

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Marcelo Dourado de Lima

**NÍVEIS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR PARA SUÍNOS HÍBRIDOS DUROC  
MACHOS IMUNOCASTRADOS E FÊMEAS EM RECRIA E TERMINAÇÃO**

Belo Horizonte

2023

Marcelo Dourado de Lima

**NÍVEIS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR PARA SUÍNOS HÍBRIDOS DUROC  
MACHOS IMUNOCASTRADOS E FÊMEAS EM RECRIA E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes

Coorientadora: Soraia Viana Ferreira

Belo Horizonte

2023

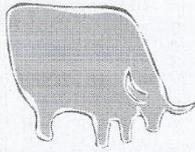
L732n Lima, Marcelo Dourado de, 1998-  
Níveis de restrição alimentar para suínos híbridos Duroc machos  
imunocastrados e fêmeas em recria e terminação/ Marcelo Dourado de Lima.-  
2023.  
58f: il.

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes  
Coorientadora: Soraia Viana Ferreira  
Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da  
UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.  
Área de concentração: Nutrição de não-ruminantes  
Inclui Bibliografia

1. Suíno - Teses - 2. Nutrição animal - Teses - 3. Zootecnia - Teses - I. Fontes,  
Dalton de Oliveira - II. Ferreira, Soraia Viana - III. Universidade Federal de Minas  
Gerais, Escola de Veterinária - IV. Título.

CDD – 636.408 5

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569  
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG



Escola de Veterinária  
UFMG

ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG  
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123-970 - Belo Horizonte- MG  
TELEFONE (31)-3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos/pos-graduacao  
E-mail cpzootec@vet.ufmg.br

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MARCELO DOURADO DE LIMA**

As 09:00 horas do dia 11 de agosto de 2023, reuniu-se, a Comissão Examinadora de dissertação, aprovada em reunião ordinária no dia 14/07/2023, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação intitulada:

NÍVEIS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR PARA SUÍNOS HÍBRIDOS DUROC MACHOS IMUNOCASTRADOS E FÊMEAS EM RECRIA E TERMINAÇÃO

, como requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração Nutrição de não - ruminantes

Aberto a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dalton de Oliveira Fontes, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de dissertação, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da dissertação, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof.(a)/Dr.(a) <u>DALTON DE OLIVEIRA FONTES</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) <u>ITALLO CONRADO SOUSA DE ARAÚJO</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) <u>MARINY FONSECA DA SILVA</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a):  Aprovado (a)  
 Reprovado (a)

Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da dissertação acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da dissertação apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 11 de julho de 2023.

Assinatura dos membros da banca:

Doutorado/Atadefesa.doc

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar durante toda essa trajetória e sempre se fazer presente nos momentos de alegria e de dificuldades, mostrando os caminhos e soluções para tal.

À minha família, meus pais Castôra e Isaque que sempre estiveram do meu lado, repassando os mais nobres ensinamentos, me incentivando na busca pelos meus sonhos e nunca me deixando desamparado. Meus queridos irmãos Bruno e Isadora, que sempre estiveram do meu lado acreditando em mim. O meu muito obrigado, vocês são essenciais em minha vida.

À minha namorada Maria Eduarda, que sempre se fez presente, me incentivando e nunca me deixando perder a fé. Você é muito importante para mim, muito obrigado.

Ao meu grande amigo Idael, por me acolher em toda a minha caminhada, desde a graduação até os dias de hoje, mostrando os caminhos para o sucesso e repassando os mais nobres ensinamentos para a vida acadêmica, profissional e pessoal. Muito obrigado pela parceria de sempre e por tornar tudo mais leve, você é peça chave para essa conquista. Serei eternamente grato a você. A estrada fica mais suave e o fardo fica mais leve quando temos um amigo, alguém especial que nos acompanha.

Ao meu orientador Dalton, muito obrigado por me acolher no mestrado, pela confiança em mim depositada, pelos ensinamentos ao longo dessa trajetória e por toda orientação. Muito Obrigado!

À minha coorientadora Soraia, que muito contribuiu para realização desse projeto. Obrigado por toda confiança em mim depositada, pelo acolhimento, pelos ensinamentos, por me fazer acreditar que é possível, e especialmente pela amizade construída durante a caminhada. Muito obrigado!

Ao professor Walter Motta, o meu muito obrigado, pelas oportunidades oferecidas, por todos os ensinamentos repassados e por me acolher em toda a minha caminhada.

Ao grupo de estudo NEPNA, por todo apoio e ajuda durante a caminhada.

