

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal



Dissertação

**Avaliação da participação da raça Duroc e do gênero sobre os parâmetros
produtivos e as características da carcaça e da carne suína**

João Carlos Rodrigues Santos

Araquari, 2022

João Carlos Rodrigues Santos

**Avaliação da participação da raça Duroc e do gênero sobre os parâmetros
produtivos e as características da carcaça e da carne suína**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientador: Vanessa Peripolli

Coorientador Ivan Bianchi

Araquari, 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

S237a Santos, João Carlos Rodrigues
Avaliação da participação da raça Duroc e do gênero
sobre os parâmetros produtivos e as características da
carcaça e da carne suína / João Carlos Rodrigues
Santos; orientadora Vanessa Peripolli; coorientador
Ivan Bianchi. -- Araquari, 2022.
41 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, Mestrado Profissional
em Produção e Sanidade Animal, Araquari, 2022.

Inclui referências.

1. Marmoreio. 2. melhoramento Genético. 3.
Qualidade de Carne. 4. Suinocultura. I. Peripolli,
Vanessa, II. Bianchi, Ivan. III. Instituto Federal
Catarinense. Mestrado Profissional em Produção e
Sanidade Animal. IV. Título.

João Carlos Rodrigues Santos

**Avaliação da participação da raça Duroc e do gênero sobre os parâmetros
produtivos e as características da carcaça e da carne suína**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 04/08/2022 – 14:00 hs

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vanessa Peripolli (Orientador)

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Instituição de vínculo Instituto Federal Catarinense - IFC- Campus Araquari

Dr. Mônica Corrêa Ledur

Doutor em Genética e Melhoramento Animal pela University of Guelph - UOG
Instituição de vínculo Embrapa Suínos e Aves

Prof. Dr. Luciano Hauschild

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Instituição de vínculo Universidade Estadual Paulista - UNESP – Campus Jaboticabal



Emitido em 04/08/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 9/2022 - PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 26/10/2022 20:22)

IVAN BIANCHI

COORDENADOR DE CURSO - TITULAR

PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

Matrícula: ###489#1

(Assinado digitalmente em 27/10/2022 10:04)

VANESSA PERIPOLLI

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CGES/ARA (11.01.02.39)

Matrícula: ###851#7

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **9**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **26/10/2022** e o código de verificação: **e2cc4bbe1e**

Dedicatória

“Meus Pais, meus maiores exemplos de pessoa, cidadão e profissional. Se cheguei até aqui é graças a eles que me deram o dom da vida e possibilitaram minha carreira acadêmica”

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus e Nossa Senhora de Aparecida, por ter me mantido com saúde e forças para chegar ao fim deste projeto.

À toda minha família, em especial meus Pais e minhas irmãs, pelos esforços realizados para que pudesse estudar o curso que sempre sonhei. Pelos ensinamentos e educação que me deram durante toda a minha vida.

À minha filha Amanda, por ela me esforço para ser um pai, cidadão e profissional cada dia melhor, e que no futuro possa ser uma inspiração para ela.

À minha noiva Silvia Dalsenter, grande incentivadora e apoiadora desde o início do Mestrado, sendo uma entusiasta do tema da minha Dissertação, e sempre com bons conselhos e exemplo, fazendo parte do meu crescimento pessoal e profissional.

À minha equipe de orientação, principalmente a minha orientadora Vanessa Peripolli, por aceitar a me orientar, juntamente com o coorientador Ivan Bianchi, e os membros da equipe Renato Irgang, Adriano Norenberg e Bruna Correia a qual não mediram esforços para conclusão desse projeto. À empresa Pamplona Alimentos S/A, Edival Justen, diretor de suprimentos e fomento agropecuário e Fabrício Murilo Beker, gerente de fomento agropecuário, por me autorizarem a ingressar no Programa de Pós-Graduação.

À equipe da fábrica de rações, na pessoa do gestor Ivan de Castro e Nutricionista Sócrates Roberto Bill de Macedo, a granja Pouso da Caixa na pessoa da assistente técnica Suzane Recalcatti, pelo entendimento dos benefícios e apoio ao trabalho.

Ao integrado Vanderlei Stupp e família pela dedicação e comprometimento, meu muito obrigado. A toda equipe do fomento agropecuário que me auxiliou na realização do trabalho, Adriano Norenberg, Dener Paulo Tres, Gimar Augusto Faria, Leirson Vicente, Tauna F.B. Roesner, Henrique Johan, Endrio Werner Rocha e Reinaldo Custódio de Oliveira pelo acompanhamento a campo e que auxiliaram na condução do trabalho no abatedouro.

A toda equipe do Serviço de Inspeção Federal, funcionários da indústria e do controle de qualidade pelo auxílio na organização para a execução dos trabalhos.

Aos pesquisadores Mônica Corrêa Ledur e Luciano Hauschild por aceitarem o convite para fazer parte da banca avaliadora e disponibilizarem o seu tempo.

Resumo

RODRIGUES, João Carlos Santos. **Avaliação da participação da raça Duroc e do gênero sobre os parâmetros produtivos e as características da carcaça e da carne suína.** 2022. 41f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

Atualmente, programas de melhoramento genético estão sendo empregados na suinocultura com o intuito de atender ao sistema intensivo de produção e aumentar o rendimento de carne magra. Porém, essas mudanças impactam diretamente na qualidade de carne, visto que o percentual de gordura intramuscular é essencial para garantir a maciez e suculência da carne. A raça Duroc é conhecida pela elevada taxa de crescimento, alto teor de gordura intramuscular, menor espessura de toucinho e rusticidade. Sendo assim, esse estudo teve como objetivo avaliar a participação da raça Duroc nos cruzamentos sobre o desempenho produtivo e as características da carcaça e da carne de suínos, e sua interação com gênero. Foram utilizados 1152 animais, alocados em seis tratamentos em arranjo fatorial com três cruzamentos (5, 50 e 100% de participação da raça Duroc) e dois gêneros (macho imunocastrado-MIC e fêmea). Os animais foram pesados individualmente para determinação do ganho de peso diário e aferida a espessura de toucinho *in vivo* no dia do alojamento e no dia anterior ao abate. A quantidade de ração fornecida por baia (8 baias por tratamento) foi pesada para determinação da conversão alimentar. Foram avaliadas a frequência de medicação e a taxa de mortalidade. Ao abate, foram selecionados dois animais por baia mais próximos aos 130 kg, totalizando 96 animais, para a avaliação do comprimento de carcaça, pH, cor, marmoreio, espessura de gordura subcutânea, profundidade, comprimento e área do músculo *Longissimus thoracis*, além dos pesos dos cortes de lombo, paleta, costela com barriga e pernil. Foram coletados também os dados de tipificação de carcaça de todos os animais para determinação da espessura de toucinho, rendimento de carne magra, profundidade de músculo e o peso da carcaça quente no frigorífico. Os dados foram analisados utilizando o software SAS. Não houve efeito da interação entre cruzamento e gênero sobre as variáveis estudadas ($P>0,05$). Os machos apresentaram maiores pesos inicial e final, ganho de peso médio diário e peso de carcaça quente em comparação as fêmeas. Os animais 50% Duroc apresentaram maior peso final e maior espessura de toucinho quando comparado aos animais 5 e 100% Duroc, enquanto os animais 100% Duroc apresentaram a menor espessura de toucinho. Os animais 5% Duroc apresentaram a melhor conversão alimentar, assim como os MIC quando comparados as fêmeas. Os animais 100% Duroc apresentaram o menor comprimento de carcaça, espessura de toucinho e rendimento de carcaça, concomitante a maior profundidade de músculo, rendimento de carne e comprimento de lombo. Os MIC, quando comparados as fêmeas, apresentaram menor rendimento de carcaça. Quanto aos cortes, diferenças foram observadas apenas para o lombo, onde os animais 100% Duroc apresentaram menor peso em relação aos animais 5 e 50% Duroc, assim como os MIC quando comparados as fêmeas. O índice de gordura de marmoreio na carne aumentou com a inclusão de Duroc nos cruzamentos, e maior escore de cor da carne foi observada nos suínos 50 e 100%. As fêmeas

apresentaram maiores escores de cor e marmoreio quando comparados com MIC. Sendo assim, observa-se a grande capacidade da utilização da raça Duroc para melhoria na qualidade de carne se tornando uma alternativa viável para cortes suínos de qualidade superior para atender a demanda do mercado consumidor.

