilidade	954,37	1249,25	1245,35	958,27	105,75	0,15	0,69	0,23
Resiliência	0,30	-0,16	0,32	-0,17	0,23	0,34	0,47	0,33
<b>Lombo Cozido - Sensorial</b>								
Dureza	5065,89	4237,51	5116,72	4275,87	400,43	0,29	0,26	0,07
Adesividade	-0,22	-0,24	-0,22	-0,24	0,02	0,74	0,37	0,30
Flexibilidade	0,88	0,79	0,83	0,85	0,03	0,15	0,57	0,28
Coesividade	0,69	0,64	0,67	0,66	0,01	0,01	0,92	0,75
Gomosidade	3472,26	2765,25	3458,47	2851,22	279,84	0,20	0,27	0,06
Mastigabilidade	2995,44	2259,34	2896,16	2427,92	241,30	0,12	0,37	0,06
Resiliência	0,35	0,30	0,33	0,32	<0,01	0,01	0,86	0,91
<b>Lombo cozido</b>								
Dureza	4238,94	4058,37	4694,45	3609,30	383,07	0,81	0,12	0,09
Adesividade	-0,36	-0,50	-0,50	-0,35	0,09	0,60	0,27	0,08
Flexibilidade	0,82	0,80	0,81	0,81	<0,01	0,17	0,35	0,82
Coesividade	0,69	0,67	0,69	0,67	0,01	0,38	0,56	0,64
Gomosidade	2880,11	2723,30	3189,32	2419,69	250,36	0,75	0,11	0,15
Mastigabilidade	2350,20	2189,65	2581,69	1963,89	202,29	0,69	0,13	0,17
Resiliência	0,35	0,34	0,35	0,33	<0,01	0,47	0,61	0,57

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

**Tabela 21** - Perfil de textura do pernil de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos

Parâmetros	Tratamento		Categoria Sexual		SEM	P valor		
	CTR	FITO	Fêmea	Macho		TRAT	CS	TRAT*CS
<b>Pernil <i>in natura</i></b>								
Dureza	3382,41	2727,51	2947,48	3162,44	310,20	0,31	0,82	0,98
Adesividade	-28,46	-25,22	-26,56	-27,12	2,23	0,47	0,38	0,25
Flexibilidade	0,55	0,48	0,51	0,52	0,02	0,17	0,38	0,21
Coesividade	0,51	0,52	0,50	0,53	0,01	0,87	0,75	0,06
Gomosidade	1920,87	1432,54	1611,44	1741,96	175,5	0,18	0,96	0,85
Mastigabilidade	1168,07	864,13	985,09	1058,37	112,26	0,21	0,95	0,88
Resiliência	0,30	0,25	0,27	0,29	0,01	0,09	0,74	0,33
<b>Pernil cozido - Sensorial</b>								
Dureza	5943,09	6975,26	5370,65	7257,14	618,61	0,45	0,36	0,88
Adesividade	-0,19	-0,19	-0,15	-0,23	0,02	0,95	0,12	0,42
Flexibilidade	0,80	0,81	0,81	0,81	<0,01	0,67	0,51	0,52
Coesividade	0,61	0,59	0,60	0,60	0,01	0,54	0,22	0,34
Gomosidade	3657,14	3949,80	3160,75	4280,28	354,55	0,71	0,46	0,76
Mastigabilidade	2933,94	3149,81	2527,93	3423,48	279,50	0,72	0,47	0,61
Resiliência	0,29	0,27	0,27	0,28	<0,01	0,50	0,40	0,37
<b>Pernil cozido</b>								
Dureza	6974,76	6179,02	6445,39	6717,80	531,85	0,49	0,40	0,23
Adesividade	-0,22	-0,26	-0,17	-0,28	0,02	0,68	0,42	0,25
Flexibilidade	0,82	0,80	0,83	0,80	0,01	0,37	0,11	0,92
Coesividade	0,62	0,62	0,64	0,61	0,01	0,95	0,10	0,62
Gomosidade	4241,51	3718,79	3990,43	3999,38	298,72	0,42	0,53	0,24
Mastigabilidade	3535,16	2947,39	3329,19	3204,99	254,06	0,29	0,67	0,34
Resiliência	0,29	0,29	0,30	0,28	<0,01	0,89	0,15	0,73

CTR: Tratamento controle; FITO: Utilização de fitogênicos nas fases de recria e terminação