Ao professor Tadeu Figueiredo, pela disponibilidade em ajudar, por todo o conhecimento repassado e parceria durante às análises de qualidade de carne, as quais foram essenciais para meu aprendizado. Muito obrigado!

Aos professores Leo e Itallo, pelo apoio e ensinamentos durante o curso. Muito obrigado!

À empresa DanBred Brasil, pela parceria e disponibilidade dos recursos necessários para a condução do projeto. Muito obrigado!

Aos colaboradores da Granja Experimental São Gabriel e Granja Santa Maria - DanBred Brasil, pela parceria e ensinamentos que contribuíram para a realização deste projeto.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo para o mestrado.

Aos membros da banca de defesa, que aceitaram o meu convite e que contribuíram bastante para esse momento.

A todos que direta e indiretamente possibilitaram esse momento.

Meu muito obrigado!

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes curvas de consumo (CC) sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em suínos híbridos Duroc em fase de recria e terminação. Foram utilizados machos imunocastrados (IC) e fêmeas oriundas do cruzamento de fêmeas híbridas (Landrace x Large White) com machos terminadores Duroc. Os animais foram distribuídos em duas categorias sexuais e três curvas de consumo - ração à vontade (AV), curva de consumo 1 (CC1): -15% em relação a AV e curva de consumo 2 (CC2): -25% em relação a AV. A conversão alimentar (CA) reduziu à medida que se aumentou a restrição sobre as CC, e para categorias sexuais, foi menor em machos IC em relação as fêmeas. A restrição alimentar reduziu o consumo de ração diário (CRD) e o ganho de peso diário (GPD), contribuindo para aumento da idade de abate e dias em terminação. Não houve influência das curvas de consumo para características de carcaça como peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça (RC). O peso e o rendimento do lombo foram influenciados pela restrição alimentar, sendo maiores ( $P < 0,05$ ) na CC1. Houve influência da categoria sexual ( $P < 0,05$ ) sobre o rendimento de carcaça, na qual as fêmeas apresentaram maior rendimento e também os cortes cárneos pernil, barriga, carré e papada mais pesados ( $P < 0,05$ ). O manejo alimentar não influenciou a qualidade da carne, no entanto, houve maior ( $P < 0,05$ ) grau de marmoreio para fêmeas. Conclui-se que a restrição proporcionada pelas CC para suínos em recria e terminação promoveu melhor CA em machos IC, entretanto, houve redução do CRD e GPD. Adicionalmente, fêmeas apresentaram maiores rendimentos e peso de cortes, além de melhor marmoreio quando comparadas a machos IC.

Palavras-chave: suínos; curvas de arraçoamento; restrição quantitativa; rendimento de carcaça; qualidade de carne.

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of different feeding curves (FC) on the performance, carcass yield, and meat quality of hybrid Duroc pigs during the growing and finishing phases. We used immunocastrated males (IC) and females crossbred from hybrid sows (Landrace × Large White) with Duroc terminal boars. The animals were distributed into two sex groups and three feeding curves: ad libitum feeding (AL), feeding curve 1 (FC1): -15% compared to AL, and feeding curve 2 (FC2): -25% compared to AL. The feed conversion ratio (FCR) decreased as the feed restriction increased, and it was better in IC males than females. Feed restriction reduced daily feed intake (DFI) and daily weight gain (DWG), leading to increased slaughter age and days in the finishing phase. The feeding curves did not influence carcass characteristics such as hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), and carcass yield (CY). However, loin weight and yield were affected by feed restriction, which was higher ( $P < 0.05$ ) in FC1. The sex group significantly influenced ( $P < 0.05$ ) carcass yield, with females showing higher yield and heavier cuts, such as leg, belly, rack, and jowl ( $P < 0.05$ ). Feeding management did not affect meat quality, although females exhibited higher marbling ( $P < 0.05$ ). We concluded that the feed restrictions imposed by the FC improved FCR in IC males but reduced DFI and DWG. Additionally, females showed higher yields, heavier cuts, and better marbling than males.

Keywords: swine; feeding curves; quantitative restriction; carcass yield; meat quality.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição centesimal das dietas experimentais. ....	53
<b>Tabela 2.</b> Composição calculada das dietas experimentais. ....	54
<b>Tabela 3.</b> Curvas de consumo e categoria sexual no desempenho de suínos híbridos Duroc em recria e terminação. ....	55
<b>Tabela 4.</b> Interação entre curvas de alimentação e categoria sexual para o rendimento de carcaça em suínos híbridos Duroc nas fases de crescimento e terminação. ....	56
<b>Tabela 5.</b> Curvas de consumo e categoria sexual em características de carcaça de suínos híbridos Duroc em recria e terminação. ....	56
<b>Tabela 6.</b> Interação entre curvas de alimentação e categoria sexual para a variável peso da paleta de suínos híbridos Duroc nas fases de crescimento e terminação. ....	57
<b>Tabela 7.</b> Curvas de consumo e categoria sexual no rendimento de carcaça de suínos híbridos Duroc em recria e terminação. ....	57
<b>Tabela 8.</b> Interação entre curvas de alimentação e categoria sexual para as perdas totais por cozimento em suínos híbridos Duroc nas fases de crescimento e terminação. ....	58
<b>Tabela 9.</b> Curvas de consumo e categoria sexual na qualidade da carne de suínos híbridos Duroc em recria e terminação. ....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS

a*	Coloração Vermelha até atingir o Verde
AOL	Área do Olho de Lombo
AV	Consumo à Vontade
b*	Coloração Azul até atingir o Amarelo
CA	Conversão Alimentar
CC	Castrados Cirurgicamente
CRA	Capacidade de Retenção de Água
CRD	Consumo de Ração Diário
CS	Categoria Sexual
ET	Espessura de Toucinho
FC	Força de Cisalhamento
GPD	Ganho de Peso Diário
IC	Imunocastrados
L*	Coloração Clara até atingir a escuridão
MI	Machos Inteiros
PB	Proteína Bruta
PC	Perdas por Cocção
PCF	Peso Carcaça Fria
PCM	Percentual de Carne Magra
PCQ	Peso Carcaça Quente
PE	Perdas por Exsudação
PG	Perdas por Gotejamento
pH	potencial Hidrogeniônico
PL	Profundidade de Lombo
PP	Peso do Pernil
ppm	Partes Por Milhão
PSE	Carne Pálida, Mole e Exsudativa
RC	Rendimento de Carcaça
CC1	Curva de Consumo 1
CC2	Curva de Consumo 2
RP	Rendimento de Pernil
WBSF	Warner-Bratzler Shear Force

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
1. Metodologia.....	12
2. Influência do Duroc como macho terminador no desempenho da prole.....	12
3. Uso da restrição alimentar na suinocultura .....	14
4. Rendimento de carcaça e qualidade de carne em suínos submetidos à restrição alimentar .....	18
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO .....</b>	<b>33</b>
<b>CURVAS DE CONSUMO PARA SUÍNOS HÍBRIDOS DUROC MACHOS IMUNOCASTRADOS E FÊMEAS EM RECRIA E TERMINAÇÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>33</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>33</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
2.1 Declaração de ética .....	35
2.2 Animais, instalações e delineamento experimental .....	35
2.3 Dietas e manejo alimentar.....	36
2.4 Desempenho zootécnico .....	36
2.5 Avaliação de características de carcaça .....	36
2.6 Análise de qualidade de carne .....	37
2.7 Análises estatísticas .....	38
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
3.1 Desempenho Zootécnico.....	39
3.2 Características de carcaça .....	39
3.3 Peso e rendimento de cortes.....	40
3.4 Qualidade de carne.....	41
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
4.1 Desempenho zootécnico .....	41
4.2 Característica de carcaça.....	42
4.3 Peso e rendimento de cortes.....	43
4.4 Qualidade de carne.....	44
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## INTRODUÇÃO

A cadeia suinícola tem evoluído consideravelmente e buscado animais com melhor desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e, mais recentemente, qualidade da carne, contribuindo para atender as demandas do mercado consumidor cada vez mais exigente (Martins et al., 2020). Entre as raças de suínos disponíveis para tal finalidade, pode-se destacar a raça Duroc, que apresenta maior rendimento de cortes como maior área de olho de lombo e músculo Longissimus lumborum (lombo) (Pöldvere et al., 2015). Além disso, possui atributos sensoriais que favorecem a qualidade da carne, como é o caso de maior sabor, suculência, maciez e cor (Xia et al., 2022).

Adicionalmente, suínos da raça Duroc se destacam pelo alto desempenho produtivo e precocidade em virtude do elevado ganho de peso, boa conversão alimentar, boa capacidade para deposição de carne magra, atributos que favorecem a inserção destes no mercado suinícola. Além disso, a utilização do macho terminador Duroc em cruzamentos com fêmeas F1 (Landrace x Large White) proporcionam o nascimento de híbridos comerciais contendo todas essas as qualidades citadas (Palhares et al., 2020).

No entanto, para que os animais possam expressar tais capacidades é necessário buscar alternativas nutricionais que auxiliem na obtenção dos resultados desejados. Entre as alternativas disponíveis destaca-se o uso da restrição alimentar, especialmente quando se trata de suínos em fase de recria e terminação, pois contribui para melhorar a conversão alimentar. Ainda, refletem na redução do teor de gordura na carcaça e aumento da deposição de carne magra, além de reduzir o desperdício de ração, que impacta os custos de produção (Fraga et al., 2008).