Palavras-chave: Marmoreio; Melhoramento Genético; Qualidade de Carne; Suinocultura

Abstract

RODRIGUES, João Carlos Santos. **Evaluation of the participation of the duroc breed and gender on production and carcass and meat traits**. 2022. 41f. Dissertation (Master's in Sciences) - Postgraduate in Animal Production and Health, ProRectory of Research, Graduate and Innovation, Federal Institute of Santa Catarina, Araquari, 2022.

Currently, intense genetic improvement programs have been used in the swine industry to achieve the pig production goals and increase carcass yield and leanness. However, this genetic improvement impact the meat quality, since the percentage of intramuscular fat is essential to ensure the tenderness and juiciness of the meat. The Duroc breed is known for traits of high growth rate, high intramuscular fat deposition, less backfat thickness, and rusticity. The present study aimed to evaluate the effect of the participation of the Duroc breed in crossbreeding on the productive performance, carcass yield, meat quality as well as their interaction with gender. For this study, 1152 animals were used and distributed among six treatments in a factorial design with three crosses (5, 50 and 100% of the participation of the Duroc breed) and two genders (immunocastrated males -ICM and females). The individual animal weight and the backfat thickness were measured on the day of housing, as well as on the day before slaughtering. The amount of feed offered, and feed consumption was recorded to calculate average daily gain and feed conversion. Medication frequency and mortality were analyzed. At slaughter, 2 animals per pen in a total of 96 animals with approximately 130 kg were selected to determine carcass length, pH, color, marbling, subcutaneous fat thickness, depth, length, and area of the Longissimus thoracis muscle. Also, the cuts of loin, shoulder, rib with belly, and ham were recorded. Carcass typification data were collected from all animals to determine backfat thickness, carcass leanness, muscle depth, and hot carcass weight at the slaughterhouse. Data were analyzed using SAS software. There was no effect of the interaction between crossing and gender on the variables studied ($P>0.05$). Males had higher initial and final weight and average daily gain and hot carcass weight compared to females. The animals with 50% Duroc crossbreed had higher final weight and greater backfat thickness when compared to the animals with 5 and 100% Duroc, while 100% Duroc crossbreed animals had the smallest backfat thickness. The best feed conversion was found in the 5% Duroc crossbreed, as well as the ICM when compared to females. 100% Duroc crossbreed animals had the lowest carcass yield as well as the ICM when compared to females, carcass length and backfat thickness, concomitant with greater muscle depth, meat yield, and loin length. Regarding the cuts, significant differences were observed only in the loin, where the 100% Duroc obtained lower weight compared to the 5 and 50% Duroc, as well as the IMC when compared to females. The marbling was directly proportional to the increase in Duroc percentage inclusion. The animals from 50% and 100% Duroc content showed the greatest meat color. Also, color and marbling were better for females when compared to ICM. Therefore, the Duroc breed can improve meat quality without negative reflections on productivity, becoming a viable alternative for superior quality pork cuts to meet the demand of the consumer market.

Keywords: Genetic improvement; Marbling; Meat quality; Swine production

Tabela 1: Efeito do cruzamento e do gênero sobre os pesos inicial e final, o ganho de peso diário e a espessura de toucinho de suínos	26
Tabela 2: Efeito do cruzamento e do gênero sobre o consumo de ração e a conversão alimentar de suínos	26
Tabela 3: Efeito do cruzamento e do gênero sobre o peso de abate e a tipificação da carcaça de suínos	27
Tabela 4: Efeito do cruzamento e do gênero sobre as características da carcaça de suínos	27
Tabela 5: Efeito do cruzamento e do gênero sobre o peso dos cortes de suínos	28
Tabela 6: Efeito do cruzamento e do gênero sobre a cor, o marmoreio e o pH da carne de suínos	28
Tabela 7: Efeito do cruzamento e do gênero sobre uso de medicamentos e mortalidade de suínos.....	29

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	2
2 Objetivos.....	6
2.1 Geral:.....	6
2.2. Específicos:.....	6
Título do artigo: Avaliação da participação da raça Duroc sobre os índices zootécnicos e a qualidade de carne suína.....	7
3.1 Introdução	7
3.2 Material e Métodos.....	9
3.3 Resultados.....	13
3.4 Discussão	1
3.5 Conclusão	4
CONSIDERAÇÕES FINAIS	5
REFERÊNCIAS	5

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

A melhoria na qualidade de vida, avanços na medicina e tecnologia e o aumento das taxas de natalidade contribuíram para o grande crescimento populacional mundial nas últimas décadas. Concomitantemente, o consumo de proteína de origem animal aumentou cerca de 13% nos últimos 10 anos (2010-2020), sendo que a carne suína corresponde a 33% do consumo per capita mundial (Shahbandeh, 2022). A tendência é que esse aumento continue impulsionado em grande parte pelo crescimento da renda e da população. As estimativas indicam que o crescimento no consumo global de proteínas de origem animal na próxima década deverá aumentar em 14% até 2030 em comparação com a média do período base de 2018-2020, sendo que a disponibilidade de proteína suína deverá crescer 13,1% até 2030 (OECDL-FAO, 2021).

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, devido ao seu baixo custo e grande versatilidade (EMBRAPA, 2021). Essa posição é alcançada mesmo com a carne suína não fazendo parte da alimentação de uma fração significativa da população, principalmente por motivos religiosos, como os muçulmanos, hindus, judeus e adventistas.

No cenário mundial o Brasil é o quarto maior produtor de carne suína, com a produção brasileira total registrada no ano de 2020 de 4,436 milhões de toneladas, ficando atrás apenas de China, União Europeia e Estados Unidos da América (ABPA, 2020; EMBRAPA, 2021). Cerca de 23% do total produzido no Brasil atende o mercado externo, sendo que no ano de 2020 foram exportadas 1,024 milhão de toneladas de carne suína (EMBRAPA, 2021). Na linha de frente da produção brasileira se encontra a região sul, sendo Santa Catarina o estado com maior produção, com 27,15% da produção brasileira, seguido por Paraná e Rio Grande do Sul com 20,42% e 18,45%, respectivamente (EMBRAPA, 2021).

Para atender à crescente demanda de carne suína no mundo, a indústria suína teve que se adequar ao mercado consumidor e aderir a produção em larga escala, produzindo carcaças de alto padrão e com maior rendimento de carne. Ao longo das últimas décadas, com esse objetivo, o melhoramento genético, envolvendo cruzamentos e seleção, foi realizado repercutindo no avanço do suíno “tipo banha” para o “suíno light” utilizado atualmente, que tem como características alto

rendimento de carcaça e baixa espessura de toucinho (Mendes, 2019; Fávero et al., 2011).

A preocupação com a saúde humana também foi crucial para o desenvolvimento de novas linhagens de suínos, pois os elevados teores de gordura e colesterol restringem o consumo de carne suína pela população devido à sua associação com problemas cardiovasculares e obesidade (Caldara et al., 2018; Chen et al., 2021). Sendo assim, a seleção foi realizada para atender o mercado consumidor cada vez mais exigente e preocupado com a saúde e qualidade de vida.

Para alcançar o padrão desejado e atender as exigências dos consumidores, intensos programas de seleção e melhoramento genético e de animais de elevado desenvolvimento muscular foram empregados com o objetivo de produzir carcaças de alto rendimento e com boa qualidade sensorial e industrial (Borosky et al., 2010). Com o avanço da seleção genética, foram ocasionadas mudanças na quantidade, tipo e tamanho das fibras musculares, resultando em maior quantidade de carne, sendo que a quantidade e o tipo de fibras musculares que compõem o músculo influenciam na qualidade de carne (Rehfeldt et al., 2000).

A seleção genética em raças de suínos modernas resultou em uma forte redução da lipogênese potencial, resultando em animais com maior porcentagem de carne magra, menor espessura de toucinho e, conseqüentemente, menor deposição de gordura intramuscular (Schwab et al., 2007; Poklucar et al., 2020). Os animais que possuem maior quantidade de fibras musculares apresentam menor taxa de gordura intramuscular, maior luminosidade e menor capacidade de retenção de água (Larzul et al., 1997; Borosky et al., 2010), gerando efeitos significativos sobre a qualidade do produto final, principalmente em relação aos aspectos tecnológicos e sensoriais.