As características de TPA estão relacionadas diretamente a idade, tipo de fibras musculares, conteúdo de gordura intramuscular e proteólise post-mortem de proteínas miofibrilares (SOLTANIZADEH et al, 2008; MIGDAŁ et al., 2020). O componente miofibrilar e a quantidade de gordura intracelular assim como propriedades bioquímicas do musculo são fatores determinantes da dureza e a qualidade da carne (KARLSSON et al. 1999; KARLOVIĆ et al. 2009; KIM et al., 2020). Além disso, fatores que alteram a taxa de crescimento como a dieta, desempenho de crescimento, promotores de crescimento podem ser determinantes das características da fibra muscular e qualidade da carne (WEGNER et al., 2000; JUKNA ET AL., 2005; REHFELDT, 2005).

Entre os mecanismos de ação sugeridos na literatura para os fitogênicos, pode ser citado um aumento na secreção de enzimas digestivas, aumento da atividade palatabilidade e consumo de ração, efeito antioxidante, anti-inflamatório e antimicrobiano (JANG et al., 2004; CZECH et al., 2009), o que pode melhorar o a taxa de crescimento (LI et al., 2012), que estão também estão diretamente associadas a melhores características de textura da carne (MIGDAŁ et al., 2006). Neste estudo os animais suplementados com o aditivo fitogênico não apresentaram melhores características de textura da carne comparado com o grupo controle. A barriga, lombo e pernil in natura, assim como para barriga lombo e pernil cozidos não apresentaram diferenças ( $p>0.05$ ) em relação aos fatores dureza, adesividade, flexibilidade, Gomosidade, Mastigabilidad e Resiliência. Em contraste com o observado por JUKNA et al., (2005) que observaram melhores valores de dureza com o uso de preparações de aditivos fitogênicos.

A taxa de crescimento e a maturidade fisiológica são fatores determinantes da textura da carne, pois animais de crescimento mais lento podem apresentar maiores valores de dureza, flexibilidade e fraturabilidade, o que está associado a qualidade da carne (LEE et al., 2013) e poderia explicar as variações observadas de acordo com a condição sexual (KIM et al., 2020).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados sugerem que houve maior peso final dos animais FITO na fase de terminação, o que difere dos encontrados na literatura. Não foram observadas

diferenças entre os demais parâmetros de tipificação e características de carcaças de suínos machos e fêmeas alimentados com e sem a utilização de fitogênicos.

Os animais machos apresentaram maior peso de carcaça quente e fria, maior rendimento de carcaça e espessura de toucinho. Em contrapartida as fêmeas apresentaram maior comprimento de carcaça, profundidade de lombo e porcentagem de carne magra. O pH, perdas de água e cor não foram influenciados pelas categorias sexuais estudadas. Estes resultados estão de acordo com os encontrados.

Corroborando com os resultados de pH, observou-se maior pontuação de cor do pelo padrão japonês 24 h pós abate para os animais que consumiram ração FITO durante a fase de crescimento e terminação. Nos demais parâmetros de composição centesimal e nos tecidos avaliados (pernil, barriga e lombo) não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Estes resultados estão em discordância com os encontrados que observaram que a utilização de fitogênico melhorou a qualidade da carne e a concentração de aminoácidos do músculo.

A cor e força de cisalhamento na barriga *in natura*, cozida sensorial e cozida não foram diferentes entre as categorias sexuais estudadas.

A cor e força de cisalhamento no lombo *in natura* e cozido não foram diferentes entre as categorias sexuais estudadas. Entretanto, a cor dos parâmetros a e b do lombo cozido sensorial foram maiores nas fêmeas.

A cor e força de cisalhamento no pernil cozido sensorial e cozido não foram diferentes entre as categorias sexuais estudadas. Entretanto, a cor do parâmetro L do pernil *in natura* foi maior nos machos.

Os resultados de perfil de textura da barriga, lombo e pernil revelaram maior coesividade na barriga *in natura* e lombo cozido-sensorial e maior resiliência no lombo cozido-sensorial, para os animais do grupo controle comparado com o grupo com fitogênicos. Na barriga – Sensorial, foi observada uma maior dureza, gomosidade e mastigabilidade.