Em situações em que o consumo de energia excede a demanda dos animais, poderá ocorrer uma piora na conversão alimentar e conseqüentemente aumento na espessura de toucinho, o que de certo modo não é desejável pela indústria. Em suínos, o ganho diário para deposição de carne e gordura é controlado pelo consumo de ração, possuindo um limite de capacidade máxima para deposição de carne magra. Quando este limite é ultrapassado, o excesso de energia proveniente do consumo à vontade será desviado para a deposição de gordura na carcaça (Briganó et al., 2008).

Logo, a restrição alimentar, seja ela por diminuição no conteúdo energético da dieta ou redução no volume de ração ofertada contribui para evitar a deposição de gordura indesejável na carcaça, especialmente em cevados em fase de terminação, além de melhorar a conversão alimentar e desempenho dos animais (Rezende et al., 2006). No

entanto, ao se limitar o consumo de ração e ou energia em suínos, deve-se levar em consideração os níveis de restrição, pois limitações muito severas podem acarretar menor taxa de crescimento pelos animais, reduzindo a capacidade de expressão do potencial genético dos suínos (Santos et al., 2012), sobretudo em híbridos da raça Duroc.

## **CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **REVISÃO DE LITERATURA**

#### **1. Metodologia**

Foi utilizada a abordagem exploratória, com pressupostos da pesquisa bibliográfica e documental (Pereira et al., 2018), tendo como produto uma revisão de literatura, compilando informações científicas relacionadas à temática da restrição alimentar sobre o desempenho, rendimento e qualidade de carcaça em suínos em fase de recria e terminação. Fez-se seleção de artigos utilizando as bases a seguir: Scielo, Google Acadêmico, Science Direct e PubMed. A busca orientou-se com o emprego das palavras-chaves restrição alimentar, rendimento de carcaça, qualidade de carne, suínos, Duroc. Posteriormente, realizou-se a seleção de artigos, através de leitura criteriosa na redação dos textos.

#### **2. Influência do Duroc como macho terminador no desempenho da prole**

Na suinocultura, preza-se pela utilização de animais capazes de expressar o máximo potencial genético, culminando em maior desempenho zootécnico e retorno financeiro aos produtores. Tendo isso em mente, a escolha por suínos da raça Duroc tem tido maior aplicabilidade na produção suinícola, devido a características como maior resistência (sanitárias, climáticas e condições de alojamento), maior robustez, precocidade sexual, além de possuírem carne de ótima qualidade (Choi et al., 2012; Wang et al., 2012; Snegin et al., 2023).

Com isso, o uso do macho terminador Duroc como componente paterno nos programas de melhoramento genético na produção de suínos tem aumentado consideravelmente, proporcionando a obtenção de animais híbridos, oriundos do cruzamento com fêmeas F1 (Landrace x Large White) (Fàbrega et al., 2011; Krasnova et al., 2020). Tal escolha se deve ao fato do macho Duroc imprimir características interessantes do ponto de vista de desempenho zootécnico, qualidade e rendimento de carcaça em sua prole (Franco et al., 2014; Tongsuk et al., 2020). Jiang et al. (2012) cita

que para alcançar resultados significativos a nível de características de carcaça e carne, deve-se levar em consideração a escolha do genótipo a se trabalhar, uma vez que a raça possui relação direta com a obtenção de carnes com maiores rendimentos e mais saborosas.

Partindo deste pressuposto foi descrito na literatura que o cruzamento de porcos ibéricos com a raça Duroc promoveu o nascimento de animais com maior capacidade de desempenho, os quais apresentaram melhor taxa de crescimento, maior eficiência alimentar e maior deposição de carne magra na carcaça (Lopez-Bote, 1998; Rybarczyk et al., 2018). Em um estudo, a utilização do macho terminador Duroc em cruzamentos comerciais promoveu superioridade em relação ao desempenho dos animais ao se comparar com outros genótipos (Klimas et al., 2007). Logo, nota-se a importância da escolha da raça quando se pensa em maximizar a produção de carne em suínos além de obter produtos com melhor qualidade.