A gordura intramuscular, também conhecida como gordura de marmoreio, é um dos mais importantes critérios na avaliação de qualidade de carne, pois garante a suculência e maciez da carne suína. Vries e Kanis (1994) observaram que para cada ponto percentual de carne magra na carcaça, ocorre uma redução de 0,07% na gordura intramuscular. As linhagens de suínos selecionadas com a finalidade de produção de carne magra apresentam menor teor de gordura intramuscular e

menores escores de cor, marmoreio e firmeza na carcaça em relação aos animais anteriores à seleção (Cameron et al., 2000; Fabian et al., 2003).

A elevação na porcentagem do número de fibras musculares não só diminui a taxa de gordura intramuscular, como também influencia negativamente no pH muscular, o que predispõe ao acúmulo de água e palidez da carne (Ryu e Kim, 2005; Borosky et al., 2010). O aumento do diâmetro da fibra também é um fator relevante, pois causa a diminuição da taxa de retenção de água e do pH muscular (Rehfeldt et al., 2000). Esses fatores levam a uma taxa metabólica acelerada após o abate, influenciando a cor e a maciez do músculo, tendo como resultado final uma piora na qualidade da carne.

Entretanto, com o objetivo de melhorar a qualidade de carne, algumas raças e programas de melhoramento genético vêm sendo utilizados para obtenção de melhores resultados na suinocultura. Entre as raças comerciais modernas mais utilizadas, destacam-se a Large White e a Pietrain, selecionadas geneticamente para atender o mercado consumidor, pois esses animais apresentam elevado número e tamanho de fibras musculares, associado com o alto rendimento de carnes nobre e contribuem para reduzir a espessura de toucinho quando incluídos nos cruzamentos (Rehfeldt et al., 2000; Lopes, 2004).

Por volta do início do século XX, a raça Pietrain começou a ser introduzida nos rebanhos comerciais em substituição à raça Duroc (Lopes, 2004). Porém, perdas significativas nas características sensoriais ocorreram concomitante ao elevado ganho de massa muscular. Sendo assim, estudos vêm sendo realizados para avaliar a utilização da raça Duroc com o intuito de melhorar a qualidade de carne (Ramírez e Cava, 2007).

Os suínos da raça Duroc são originários dos Estados Unidos, sendo oriundos de animais de pelagem vermelha. Dentre as qualidades da raça, se destacam a rusticidade, boa taxa de crescimento diário, boa conversão alimentar e alto teor de gordura intramuscular, sendo essencial a sua presença em genótipos de suíno produzidos para carne *in natura* por promover melhor suculência e maciez da carne (ABCS, 2015). Além disso, animais da raça Duroc apresentam ótimos níveis de gordura

intramuscular, mesmo com baixos níveis de espessura de toucinho (Wood, et al., 2004; Tyra e Zak, 2012).

Atualmente, a raça está presente em muitas linhagens genéticas, em diferentes porcentagens. A raça Duroc geralmente é utilizada como machos terminais, principalmente no cruzamento com Large White e Landrace, devido ao seu crescimento e qualidade de carne superior, com alto teor de gordura intramuscular e pH (Bertol et al., 2010; Choi et al., 2014; Kim et al., 2020). Além disso, apresentam características benéficas como menores perdas por gotejamento e por cocção, melhor coloração de carne (maior teor de amarelo e menor teor de vermelho) e maior suculência e sabor, em comparação com os suínos cruzados (Choi et al., 2014).

Suzuki et al. (2002) relataram que os machos do cruzamento final influenciam amplamente as características da carcaça e qualidade de carne, demonstrando um efeito aditivo da raça em relação a gordura intramuscular. Os autores observaram que os animais Duroc e os cruzados com Duroc apresentaram maior teor de gordura intramuscular e ácidos graxos, promovendo maior qualidade de carne.

Nowachowicz et al. (2000) observaram que a qualidade de carne de suínos Large White cruzados com Duroc foi superior em relação a capacidade de retenção de água quando comparados com os do cruzamento entre Large White e Hampshire, inclusive com maior rendimento de carcaça. Glinoubol et al. (2015) também obtiveram resultados benéficos com os cruzamentos com Duroc, sendo que o cruzamento entre Pietrain x Duroc apresentou ótimos resultados em desempenho e qualidade de carcaça.

Embora a raça Duroc tenha efeito positivo sobre a qualidade de carne, alguns aspectos zootécnicos, como por exemplo, indicadores reprodutivos e habilidade materna são inferiores na raça Duroc em comparação às raças Landrace e Large White (Nowak et al., 2020).

Além do fator racial, o gênero também deve ser considerado quando se avalia a qualidade de carne e os índices produtivos. Borosky et al. (2010) não observaram diferenças entre o número de células musculares, diâmetro das fibras musculares e teor de marmoreio entre fêmeas e machos castrados, porém os machos castrados apresentaram carne com maior luminosidade. Além disso, Lee et al. (2019) relataram

que o desempenho de crescimento e as características da carcaça não foram afetadas pelo gênero após a castração.

2. Objetivos

2.1 Geral:

Avaliar a participação da raça Duroc nos cruzamentos (5, 50 e 100%) sobre as características de desempenho e de qualidade da carcaça e de carne de suínos em fase de crescimento e terminação, e sua interação com gênero.

2.2. Específicos:

- Avaliar consumo de ração, conversão alimentar (CA) e ganho de peso diário (GPD) dos animais;
- Avaliar o peso de abate e a tipificação da carcaça dos animais;
- Verificar a espessura de toucinho, o rendimento dos cortes e de carne magra, profundidade de músculo e a área de olho de lombo dos animais;
- Verificar aspectos de cor, marmoreio e pH da carne dos animais;
- Avaliar a mortalidade e uso de medicamentos dos animais.

Título do artigo: Avaliação da participação da raça Duroc e do gênero sobre parâmetros produtivos e características da carcaça e da carne suína

Autores

João Carlos Rodrigues dos Santos^{1,2}, Adriano Norenberg^{1,2}, Bruna Correia³, Renato Irgang⁴, Ivan Bianchi^{1,3}, Fabiana Moreira^{1,3}, Juahil Martins de Oliveira Júnior^{1,3}, José Laerte Nörnberg⁵, Vanessa Peripolli^{1,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal (PPGPSA), Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Araquari, SC, Brasil.

²Empresa Pamplona Alimentos S/A – Rio do Sul, SC, Brasil.

³Núcleo de Ensino, Extensão e Pesquisa em Produção Animal (NEPPA), Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Araquari, SC, Brasil.

⁴Engenheiro Agrônomo, PhD.

⁵Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

3.1 Introdução

Atualmente, a carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, correspondendo a 33% do consumo per capita mundial (Shahbandeh, 2022). A estimativa é que o consumo de carne suína cresça 13,1% até 2030 (OECDL-FAO, 2021), impulsionado em grande parte pelo crescimento da renda e da população, havendo a necessidade de aumento da produção.

O mercado consumidor está expressando preocupações sobre os sistemas intensivos de produção de carne, incluindo a rastreabilidade, o bem-estar e o uso de antimicrobianos em rações (Maes et al., 2020; OECDL-FAO, 2021). Além disso, aspectos relacionados à saúde associado com problemas cardiovasculares e obesidade fazem

com que os consumidores busquem principalmente alimentos com baixos teores de gordura e colesterol (Caldara et al., 2018; Chen et al., 2021). Sendo assim, a seleção de animais com alto potencial genético para produção de carne na carcaça e reduzida espessura de toucinho tem sido o foco dos programas de melhoramento genético (Fávero et al., 2007; Mendes, 2019).

Os principais objetivos no desenvolvimento da produção intensiva têm sido melhorar a nutrição animal, a eficiência alimentar, o manejo sanitário, o controle ambiental, o manejo reprodutivo, a seleção genética para melhor desempenho e a consistência da qualidade do produto e entrega ao mercado (Maes et al., 2020). A escolha da genética é a primeira etapa do processo produtivo e influencia diretamente o produto final, pois está cada vez mais relacionada com as necessidades de consumo da sociedade e o “suíno light” é um exemplo a ser atendido (EMBRAPA, 2021).

Assim, para alcançar o padrão de qualidade de carne desejado, programas de melhoramento genético foram empregados com o objetivo de selecionar reprodutores com alto rendimento de carne magra (Schwab et al., 2007). Sendo assim, o suíno moderno é caracterizado por um alto potencial de desenvolvimento muscular, entretanto, a taxa de deposição de gordura intramuscular apresenta correlação negativa a este desenvolvimento (Schwab et al., 2007).