Neste estudo os animais suplementados com o aditivo fitogênico não apresentaram melhores características de textura da carne comparado com o grupo controle. A barriga, lombo e pernil *in natura*, assim como para barriga lombo e pernil

cozidos não apresentaram diferenças em relação aos fatores dureza, adesividade, flexibilidade, Gomosidade, Mastigabilidade e Resiliência. Em contraste com o observado na literatura que observaram melhores valores de dureza com o uso de preparações de aditivos fitogênicos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Métodos brasileiro de classificação de carcaças**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Estrela, p.17. 1973.

BAHADORAN Z, MIRMIRAN P, AZIZI F. Dietary polyphenols as potential nutraceuticals in management of diabetes: a review. **Journal Diabetes Metab Disord**, v. 12, p.12, 2013. <https://doi.org/10.1186/2251-6581-12-43>

BARHAM BL, BROOKS JC, BLANTON JR, HERRING AD, CARR MA, KERTH CR, MILLER MF. Effects of growth implants on consumer perceptions of meat tenderness in beef steers. **Journal Animal Science**, v. 81, p. 3052–3056, 2003. <https://doi.org/10.2527/2003.81123052x>

BERTOL, M.T. Composição e aspectos de qualidade da carne suína. In: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína**. Brasília, DF: Embrapa, p.11-38, 2019.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Avaliação da Carne Suína**. Londrina: Midiograf, p.120, 2009.

CZECH A, KOWALCZUK E, GRELA ER. The effect of an herbal extract used in pig fattening on the animals performance and blood components. **Ann Univ Mariae Curie Sklodowska**, v. 27, p. 25–33, 2009. <https://doi.org/10.2478/v10083-009-0009-7>

DUCLOS MJ, BERRI C, LE BIHAN-DUVAL E. Muscle growth and meat quality. **Journal Appl Poultry Res**, v.16, p. 107–112, 2012. <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.107>

DUNSHEA FR, D'SOUZA DN, PETHICK DW, HARPER GS, WARNER RD. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v. 71, p. 8–38, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.001>

FARRELL TC. Modelling Meat Quality Attributes. **Grains Research & Development Corporation In Contributed Paper: AARES 45th Annual Conference**, p. 23-25, 2001.

GUNAWARDENA, C.; ROBERTSON, W., YOUNG, M., GOONEWARDENE, L., ZIJLSTRA, R., BELTRANENA, E. Feeding zerotannin fababen to hogs – effects on pork yield in primal cuts and loin quality. **Western Hog Journal**, v.7, p. 71-85, 2011.

GANGULY S. Herbal and plant derived natural products as growth promoting nutritional supplements for poultry birds: a review. **Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation**, v. 2, p. 12–13, 2013. <https://doi.org/10.7897/2277-4572.02323>

HERAWATI and MARJUKI. The Effect of Feeding Red Ginger (*Zingiber officinale* Rosc) as Phytobiotic on Broiler Slaughter Weight and Meat Quality. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, p. 983-986, 2011. <https://doi.org/10.3923/ijps.2011.983.986>

HASHEMI SR, DAVOODI H. Phytogenics as new class of feed additive in poultry industry. **Journal of animal and Veterinary Advances**, v. 9, p. 2295–2304, 2010. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.2295.2304>

HONIKEL, K. O.; KIM, C. J. Causes of the development of PSE pork. **Fleischwirts**, v.66, p.349-353, 1986.

JANG IS, KO YH, YANG HY, HA JS, KIM JY, KANG SY, YOO DH, NAM DS, KIM DH, LEE CY. Influence of essential oil components on growth performance and the functional activity of the pancreas and small intestine in broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v. 17, p. 394–400, 2004. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.394>

J.H. Cho, H.J. Kim, I.H. Kim. Effects of phytogenic feed additive on growth performance, digestibility, blood metabolites, intestinal microbiota, meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers. **Livestock Science**, v. 160, p. 82-88, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.006>

JUKNA, C.; JUKNA, V.; ŠIMKUS, A. The effect of probiotics and phytobiotics on meat properties and quality in pigs. **Veterinarija ir Zootechnika**, v. 29, p. 80–84, 2005.

KARLOVIĆ S., JEŽEK D., BLAŽIĆ M., TRIPALO B., BRNČIĆ M., BOSILJKOV M., ŠIMUNEK M. Influence of refrigeration and ageing time on textural characteristics of fresh meat. **Croatian journal of food science and technology**, v.1, p.1-6, 2006.