Pöldvere et al. (2015) avaliaram o efeito do cruzamento de fêmeas Landrace x Large White com machos terminadores Duroc sobre o desempenho, rendimento e qualidade de carcaça em suínos terminados, em relação a raças puras como a Landrace. Estes autores relataram que híbridos Duroc (Duroc x Landrace x Large White) apresentaram maior peso de carcaça ao abate, contribuindo para maior rendimento de carcaça (70,55%) em relação a animais oriundos do genótipo Landrace (69,22%). Ademais, os filhos do macho Duroc apresentaram maior área do olho de lombo (AOL) em relação aos outros animais (52,24 vs 51,74cm<sup>2</sup>). Consistentemente, Hurnik (2004) relatou que o tamanho da AOL é fator dependente do genótipo, que foi evidenciado maiores AOL's em suínos oriundos de cruzamentos com machos Duroc.

Além disso, a raça Duroc está associada a maior capacidade de deposição de gordura intramuscular, ou seja, marmoreio da carne. O grau de marmoreio da carne pode ser influenciado pela dieta e principalmente pelas linhagens utilizadas nos cruzamentos (Morcuende et al., 2007). A linhagem paterna em cruzamentos de suínos, a qual é responsável por conferir melhores taxas de crescimento, eficiência alimentar e maior deposição de carne na carcaça, confere maior capacidade de deposição de gordura intramuscular, especialmente quando se trata de raças especializadas para essa característica, como é o caso do Duroc (Cilla et al., 2006).

Em comparação com outras raças (Large White e Landrace), suínos Duroc apresentaram melhor maciez da carne, a qual foi determinada pelo método de força de cisalhamento, demonstrando a capacidade desses animais em depositar maior quantidade

de gordura intramuscular (Jeleníková et al., 2008). Avaliando três genótipos de suínos, sendo eles 100% Landrace, 50% Duroc (Duroc x Large White) e 100% Duroc, Channon et al. (2004) relataram que animais provenientes do terceiro genótipo apresentaram, ao abate, carne mais suculenta e com teor de gordura intramuscular maior (1,84%) em relação aos demais genótipos (1,40 e 1,25%, respectivamente). Tais achados estão relacionados a capacidade de marmoreio, sendo plausíveis uma vez que animais 100% Duroc tenderão a depositar mais gordura intramuscular em relação aos demais cruzamentos.

A maior presença de gordura intramuscular confere menor resistência ao corte da carne, ou seja, reduz a força de cisalhamento, variável responsável por quantificar o grau de maciez da carne (Mörlein et al., 2007). Adicionalmente, o uso da raça Duroc em cruzamentos comerciais pode favorecer a obtenção de suínos terminados com maior percentual de gordura saturada e monoinsaturada, além de redução na presença de gordura poliinsaturada, apresentando neste caso boa relação de ácidos graxos quando se pensa especialmente na saúde do consumidor (Alonso et al., 2015).

Outro fator importante relacionado à inclusão do macho Duroc nos cruzamentos comerciais é a capacidade de atenuar situações em que há presença de carnes mais secas, ou seja, carnes que possuem menor capacidade de retenção de água. A inclusão de machos Duroc como linha paterna em cruzamento comercial proporcionou melhora da qualidade da carne, bem como contornou a presença de carnes secas, estando este efeito relacionado à capacidade de deposição de gordura intramuscular que a raça possui (Alonso et al., 2009).

Contudo, para que estes animais possam expressar todas as características mencionadas, condições de ambiência, sanidade e especialmente nutricionais devem ser atendidas. Assim sendo, utilizar manejos nutricionais que contribuam para maximizar o aproveitamento das dietas, ou seja, potencializar a utilização dos nutrientes para manutenção e produção são fundamentais, principalmente quando se pensa em obter melhor desempenho animal e maior rendimento e qualidade de carnes. Logo, a utilização de técnicas de manejo como a restrição alimentar podem favorecer as condições acima mencionadas, em virtude de contribuírem para o melhor aproveitamento da dieta e como consequência refletir em melhor performance animal (Dalla Costa et al., 2020).

### **3. Uso da restrição alimentar na suinocultura**

A restrição alimentar é considerada um manejo nutricional que proporciona eficiência produtiva e econômica no âmbito suinícola. Isso se deve ao fato deste manejo contribuir para melhora na eficiência alimentar dos animais, resultando em maior desempenho zootécnico, além de promover eficiência no processo de deposição proteica, culminando em maior deposição de carne magra na carcaça. Isso por sua vez, eleva os ganhos do setor, uma vez que os produtores são bonificados por estes fatores (Schiavon et al., 2018).