O aumento na taxa de fibras musculares nos suínos de raças modernas não permite que os animais alcancem um nível ótimo de gordura intramuscular na carne (Tyra e Zak, 2012). Animais com maior número de fibras musculares tendem a ter carne com menor porcentagem de gordura intramuscular, maior luminosidade e menor capacidade de retenção de água (Larzul et al., 1997; Borosky et al., 2010), afetando a qualidade sensorial da carne em termos de sabor e suculência.

Dentre as raças utilizadas na suinocultura, a Duroc é conhecida pela rusticidade, boa taxa de crescimento e conversão alimentar e alto teor de marmoreio, sendo muito importante estar presente nos cruzamentos para produção de carne *in natura* (Irgang, 2014). Além disso, os animais dessa raça apresentam elevado teor de gordura de marmoreio mesmo com reduzida espessura de toucinho, resultando em melhores características sensoriais de sabor e suculência (Wood et al., 2004; Tyra e Zak, 2012).

Atualmente, a carne suína é produzida principalmente a partir dos híbridos Landrace × Pietrain × Duroc, ou Large White × Landrace. Esses cruzamentos resultam em animais com bom desempenho reprodutivo, de crescimento e qualidade da carne (Kim et al., 2020). Nos cruzamentos, a raça Duroc geralmente é utilizada como machos terminais devido ao seu crescimento e qualidade de carne superior, com alto teor de gordura intramuscular e pH (Choi et al., 2014; Kim et al., 2020). Além disso, apresentam menores perdas de água por gotejamento e por cocção, melhor coloração de carne (maior teor de amarelo e menor teor de vermelho) e maior suculência e sabor, em comparação com os suínos cruzados (Choi et al., 2014). Embora a raça Duroc tenha efeito positivo sobre a qualidade de carne, alguns aspectos, como por exemplo, indicadores reprodutivos e habilidade materna são inferiores na raça Duroc em comparação às raças Landrace e Large White (Nowak et al., 2020).

Além do fator racial, o gênero também deve ser considerado quando se avalia a qualidade de carcaça e de carne e os parâmetros produtivos em suínos. Rosa et al. (2016) observaram que machos inteiros apresentaram maior ganho de peso diário e menor espessura de toucinho quando comparados com fêmeas da mesma raça.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a participação da raça Duroc e do gênero sobre os parâmetros produtivos e as características da carcaça e da carne em suínos nas fases de crescimento e terminação.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Comitê de Ética no Uso de Animais

O presente estudo foi realizado conforme as normas de bem-estar animal definidas pelo Conselho de Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do IFC – Araquari sob o protocolo número 376/2021.

3.2.2 Local e seleção dos animais

O experimento foi realizado em uma granja experimental de crescimento e terminação no estado de Santa Catarina (latitude 27° 06' 39,58" Sul, longitude 49° 48'

0,43" Oeste e altitude de 490 metros) região sul do Brasil. O clima é Cfa (mesotérmico úmido com verão quente), segundo o sistema de classificação de Koppen.

Previamente ao início do experimento, na maternidade, os animais selecionados para o experimento foram brincados com a identificação da origem e a linhagem do leitão (5, 50 e 100% de participação da raça Duroc). Posteriormente, foram excluídos os animais que apresentaram alguma anomalia e refugos. Os leitões foram desmamados com idade variando dos 21 aos 28 dias, dependendo da granja e do desenvolvimento do lote e transferidos para a creche. Na creche os animais foram alocados em baias suspensas de acordo com a linhagem do leitão. Na saída da creche os animais foram pesados individualmente.

Para o experimento foram utilizados 1.152 animais, distribuídos em dois galpões, com 24 baias por galpão com densidade de 1 animal/m².

No alojamento, os animais foram brincados e pesados individualmente para formação de blocos casualizados (24 animais por baias) com seis tratamentos em uma combinação fatorial 3 x 2, com três cruzamentos (5, 50 e 100% de participação da raça Duroc) e dois gêneros (machos imunocastrados e fêmeas).

Os animais foram alojados em três semanas consecutivas, sendo 288 animais na semana 1, 432 animais na semana 2 e 432 animais na semana 3, com o objetivo de facilitar o manejo e as avaliações realizadas durante o experimento. A cada semana, foi padronizado a distribuição dos animais entre todos os tratamentos nos galpões.

Os animais foram acompanhados na granja dos 64 dias de vida até o abate, com 130 Kg de peso vivo, e posteriormente ao abate no frigorífico.

3.2.3. Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais foram uma combinação fatorial de três cruzamentos (5, 50 e 100% de participação da raça Duroc,) e dois gêneros (macho imunocastrado e fêmea), totalizando 6 tratamentos.

Os animais receberam as mesmas dietas formuladas para atender as exigências nutricionais de cada fase de produção de acordo com Rostagno et al. (2011). Os animais receberam durante o experimento sete rações distintas formuladas para a fase específica (de acordo com a idade e peso), sendo elas: Crescimento Leitão, Crescimento 1, Crescimento Reforço, Crescimento 2, Terminação 1, Terminação 2 e

Terminação 3. As dietas diferem conforme protocolo nutricional e sanitário atualmente utilizado no sistema de produção. A troca de ração foi realizada quando os animais atingiram o consumo desejado para a fase, garantindo que todos os tratamentos consumissem uniformemente cada dieta.

3.2.4. Peso, conversão alimentar, mortalidade e medicações

Para a determinação do ganho médio diário os animais foram pesados individualmente no alojamento (dia 1) e previamente ao abate (dia 114). Além disso, foi realizada a aferição da espessura de toucinho *in vivo* com o aparelho ultrassônico (Renco®, modelo ultrassound for ultra profits, USA) entre a última e a penúltima costela a 6 cm da linha dorsal mediana aos 71, 98 e 114 dias.

A ração fornecida para os animais foi computada por baia. A taxa de conversão alimentar foi calculada dividindo o consumo de ração pelo ganho médio diário.

O número de suínos mortos foi contado diariamente do alojamento ao abate e utilizado para calcular a porcentagem de mortalidade de cada tratamento, considerando o número total de suínos alojados.

As medicações foram realizadas conforme a necessidade e sinais clínicos apresentados pelos animais. Após a utilização do medicamento eram anotados a data, baia, brinco, motivo da medicação, medicamento utilizado e a dosagem em ml.

3.2.5 Abate e avaliações pós abate

Os animais foram abatidos em um frigorífico com Sistema de Inspeção Federal (SIF). Para as avaliações das características da carcaça e da carne, foram selecionados 96 animais, sendo 2 animais por baia, escolhidos de acordo com a proximidade do peso de abate de 130 kg de peso vivo.

No dia do carregamento para o abate, os animais selecionados receberam um brinco para identificação. Estes animais foram os primeiros a serem transportados até o frigorífico em um caminhão separado, sendo também os primeiros a serem abatidos no frigorífico. Os demais foram transportados em caminhões de acordo com o tratamento.

No abate foram coletados os dados de tipificação de carcaça de todos os animais através de pistola (Hennessy, modelo Grading systems GP4/BP4, Nova Zelândia)

verificando a espessura de toucinho, o rendimento de carne e a profundidade de músculo mensurados no ponto P1 (localizado na altura da décima costela), bem como o peso da carcaça.

O rendimento de carcaça quente ($((\text{peso de carcaça quente} / \text{peso de abate}) \times 100)$) e a quantidade de carne na carcaça ($((\text{peso da carcaça quente} \times \text{rendimento de carne}) / 100)$) foram calculados.

As carcaças dos animais selecionados foram identificadas e direcionadas a câmara fria. No dia seguinte, as carcaças foram retiradas da câmara fria e direcionadas ao processamento de desossa e cortes. Anteriormente a desossa, foi realizada a medição do comprimento de carcaça, de cada carcaça esquerda, a partir do bordo cranial da sínfise púbica até o bordo crânio ventral do atlas, sendo o resultado expresso em centímetros (Bridi e Silva, 2009). A avaliação de pH foi realizada incisando o músculo *Longissimus thoracis* entre a 12ª e a 13ª vértebra usando um medidor de pH digital com uma sonda de penetração (Hanna, modelo HI 8314, USA). No momento da desossa, foi extraída uma amostra de 300 gramas do músculo *Longissimus thoracis* entre a última vértebra torácica e primeira lombar de cada carcaça esquerda.