KARLSSON A. H., KLONT R. E., FERNANDEZ X. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. **Livestock Production Science**, v. 60, p. 255–269, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00098-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00098-6)

KIM J. A, CHO E. S, JEONG Y. D, CHOI Y. H, KIM Y. S, CHOI J. W, KIM J. S, JANG A, HONG J. K, SA S. J. The effects of breed and gender on meat quality of Duroc, Pietrain, and their crossbred. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 62, p. 409-419, 2020. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.3.409>

LAN ZHENG, SHELBY RAMIREZ, G RAJ MURUGESAN, ERIKA HENDEL, ANTONIA TACCONI. Effects of phytogenic feed additives and Ractopamine HCl on growth performance and carcass characteristics in grow-finish pigs. **Journal of Animal Science**, v. 98, p. 82, 2020. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa054.146>

LEE JW, DY KIL, BD KEEVER, J. KILLEFER, FK MCKEITH, RC SULABO, HH STEIN. Carcass fat quality of pigs is not improved by adding corn germ, beef tallow, palm kernel oil, or glycerol to finishing diets containing distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v.91, p. 2426- 2437, 2013.

<https://doi.org/10.2527/jas.2012-5328>

LI PF, PIAO XS, RU YJ, HAN X, XUE LF, ZHANG HY. Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health. **Journal of Animal Science**, v. 25, p.1617–1626, 2012.

<https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12292>

MENDOZA, S; GOURLEY, G; HENDEL, E; STELZHAMMER, S; MUELLER, I; WEILAND, T; HUNGER, C; MURUGESAN, G. Evaluation of a Phytogetic blend and Ractopamine HCl on growth and carcass traits in pigs housed under commercial conditions. **Journal of Animal Science**, v. 96, p. 307, 2018.

<https://doi.org/10.1093/jas/sky404.675>

MIGDAŁ, W., RÓŻYCKI, M., MUCHA, A., TYRA, M., NATONEK-WIŚNIEWSKA, M., WALCZYCKA, M., KULAWIK, P., WĘSIERSKA, E., ZAJĄC, M., TKACZEWSKA, J., MIGDAŁ Ł. & KRĘPA-STEFANIK, K. Meat Texture Profile and Cutting Strength Analyses of Pork Depending on Breed and Age. **Annals of Animal Science**, v. 20, p.677-692, 2020. <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0085>

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. (Eds.). **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 472p, 2017.

REHFELDT, C. Prenatal events that determine the number of muscle fibres are important for lean growth and meat quality in pigs. **Research Institute for the Biology of Farm Animals**, v. 48, p. 11-22, 2005.

SERRATOSA J, BLASS A, RIGAU B, MONGRELL B, RIGAU T, TORTADES M, TOLOSA E, AGUILAR C, RIBÓ O, BALAGUÉ J. Residues from veterinary medicinal products, growth promoters and performance enhancers in food-producing animals: a European Union perspective. **Revue Scientifique Technique**, v. 25, p. 637–653, 2006. <https://doi.org/10.20506/rst.25.2.1687>

SOLTANIZADEH, N., KADIVAR, M., KERAMAT, J., FAZILATI, M. Comparision of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage. **Meat Science**, v. 80, p. 892-895, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.04.007>

SURAI, PF. Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: from the past to the future. **Journal Animal Physiol Nutr**, v. 98, p. 19–31, 2014. <https://doi.org/10.1111/jpn.12070>

THAKUR S, ZHAO S, MCDERMOTT PF, HARBOTTLE H, ABBOTT J, ENGLISH L, GEBREYES WA, WHITE DG. Antimicrobial resistance, virulence, and genotypic profile comparison of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from humans and retail meats. **Foodborne Pathog Dis**, v. 7, p. 835–844, 2010. <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0487>

VALENZUELA-GRIJALVA, N. V., PINELLI-SAAVEDRA, A., MUHLIA-ALMAZAN, A., DOMÍNGUEZ-DÍAZ, D., & GONZÁLEZ-RÍOS, H. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 59, p. 1– 17, 2017. <https://doi.org/10.1186/s40781-017-0133-9>

WEGNER, J., E. ALBRECHT, I. FIEDLER, F. TEUSCHER, H. J. PAPSTEIN, AND K. ENDER. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1485–1496, 2000. <https://doi.org/10.2527/2000.7861485x>

ZHOU TX, ZHANG ZF, KIM IH. Effects of Dietary Coptis Chinensis Herb Extract on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Characteristics and Meat Quality in Growing-finishing Pigs. **Journal of Animal Science**, v. 26, p. 108-115, 2013. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11400>