Este manejo nutricional é representado por restrições sob o volume de ração diário ofertado (restrição alimentar quantitativa) (Barbosa et al., 2003), e podendo ou não estar associado a diluição dos nutrientes na ração (restrição alimentar qualitativa) (Mazzuco et al., 2000), como é o caso da energia (Barbosa et al., 2002) e proteína (O'Connell et al., 2006), por exemplo. O uso da redução no volume de ração associada a níveis energéticos distintos na dieta visa a diminuição na espessura de toucinho, ou seja, limitação da deposição de gordura na carcaça (Hoque & Kim, 2022). Uma vez que o consumo de energia excede as necessidades do animal, há uma interferência negativa sobre o processo de deposição proteica, ocorrendo aumento na deposição de gordura em relação a proteína, e deste modo, piorando a conversão alimentar (Poklukar et al., 2020).

A restrição quantitativa é determinada em relação ao consumo à vontade dos animais, sendo estabelecida em níveis que podem divergir de estudo para estudo (Barbosa et al., 2002; Fraga et al., 2008; Santos et al., 2012). O estabelecimento dos níveis de restrição possui correlação direta com a eficiência produtiva dos animais, uma vez que níveis de até 15% podem melhorar o aproveitamento dos nutrientes dietéticos e como consequência elevar o desempenho dos animais. Ao se comparar suínos alimentados à vontade com animais submetidos a restrição, observa-se respostas significativas sob a conversão alimentar e menor deposição lipídica na carcaça (Pettigrew, 2001).

Visando elucidar os efeitos da restrição alimentar sob o desempenho de suínos, Barbosa et al. (2002) realizou uma pesquisa com 720 suínos (machos castrados e fêmeas) submetidos à restrição de volume de ração (0%; 5%; 10% e 15%) e diferentes níveis de energia líquida (2.083 e 2.252 kcal). Ao término, os autores relataram ausência de diferença na taxa de conversão de energia em ganho corpóreo em animais alimentados à vontade e em restrição. Este resultado foi atribuído a maior eficiência dos animais sob restrição em priorizar a energia obtida via dieta para manutenção e crescimento cárneo.

Posteriormente, Santos et al. (2012), avaliaram em outro estudo, 240 suínos em terminação (machos castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC)), os quais

foram submetidos à restrição alimentar de 10% em relação ao consumo à vontade. Estes autores relataram que o manejo restritivo alimentar proporcionou melhora na conversão alimentar dos animais. Em relação ao tipo de castração, os machos IC apresentaram desempenho superior em relação aos CC. Entretanto, em outra pesquisa semelhante, Batorek et al. (2012) observaram desempenho similar entre animais alimentados a vontade ou sob restrição alimentar.

Uma vez que a restrição alimentar é representada pela limitação qualitativa e/ou quantitativa de ração e nutrientes, estudar a associação dos dois manejos torna-se interessante, sobretudo visando elucidar os efeitos sob o desempenho de suínos. Njoku et al. (2015) submeteram suínos em fase de crescimento à diferentes programas alimentares, sendo: restrição quantitativa, composta por limitação de 10 e 20% em relação ao consumo à vontade, e qualitativa, composta por níveis crescentes de proteína bruta (PB) na ração (16, 18 e 20%). Os autores relataram que a interação entre os manejos de restrição não influenciou o ganho de peso diário e o peso final dos animais, embora o consumo diário e total de ração e a conversão alimentar tenham sido influenciados. Adicionalmente, o nível de 20% de PB na dieta promoveu os maiores valores de consumo de ração e melhor eficiência alimentar.

A ausência de interferência da restrição alimentar sobre variáveis de crescimento como as citadas no estudo de Njoku et al. (2015) podem ser justificadas em virtude do nível moderado de restrição, não sendo suficiente para afetar negativamente o desempenho dos animais (Bee et al., 2007; Serrano et al 2009). Ademais, níveis crescentes de PB contribuíram para potencializar a performance dos animais, como é o caso de melhora na conversão alimentar (Zhang et al., 2013), uma vez que suínos alimentados com níveis crescentes de PB possuem maior ingestão de aminoácidos (Lebret et al., 2008), e deste modo conseguem maior eficiência nos processos de deposição proteica, sobretudo em fases de crescimento, uma vez que a programação genética para crescimento e ganho de peso corporal é juvenil (Hidalgo et al., 2020).

O uso da restrição alimentar também pode estar associado ao ganho compensatório, ou seja, os animais passam por um certo período de restrição sob o volume ofertado de ração e posteriormente retornam ao consumo à vontade (Kanev et al. 2023). Este tipo de manejo visa a máxima eficiência no processo de turnover proteico muscular, o que por sua vez influencia consideravelmente a deposição de carne magra na carcaça, sendo essa uma resposta interessante do ponto de vista de rendimento de carcaça (Kristensen et al., 2002).