A avaliação da cor e do marmoreio foi realizada subjetivamente na amostra extraída do músculo *Longissimus thoracis* de acordo com o Padrão de Qualidade da Carne Suína (*Pork Quality Standard*) pelo mesmo avaliador. A cor foi medida na escala de 1 a 6, sendo que o valor 1 representa a cor cinza rosado pálido a branco e o valor 6 representa vermelho roxo escurecido, e o grau de marmoreio na escala de 1 a 7, sendo que o valor 1 representa somente traços de marmoreio e valor 7 representa alto teor de marmoreio.

A espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus thoracis* foi realizada com um paquímetro, sendo uma extremidade colocada acima do couro e a outra na linha de separação entre o toucinho e a carne. A medição foi realizada na altura da última costela, sendo na região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar (Bridi e Silva, 2009). A profundidade do músculo *Longissimus thoracis* foi definida com o auxílio de paquímetro sendo medida perpendicularmente até o extremo oposto do músculo, a seis centímetros da linha média de corte de carcaça (Bridi e Silva, 2009). O comprimento do músculo *Longissimus thoracis* foi definido com

o auxílio de paquímetro sendo medido o maior comprimento do músculo. Imagens do músculo *Longissimus thoracis* foram capturadas com uso de câmera fotográfica com qualidade de resolução de 4.000 X 3.000 pixel e avaliadas por meio de processamento de imagens utilizando o software ImageJ® e o editor Bio7®.

As carcaças direita e esquerda foram pesadas e realizados os cortes de lombo, paleta, barriga e pernil. Os cortes de ambas as carcaças foram pesados e utilizados para calcular a porcentagem de cada corte em relação ao peso de carcaça fria.

3.2.5 Análises estatísticas

Os dados de desempenho produtivo e das características da carcaça e da carne foram submetidos a análise de variância (PROC GLM) em um modelo que considerou o cruzamento (5, 50 e 100% de participação da raça Duroc), o gênero dos animais (machos imunocastrados e fêmeas) e a interação entre cruzamento e gênero como efeitos fixos. O galpão (1 e 2) e a semana de alojamento (1, 2 e 3) foram considerados como blocos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os dados de uso de medicamento e de taxa de mortalidade foram analisados pelo teste de Qui quadrado ao nível de 5% de significância. Todos os dados foram analisados utilizando-se o software Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc., Cary, NC, versão 9,3).

3.3 Resultados

Não houve efeito da interação entre cruzamento e gênero sobre nenhuma das características avaliadas no presente estudo ($P > 0,05$). Houve efeito do cruzamento e do gênero sobre os pesos inicial e final dos animais, enquanto que o cruzamento influenciou a espessura de toucinho e o gênero influenciou o ganho médio diário de peso ($P < 0,05$, Tabela 1). Os animais 100% Duroc apresentaram menor peso inicial e espessura de toucinho em comparação aos animais 50 e 5% Duroc. Animais 50% Duroc apresentaram peso final significativamente maior do que os animais 100 e 5% Duroc. Os machos apresentaram pesos inicial e final e ganho médio diário significativamente maiores em comparação as fêmeas (Tabela 1).

Houve efeito do cruzamento sobre o consumo médio diário de ração, o consumo de ração por animal e a conversão alimentar, enquanto que o gênero influenciou

somente a conversão alimentar ($P<0,05$, Tabela 2). Os animais 100 e 50% Duroc apresentaram maior consumo médio diário e total de ração que os animais 5% Duroc ($P<0,05$). No entanto, a conversão alimentar dos animais 5% Duroc foi melhor do que os animais 50% Duroc, não diferindo dos animais 100% Duroc. Os machos apresentaram melhor conversão alimentar quando comparados com as fêmeas (Tabela 2).

Houve efeito do cruzamento sobre os pesos de abate e de carcaça quente, os rendimentos de carcaça e de carne, espessura de toucinho e a profundidade de músculo, e a quantidade de carne na carcaça ($P<0,05$, Tabela 3). O gênero influenciou significativamente o peso de abate e de carcaça quente, rendimento de carcaça quente e a quantidade de carne na carcaça ($P<0,05$). Os suínos 50% Duroc apresentaram maior peso de abate em comparação aos suínos 5% Duroc e apresentaram maior peso de carcaça que os animais 100 e 5% Duroc (Tabela 3), com rendimento de carcaça quente significativamente maior que os 100% Duroc. No entanto, suínos 100% Duroc apresentaram menor espessura de toucinho, maior profundidade de músculo, maior rendimento de carne e maior quantidade de carne na carcaça que os animais 50 e 5% Duroc ($P<0,05$). Os machos apresentaram maior peso de abate e de carcaça quente e maior quantidade de carne em comparação com as fêmeas, enquanto que as fêmeas tiveram o maior rendimento de carcaça. (Tabelas 3).

Houve efeito do cruzamento sobre o comprimento da carcaça, o comprimento do músculo *Longissimus thoracis* e a espessura de gordura subcutânea ($P<0,05$, Tabela 4). O gênero não influenciou as variáveis relativas às características da carcaça ($P>0,05$). O maior comprimento de carcaça foi observado nos animais 50 e 5% Duroc, enquanto que o maior comprimento do músculo *Longissimus thoracis* e a menor espessura de gordura subcutânea foi observada nos animais 100% Duroc.

O cruzamento influenciou apenas o peso do lombo dos animais ($P<0,05$), enquanto que o gênero influenciou os pesos da barriga com costela, do pernil e consequentemente o peso total dos cortes ($P<0,05$, Tabela 5). Os suínos 100% Duroc apresentaram menor peso de lombo que os suínos 50 e 5% Duroc ($P<0,05$). Fêmeas apresentaram maiores pesos da barriga com costela, e do pernil e peso total dos cortes (Tabela 5).

Houve efeito do cruzamento sobre a cor, o marmoreio e o pH da carne, enquanto que o gênero influenciou apenas o marmoreio sendo maior nas fêmeas ($P < 0,05$, tabela 06). Os valores médios da cor da carne foram mais evidentes nos animais 100 e 50% Duroc que nos 5% Duroc ($P < 0,05$). O teor de marmoreio na carne foi maior nos animais 100% Duroc que nos 50 e 5% Duroc. O pH foi maior nos animais 100% Duroc que nos 50% Duroc ($P < 0,05$).

Houve efeito do cruzamento sobre a utilização de medicamentos ($P < 0,05$, Tabela 07), enquanto que o gênero não influenciou essa variável ($P > 0,05$). Quanto maior a porcentagem de Duroc nos cruzamentos, maior foi a necessidade de utilização de medicamentos, sendo que 62,40% dos animais 100% Duroc necessitaram de medicação (Tabela 7). Em relação à taxa de mortalidade, não houve efeito do cruzamento e do gênero ($P > 0,05$).

Tabela 1: Efeito do cruzamento e do gênero sobre os pesos inicial e final, o ganho de peso diário e a espessura de toucinho de suínos.

Variável	Cruzamento ¹						Erro Padrão	Gênero				Erro Padrão	Pr>F				
	100%		50%		5%			Fêmea		MIC			Cruzamento x gênero				
	n	Média	n	Média	n	Média		n	Média	n	Média		Cruzamento	Gênero	Galpão	Semana	
Peso Inicial, kg	383	18,73c	383	21,02a	384	19,54b	0,19	575	19,54b	575	19,99a	0,15	<0,0001	0,0365	0,6129	0,9020	0,0414
Peso final, kg	342	130,64b	372	132,89a	365	129,75b	0,70	537	127,43b	542	134,76a	0,58	0,0041	<0,0001	0,7600	0,3230	<0,0001
GPD, kg/dia	342	0,990	372	0,990	365	0,976	0,005	537	0,955b	542	1,016a	0,004	0,1186	<0,0001	0,8997	0,1952	<0,0001
ET, mm	341	13,59c	372	15,35a	364	14,98b	0,13	537	14,56	540	14,72	0,11	<0,0001	0,3149	0,3950	0,9590	<0,0001

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; Pr>F: probabilidade; GPD: ganho de Peso Diário; ET: espessura de toucinho.

Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% (P<0,05).

Tabela 2: Efeito do cruzamento e do gênero sobre o consumo de ração e a conversão alimentar de suínos.

Variável	Cruzamento ¹			Erro Padrão	Gênero		Erro Padrão	Pr>F				
	100%	50%	5%		Fêmea	MIC						
	(n=16)	(n=16)	(n=16)		(n=24)	(n=24)		Cruzamento	Gênero	Cruzamento x gênero	Galpão	Semana
Consumo médio diário, kg/d	2,52a	2,54a	2,42b	0,03	2,50	2,49	0,02	0,0108	0,6174	0,5350	0,3140	0,2192
Consumo por animal, kg	285,81a	289,60a	274,31b	3,58	284,47	282,00	2,93	0,0115	0,5509	0,5170	0,5960	0,0635
Conversão alimentar, kg/kg	2,56ab	2,59a	2,49b	0,03	2,64a	2,46b	0,02	0,0255	<0,0001	0,2744	0,9230	0,0966

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; Pr>F: probabilidade. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% (P<0,05).

Tabela 3: Efeito do cruzamento e do gênero sobre o peso de abate e a tipificação da carcaça de suínos.

Variável	Cruzamento ¹				Erro Padrão			Erro Padrão	Pr>F				
	100% (n=276)	50% (n=332)	5% (n=297)			Fêmea (n=435)	MIC (n=470)		Cruzamento	Gênero	Cruzamento x gênero	Galpão	Semana
Peso de Abate, kg	131,26ab	133,32a	130,04b	0,76		127,80b	135,28a	0,63	0,0065	<0,0001	0,8923	0,2544	<0,0001
Peso de Carcaça Quente, kg	91,10b	94,29a	91,84b	0,58		91,31b	93,52a	0,47	0,0002	0,0010	0,9206	0,1812	<0,0001
Rendimento de Carcaça Quente, %	69,43b	70,78a	70,59a	0,18		71,44a	69,10b	0,62	<0,0001	<0,0001	0,8837	0,3671	0,8622
Espessura de toucinho, mm	16,50c	20,30a	18,70b	0,26		18,63	18,38	0,22	<0,0001	0,4189	0,9719	0,0851	<0,0001
Profundidade de Músculo, mm	60,58a	58,30b	58,44b	0,57		59,34	58,88	0,46	0,0073	0,4801	0,9275	0,4574	<0,0001
Rendimento de Carne, %	57,73a	55,03c	55,96b	0,21		56,22	56,20	0,18	<0,0001	0,8485	0,9100	0,1085	<0,0001
Quantidade de Carne, kg	52,58a	51,88b	51,29b	0,37		51,27b	52,56a	0,31	0,0461	0,0028	0,9673	0,7747	0,0374

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; Pr>F: probabilidade. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% (P<0,05).

Tabela 4: Efeito do cruzamento e do gênero sobre as características da carcaça de suínos.

Variável	Cruzamento ¹			Erro Padrão	Gênero		Erro Padrão	Pr>F				
	100% (n=34)	50% (n=33)	5% (n=33)		Fêmea (n=48)	MIC (n=52)		Cruzamento	Gênero	Cruzamento x gênero	Galpão	Semana
Peso vivo, kg	130,93	130,53	130,30	0,34	130,43	130,75	0,28	0,4191	0,4164	0,8645	0,9445	0,9496
Comprimento de Carcaça, cm	98,27b	99,80a	100,18a	0,50	99,38	99,45	0,41	0,0168	0,9068	0,8568	0,5284	0,0462
Profundidade do músculo LT, mm	88,54	85,91	88,12	1,29	87,39	87,65	1,06	0,2995	0,8619	0,9412	0,2930	<0,0001
Comprimento do músculo LT, mm	81,62a	77,57b	78,49b	1,07	80,31	78,15	0,88	0,0202	0,0800	0,7980	0,7428	<0,0001
Área de olho de lombo, cm ²	73,22	68,14	72,22	1,84	71,28	71,10	1,51	0,1171	0,9299	0,8081	0,1533	<0,0001
Espessura de gordura subcutânea no músculo LT, cm	14,53c	20,59a	17,39b	0,85	18,12	16,88	0,70	<0,0001	0,2085	0,3406	0,0091	0,0121

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; LT: *Longissimus thoracis*; Pr>F: probabilidade. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% (P<0,05).

Tabela 5: Efeito do cruzamento e do gênero sobre o peso dos cortes de suínos.

Variável	Cruzamento ¹			Erro Padrão	Gênero		Erro Padrão	Pr>F				
	100%	50%	5%		Fêmea	MIC		Cruzamento	Gênero	Cruzamento x gênero	Galpão	Semana
	(n=34)	(n=33)	(n=33)		(n=48)	(n=52)						
Paleta, kg	20,56	20,45	20,21	0,17	20,32	20,49	0,14	0,3375	0,3957	0,4257	0,6452	<0,0001
Copa, kg	8,57	8,79	8,63	0,12	8,65	8,68	0,09	0,3878	0,8049	0,7833	0,4850	0,2466
Barriga com costela, kg	16,54	16,80	16,33	0,18	16,84a	16,28b	0,15	0,1961	0,0084	0,2056	0,3735	0,0394
Lombo, kg	14,29b	15,26a	14,93a	0,19	15,03	14,62	0,16	0,0013	0,0582	0,6459	0,0104	0,0704
Pernil, kg	30,38	30,26	30,11	0,26	30,76a	29,73b	0,21	0,7662	0,0008	0,5305	0,9028	0,0052
Total dos cortes, kg	90,34	91,57	90,22	0,55	91,61a	89,81b	0,44	0,1566	0,0049	0,2731	0,3394	0,0004

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; Pr>F: probabilidade. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% (P<0,05).

Tabela 6: Efeito do cruzamento e do gênero sobre a cor, o marmoreio e o pH da carne de suínos.

Variável	Cruzamento ¹			Erro Padrão	Gênero		Erro Padrão	Pr>F				
	100%	50%	5%		Fêmea	MIC		Cruzamento	Gênero	Cruzamento x gênero	Galpão	Semana
	(n=34)	(n=33)	(n=33)		(n=48)	(n=52)						
Cor da Carne, escala de 1 a 6	2,87a	2,87a	2,58b	0,06	2,81	2,74	0,05	0,007	0,3116	0,2895	0,8595	0,0106
Marmoreio, escala de 1 a 7	3,43a	3,04b	2,35c	0,13	3,19a	2,70b	0,10	<0,0001	0,0013	0,8168	0,8882	0,0081
pH	5,82a	5,69b	5,75ab	0,03	5,76	5,75	0,02	0,0075	0,8306	0,4905	0,2760	<0,0001

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; Pr>F: probabilidade. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% (P<0,05).

Tabela 7. Efeito do cruzamento e do gênero sobre o uso de medicamentos e a mortalidade de suínos.

Variável	Cruzamento ¹			Gênero		Pr> Chi-Square	
	100%	50%	5%	Fêmea	MIC	Cruzamento	Gênero
	(n=383)	(n=383)	(n=384)	(n=576)	(n=576)		
Animais medicados, %	62,40a	40,99b	19,56c	38,54	43,22	<0,05	>0,05
Retirados, %	7,05	2,35	4,95	3,82	4,17	>0,05	>0,05
Mortos, %	2,87	0,52	1,82	2,09	1,39	>0,05	>0,05
Não aproveitados, %	9,92	2,35	4,95	5,91	5,57	>0,05	>0,05
Viáveis ao abate, %	90,08	97,65	95,05	94,09	94,43	>0,05	>0,05

¹participação da raça Duroc nos cruzamentos; n: número de animais; MIC: macho imunocastrado; Pr>Chi-Square: probabilidade. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de qui quadrado a 5% (P<0,05).

3.4 Discussão

Os suínos da raça Duroc são animais conhecidos pela pelagem vermelha característica e pela rusticidade, além de apresentarem boa conversão alimentar, bom ganho médio diário de peso e elevado teor de marmoreio (Irgang, 2014). Nos cruzamentos, a raça Duroc geralmente é utilizada como machos terminais devido ao seu crescimento e qualidade de carne superior, com alto teor de gordura intramuscular e pH (Choi et al., 2014; Kim et al., 2020).

No presente estudo, os suínos com maior porcentagem de Duroc (100%) em seus cruzamentos apresentaram maior consumo de ração, entretanto a conversão alimentar não diferiu dos animais com 50 e 5% da raça Duroc em seu cruzamento, demonstrando o potencial de utilização dessa raça.