Briganó et al. (2008) realizaram uma pesquisa visando elucidar os efeitos da restrição alimentar seguida de consumo à vontade em suínos em fase de recria e terminação. Na oportunidade, animais que foram submetidos a restrição alimentar de 20%, durante um período de 21 dias, seguido de consumo à vontade, obtiveram ganho compensatório, deste modo não havendo diferença entre o consumo diário de ração e ganho diário de peso em relação aos animais alimentados à vontade. Ainda, em animais submetidos a restrição com peso corporal de 70kg até o abate (120kg) houve economia maior de alimento, ou seja, redução no desperdício de ração, refletindo em vantagem de 3,53% nos custos de produção em relação à alimentação à vontade.

Daza et al. (2006) avaliaram os efeitos da restrição alimentar moderada sob o crescimento subsequente em suínos machos castrados. Neste estudo, 100 suínos (peso corporal médio de 34,5kg) foram distribuídos em dois tratamentos, sendo estes, alimentação à vontade e alimentação restrita em 25% ao consumo à vontade, durante 36 dias. Posteriormente, os animais sob restrição foram alimentados ad libitum por 64 dias, assim como o grupo à vontade. Ao término, evidenciou-se que, ao considerar todo o período de estudo, o ganho médio diário e o consumo médio diário de ração foram maiores em animais alimentados à vontade (840 vs 808g e 2478 vs 2283g). No entanto, a conversão alimentar pós-período de restrição não sofreu diferença entre os grupos (2,95 vs 2,95kg), demonstrando que a restrição alimentar não influenciou na eficiência alimentar dos animais em restrição seguida de consumo a vontade.

Os autores acima justificaram que a compensação incompleta pós-período de restrição, a qual levou a melhora apenas na conversão alimentar, pode estar relacionada à ocorrência de altas temperaturas durante o período de realimentação, deste modo atenuando o consumo de ração dos animais em relação à alimentação a vontade. Também, o maior consumo diário de ração pós restrição provavelmente contribuiu para aumento na produção de calor metabólico em função do aumento no peso e atividade de órgãos metabólicos (Chiba et al., 1999).

Os efeitos da restrição alimentar seguida de ganho compensatório sob o desempenho de 126 suínos híbridos Duroc (machos castrados e fêmeas) foram avaliados por Heyer & Lebret, (2007). Os animais foram distribuídos em dois grupos, sendo o controle (alimentação a vontade dos 30 aos 70 e dos 70 aos 110kg de peso corporal) e o grupo compensatório (restrição alimentar de 65% em relação ao consumo a vontade, entre 30 e 70kg seguida de consumo ad libitum dos 70 aos 110kg de peso corporal). Os autores relataram que animais em condições de restrição apresentaram redução no ganho de peso

médio diário durante o período de crescimento (30 aos 70kg). No entanto, durante a fase de terminação (70 aos 110kg), houve aumento do ganho de peso (+ 13% em relação ao controle) em decorrência do aumento no consumo diário de ração e melhor eficiência alimentar, que por sua vez contribuiu para o fenômeno do ganho compensatório.

Diante das informações discutidas acima, fica evidente os benefícios que o manejo da restrição alimentar pode proporcionar ao desempenho de suínos e do setor suinícola, uma vez que está relacionada com a melhoria da eficiência alimentar dos animais (aproveitamento eficaz de nutrientes dietéticos), contribuindo para aumentar o desempenho zootécnico, bem como redução de desperdício de ração, diminuindo os custos com produção (Dalla Costa et al., 2020). Ademais, este manejo está relacionado a melhorias sob o rendimento e qualidade da carcaça, promovendo maior aceitação pelos consumidores e retorno econômico aos produtores.

#### **4. Rendimento de carcaça e qualidade de carne em suínos submetidos à restrição alimentar**

O consumo de carne suína tem se expandido cada vez mais nos últimos anos (OECD/FAO, 2022), sendo influenciado pela desmistificação de fatores em relação à qualidade da carne e suas propriedades, os quais assolavam os consumidores (Anjos et al., 2018). Também, a intensiva seleção genética, proporcionando a obtenção de animais com maior capacidade para deposição de carne magra e maior deposição de gordura intramuscular, aliada a manejos de nutrição contribuíram para alavancar o crescimento do setor suinícola, sobretudo no que concerne a maior eficiência de rendimentos cárneos, sabor e valor nutricional da carne, o qual compreende a presença de aminoácidos essenciais, ácidos graxos monoinsaturados, ferro, selênio, potássio e vitaminas do complexo B (Gomide et al., 2013).