Os resultados observados na literatura para ganho de peso diário e conversão alimentar de suínos da raça Duroc são bastante contraditórios. Os resultados do presente estudo corroboram com Rosa (2014), que observou pior conversão alimentar e maior consumo de ração de machos da raça Duroc quando comparados aos machos da raça Pietrain. Porém, alguns estudos demonstraram a maior capacidade de crescimento e melhor conversão alimentar de animais da raça Duroc, quando comparados as raças Large White, Landrace e Pietrain (Fuller et al., 1995; Latorre et al., 2003).

Apesar dos estudos demonstrarem correlação positiva entre o peso vivo dos suínos e a espessura de toucinho (Rossi et al., 2008; Lima et al., 2018), os suínos 100% Duroc apresentaram menor espessura de toucinho na carcaça quando comparado aos animais 50 e 5% Duroc, mesmo não diferindo no peso vivo ao abate demonstrando a característica da raça para esse indicador. Segundo Costa *et al.* (2001), a seleção para o aumento de peso vivo pode ocasionar o aumento da espessura de toucinho, influenciando negativamente nos objetivos da seleção genética que busca pela redução da espessura de toucinho.

A grande diferença na espessura de toucinho entre os cruzamentos, analisada tanto *in vivo*, quanto na carcaça resfriada, é um dos importantes resultados desse estudo. Os suínos 100% Duroc apresentaram a menor espessura de toucinho e o maior teor de gordura de marmoreio, demonstrando a grande capacidade da raça em depositar gordura intramuscular.

Após o abate, o pH e o teor de gordura intramuscular são variáveis importantes para avaliar a qualidade da carne. O aumento do teor de gordura intramuscular tem um efeito mais significativo na qualidade da carne, embora outros fatores tais como sexo, raça, idade, alimentação e condições ambientais também afetam a qualidade da carne (Choi et al., 2014). Estudos anteriores também demonstraram a alta capacidade de deposição de gordura intramuscular e ácidos graxos, aliados a baixa espessura de toucinho e a boa conversão alimentar em suínos da raça Duroc (Suzuki et al., 2003; Rosa, 2016). Oliver et al. (1997), analisando várias raças de suínos, verificaram maior quantidade de gordura intramuscular nas raças Duroc e Meishan, quando comparadas com as raças Landrace, Large White e Pietrain. Wood et al. (2004) compararam quatro raças puras: Large White, Berkshire, Tamworth e Duroc, e verificaram que a raça Duroc apresentou teor de marmoreio superior em relação as outras raças.

Embora com maior espessura de toucinho e maior peso de abate, os suínos 50% Duroc apresentaram o segundo melhor teor de gordura de marmoreio, sendo superior a linhagem 5% Duroc. A elevada espessura de toucinho nos animais 50% Duroc, pode ser explicada pelo fato da raça Duroc possuir menor estimativa de herdabilidade para esta característica quando comparado com outras raças, como Large White e Landrace (Ferraz e Johnson, 1993; Costa et al., 2001).

Ramires e Cava et al. (2007) observaram no cruzamento entre fêmeas ibéricas e machos Duroc, alta porcentagem de gordura intramuscular e aumento do peso da carcaça, embora tenha ocorrido diminuição do teor de carne magra.

Em relação as diferenças entre machos imunocastrados e fêmeas, os machos apresentaram maiores pesos inicial e final, e maior ganho de peso médio diário, aliado a melhor conversão alimentar. Esses resultados corroboram com outros estudos que avaliaram estes parâmetros em machos e fêmeas Duroc (Rosa, 2016) e em suínos de linhagem comercial (Rodrigues et al., 2017). Assim como observado no presente estudo, Rodrigues et al. (2017) também observaram maior rendimento de carcaça em fêmeas do que em MIC. As fêmeas apresentaram teor de marmoreio maior que os MIC, discordando de estudos anteriores onde o teor de marmoreio não diferiu entre os gêneros (Borosky et al., 2010, Pacheco et al., 2012).

A cor da carne dos animais da linhagem 50% Duroc foi semelhante à dos animais 100% Duroc. Sendo assim, o resultado neste estudo é promissor, visto que estudos anteriores que avaliaram cruzamentos com a raça Duroc observaram que a inclusão da raça Duroc não apresentou vantagens quanto a cor e teor de gordura intramuscular, afetando os parâmetros de qualidade (Lo et al., 1992; Guzek et al., 2015).

A gordura intramuscular é muito importante principalmente para produtos *in natura*. Além disso, a cor e a maciez são os atributos sensoriais mais importantes na avaliação da qualidade de carne suína (Guzek et al., 2015). Sendo assim, o cruzamento com a raça Duroc apresentou melhores características de qualidade de carne, tornando-a adequada tanto para produção de carne curada como também para consumo *in natura*.

Embora neste estudo não foi observada diferença entre os cruzamentos para área de olho de lombo, os suínos 100% Duroc apresentaram maior comprimento do músculo *Longissimus thoracis* quando comparado aos cruzamentos 50 e 5% Duroc. Estudos anteriores relataram maior área de olho de lombo e menor espessura de toucinho da raça Duroc em comparação a outras raças e linhagens (Lo et al., 1992; Sukuki et al., 2003).

Os suínos 100% Duroc apresentaram o menor comprimento de carcaça quando comparado aos animais 50 e 5% Duroc. Reis (2011) também observaram menor comprimento de carcaça em suínos que tinham a raça Duroc e linhagens chinesas em seu cruzamento. O gênero não influenciou essa variável, embora em estudo anterior, as fêmeas com maior porcentagem de Duroc em seu cruzamento apresentaram menor comprimento de carcaça (Monteiro, 2007). Isso pode ser explicado pelas características do suíno Duroc, que tende a ter maior deposição de carne, mesmo com comprimento reduzido.

No presente estudo, animais 100% Duroc apresentaram peso de lombo inferior aos animais 50 e 5% Duroc, não havendo diferença para o peso dos demais cortes. Esse resultado corrobora com Monteiro (2007), que relatou menor peso de lombo em suínos com cruzamento com Duroc.

Embora não tenha sido observada diferença significativa ($P>0,05$) quanto as taxas de mortalidade e a utilização de medicamentos, os animais 100% Duroc apresentaram maior necessidade de intervenção medicamentosa em relação aos outros cruzamentos. Raças de linhagem paterna, com alta capacidade de crescimento e rendimento de carcaça, como Pietrain e Duroc, são mais sensíveis a efeitos de doenças ocasionadas por vírus e bactérias

(Petry et al., 2007). Entretanto, a alta performance produtiva e de qualidade de carne, aliada ao valor agregado da carne suína de alta qualidade ao consumidor final, podem tornar viável a criação de linhagens puras.

Sendo assim, com os resultados obtidos nesse estudo, observa-se a grande capacidade da utilização da raça Duroc para melhoria na qualidade de carne. Os suínos da raça Duroc atuais apresentam excelentes características de desenvolvimento e produtividade *in vivo*, aliados a excepcional qualidade de carne, tornando possível a utilização dessa carne para atender mercados consumidores exigentes (Latorre et al., 2003; Lowell et al., 2019).

3.5 Conclusão

Apesar de maior necessidade de medicamentos, animais 100% e 50% Duroc não diferiram na taxa de mortalidade com animais 5% de Duroc, e apresentaram parâmetros produtivos e de carcaça superiores ou iguais aos animais com 5% de Duroc, sobressaindo-se no quesito qualidade de carne, porém, apresentando conversão alimentar igual ou superior aos animais 5% Duroc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suinocultura brasileira nos últimos 50 anos passou por diferentes fases. A atividade saiu da produção de um animal com grande quantidade de gordura na carcaça, passando para a produção de um suíno com menor espessura de toucinho e teor razoável de carne na carcaça para animais com alta quantidade de carne na carcaça.

Atualmente o mercado está demandando a produção de suínos com elevado rendimento de carne na carcaça e de animais com melhor qualidade de carne, principalmente com maiores teores de gordura intramuscular para consumo in natura.

Suínos com 100 e 50% de Duroc comparativamente com suínos com 5% de Duroc podem atender essa nova demanda de mercado. Para isso, faz-se necessário melhor entendimento de técnicas e boas práticas de produção que possam mitigar as características zootécnicas negativas da raça Duroc apresentadas no presente estudo, bem como potencializar as vantagens relacionadas aos indicadores de qualidade de carne, aumentando assim a sua viabilidade.

REFERÊNCIAS

ABCS, Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Relatório do serviço de registro genealógico de suínos** - 2015.

ABPA, Associação Brasileira de Produção Animal. **Relatório Anual**. 2020.

ANTUNES, et al. Vitalidade: sobrevivência de leitões pelo melhoramento genético. Informativo Técnico nº 62. **Revista Suínos & Cia**. Ed 28. 2008.

BERTOL, T. M. et al. Meat quality and performance of pig genotypes fed two amino acid levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 621-629, 2010.

BOROSKY, J. C. et al. Características das fibras musculares do L. dorsi e qualidade da carne de suínos de quatro linhagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 226, p. 277-286, 2010.

CALDARA, F. R. et al. Lipid profile of immunocastrated, castrated male and female pigs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 1004-1008, 2018.

CAMERON, N. D. et al. Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. **Meat Science**, v. 55, n. 2, p. 187-195, 2000.

CHEN, J. et al. Effects of dietary fat saturation level on growth performance, carcass traits, blood lipid parameters, tissue fatty acid composition and meat quality of finishing pigs. **Animal Biosciences**, 34(5), 895-903. 2021.

CHOI, J. S. et al. Comparison of carcass characteristics and meat quality between Duroc and crossbred pigs. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 34, n. 2, p. 238, 2014.

COSTA, A. R. C. et al. Estimation of genetic parameters on performance traits of Large White, Landrace and Duroc swine breeds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 49-55, 2001.

EMBRAPA. **Suíños e Aves**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>>. Acesso em: 06 de maio de 2022.

FABIAN, J. et al. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile, and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 5, p. 1142-1149, 2003.

FÁVERO, A. et al. Evolução da genética: do porco tipo banha ao suíno light. 2011.

FERRAZ, J. B. S.; JOHNSON, R. K. Animal model estimation of genetic parameters and response to selection for litter size and weight, growth, and backfat in closed seedstock populations of Large White and Landrace swine. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 4, p. 850-858. 1993.

FULLER, M. F. et al. The responses of growing pigs, of different sex and genotype, to dietary energy and protein. **Animal Science**, v. 60, n. 2, p. 291-298. 1995.

GLINOUBOL, J. et al. Effects of crossbreeding Thai native or Duroc pigs with Pietrain pigs on carcass and meat quality. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 5, p. 133-138. 2015.

GUZEK, D. et al. Influence of Duroc breed inclusion into Polish Landrace maternal line on pork meat quality traits. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, p. 1079-1088. 2016.

KLOAREG, M. et al. Deposition of dietary fatty acids, de novo synthesis and anatomical partitioning of fatty acids in finishing pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 97, n. 1, p. 35-44. 2007.

KIM, J. A. et al. The effects of breed and gender on meat quality of Duroc, Pietrain, and their crossbred. **Journal of Animal Science and Technology**, 62(3),409-419. 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

IRGANG, R. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção de Suínos: Raças e linhagens na produção de suínos**. In: SUÍNOS., Associação Brasileira de Criadores. Produção de suínos: Teoria e Prática. Brasília: Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal., p. 51-84. 2014.

IRGANG, R.; FAVERO, J. A. Desempenho, idade ao abate e espessura de toucinho "in vivo" de suínos machos inteiros e castrados e fêmeas de raças puras e mestiços. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.3, p.389-398. 1993.

LARZUL, C. et al. Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in large white pigs. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 12, p. 3126-3137. 1997.

LATORRE, M. A. et al. Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. **Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 33-45. 2003.

LEE, S. et al. Review on docosahexaenoic acid in poultry and swine nutrition: Consequence of enriched animal products on performance and health characteristics. **Animal Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 11-21. 2019.

LO, L. L. et al. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: I. Breed effects. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 8, p. 2373-2386. 1992.

LOWELL, J. E. et al. 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.

MENDES, L. B. **Validação de uma equação para se estimar carne magra na carcaça de suínos com apenas um preditor**. Dissertação (bacharelado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, p. 25. 2019.

MAES, D. et al. Antimicrobial treatment of Mycoplasma hyopneumoniae infections. **The Veterinary Journal**, v. 259, p. 105474. 2020.

MITCHAOTHAI, J. et al. Effect of dietary fat type on meat quality and fatty acid composition of various tissues in growing–finishing swine. **Meat Science**, v. 76, n. 1, p. 95-101. 2007.

MONTEIRO, J. M. C. **Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos**. Tese de Doutorado – Unesp, Jaboticabal, Brasil. 2007.

PETRY, D. B. et al. Differential immunity in pig with high and low responses to porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2075-2092. 2007.

NOWAK, B. et al. Reproduction indicators related to litter size and reproduction cycle length among sows of breeds considered maternal and paternal components kept on medium-size farms. **Animals**, 10, 1164. 2020.

NOWACHOWICZ, J. et al. The effect of paternal breed on meat quality of progeny of Hampshire, Duroc and Polish Large White boars. **Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. Proceedings of the joint session of the EAAP commissions on pig production, animal genetics and animal nutrition**, Zurich, Switzerland, 25 August 1999., p. 189-191. 2000.

PACHECO, G. D. et al. Defatted corn germ meal and phytase in the diet of pigs: effects on meat quality and a fresh sausage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 819-828. 2012.

POKLUKAR, K. et al. Lipid deposition and metabolism in local and modern pig breeds: A review. **Animals**, v. 10, n. 3, p. 424. 2020.

POLASIK, D. et al. Relationship between VRTN gene polymorphism and growth, slaughter and meat quality traits in three polish pig breeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, p. 540-549. 2018.

RAMÍREZ, R.; CAVA, R. Carcass composition and meat quality of three different Iberian× Duroc genotype pigs. **Meat Science**, v. 75, n. 3, p. 388-396. 2007.

REALINI, C. E. et al. Effect of source of dietary fat on pig performance, carcass characteristics and carcass fat content, distribution and fatty acid composition. **Meat Science**, v. 85, n. 4, p. 606-612. 2010.

REHFELDT, C. et al. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, v. 66, n. 2, p. 177-188. 2000.

RODRIGUES, G. F. et al. Performance and carcass quality of castrated males, females and immunocastrated male pigs from different genetic potentials. In: **Colloquium Agrariae**. Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), p. 107-114. 2017.

ROSA, T. S. **Comparação do desempenho de machos e fêmeas Duroc e Pietrain em Teste de Granja**. Dissertação (graduação em agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, p. 17. 2016.

ROSSI, C. A. R. et al. Meta-analysis of relation among backfat thickness, body and reproductive variables of gestating and lactating sows. **Ciência Rural**, v. 38, p. 206-212. 2008.

Rostagno, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, terceira ed. Universidade Federal de Viçosa. 2011.

SUZUKI, K. et al. Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. **Meat Science**, v. 64, n. 1, p. 35-42. 2003.

TYRA, M; ZAK, G. Analysis of relationships between fattening and slaughter performance of pigs and the level of intramuscular fat (IMF) in longissimus dorsi muscle. **Annals of Animal Science**, v. 12, n. 2, p. 169, 2012. Tyra & Zak. 2012.

DE VRIES, A. G.; KANIS, E. Swine breeding goals, short-and long-term considerations. In: **Proc. 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. p. 7-12. 1994.

WOOD, J. D. et al. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. **Meat Science**, v. 67, n. 4, p. 651-667. 2004.

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM USO DE ANIMAIS – IFCATARINENSE CÂMPUS
CONCÓRDIA

Concórdia, 20 de dezembro de 2019.

PARECER SUBSTANCIADO

Protocolo CEUA – IF Catarinense Campus Concórdia no: **24/2019**

Título:

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Vanessa Peripolli

INSTITUIÇÃO/UNIDADE: IFC - Araquari

PARECER: APROVADA

Sem mais para o momento, aguardo o retorno, em até trinta (tinta) dias, das alterações propostas por este comitê. Para fins de arquivamento e emissão do certificado de aprovação deverá ser entregue ao comitê:

- 01 cópia física assinada e rubricada
- 01 cópia digitalizada enviada para o e-mail ceua.concordia@ifc.edu.br citando o número do protocolo no assunto da mensagem.

Atenciosamente,



Lucio Pereira Rauber

Coordenador CEUA/IFC campus Concórdia

Portaria Reitoria nº 1081/2019 de 22 de abril de 2019