Entre os manejos nutricionais utilizados na produção de suínos, pode-se destacar a restrição alimentar, o qual está associada ao melhor aproveitamento da dieta, e consequentemente melhora na eficiência alimentar seguida de redução de gordura na carcaça e aumento na porcentagem de carne magra. Quando se pensa em rendimento de carcaça, algumas variáveis são analisadas, sendo elas, peso final da carcaça, peso da carcaça quente (PCQ) e fria (PCF), comprimento da carcaça, área de olho de lombo (AOL), profundidade de lombo (PL), peso de pernil (PP), rendimento de pernil (RP) e percentual de carne magra (PCM) (Bridi e Silva, 2007).

Em pesquisa realizada por Santos et al. (2012), 240 suínos, sendo 120 machos IC e 120 machos CC, oriundos do cruzamento (Duroc/Pietrain x Large White/Landrace), com peso inicial de  $91,49 \pm 3,26$ kg, foram submetidos ao manejo de restrição alimentar, visando avaliar os efeitos sobre o rendimento de carcaça. Evidenciou-se que o manejo alimentar (a vontade ou restrição) e a categoria animal não influenciaram em variáveis de rendimento como, comprimento da carcaça, rendimento da carcaça quente, profundidade de músculo e área de olho de lombo. No entanto, machos IC apresentaram menor espessura de toucinho (ET) e maior percentual de carne magra (3%) na carcaça, demonstrando superioridade dos suínos IC em relação aos CC.

A espessura de toucinho representa uma das variáveis que interferem na bonificação paga aos produtores brasileiros, ou seja, quanto menor sua espessura na carcaça, maior será o lucro obtido. Assim sendo, em pesquisa realizada por Fraga et al. (2008) constatou-se que o uso da restrição alimentar em níveis crescentes (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) na dieta de suínos em fase de terminação contribuiu para a redução da ET na carcaça, sendo este resultado decorrente do melhor aproveitamento da energia dietética para manutenção e desempenho animal, refletindo em aumento na quantidade de carne magra na carcaça, elevando os índices de bonificação. Tais resultados também foram evidenciados por Barbosa et al. (2002) que, ao restringirem o consumo de suínos em terminação, observaram redução linear na ET, deste modo validando o uso deste manejo para reduzir a deposição de gordura na carcaça.

Avaliando diferentes categorias animais (machos IC, alimentados à vontade ou não, machos inteiros (MI) e CC, submetidos a manejo de restrição alimentar (-20% em relação a alimentação ad libitum, por 4 semanas), Batorek et al. (2012) não relataram efeitos do manejo restritivo sob as características da carcaça, com exceção para profundidade de lombo e área do olho de lombo, os quais foram maiores em suínos machos IC em regime alimentar. Também, o rendimento de pernil bem como o percentual de peso da carcaça foi similar entre os animais IC (alimentados à vontade ou não), se aproximando do grupo CC, os quais apresentaram maior percentual. Em relação a qualidade da carne, animais IC não diferiram em maciez (avaliada com base na força de cisalhamento) em relação a animais MI (carne mais dura) e CC (carne mais macia).

Em outro estudo, o regime alimentar (82 e 72% em relação a AV) realizado em suínos fêmeas inteiras, fêmeas castradas e machos castrados, oriundos do cruzamento entre porcos Ibéricos x Duroc, durante o período de 152 a 263 dias de idade melhorou o rendimento de cortes sem afetar a eficiência alimentar, qualidade da carne e produção de

presunto curado (Serrano et al., 2009). Ainda, os autores descrevem que a restrição alimentar durante a fase de crescimento pode ser uma prática aceitável para produção de suínos ibéricos em sistema intensivo, sem que haja comprometimento sob o desempenho animal e qualidade da carne.

Dois experimentos foram conduzidos com 1500 suínos machos IM e CC em fase de terminação, submetidos a diferentes programas de restrição alimentar (0, 4 e 7%), visando-se evidenciar os efeitos da restrição sobre o rendimento de carcaça e cortes. Relatou-se ausência de efeito da restrição sob a espessura do lombo. Entretanto, houve redução na espessura de toucinho, o que por sua vez elevou o percentual de carne magra (58%) na carcaça em animais submetidos à menor consumo de ração. Adicionalmente, o peso do pernil reduziu conforme o aumento no nível de restrição e a paleta apresentou menor teor de gordura, sendo este resultado observado em carcaças de animais sob restrição (Dalla Costa et al., 2020).

A redução no percentual de gordura, seja na carcaça (espessura de toucinho) ou em cortes como é o caso da paleta, é resultante do manejo de restrição alimentar, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta para deposição proteica. Em suínos, o desenvolvimento muscular possui crescimento intenso e alométrico até a fase final de crescimento (peso corporal por volta dos 60kg), posteriormente, a exigência energética para anabolismo muscular se estabiliza, deste modo, o excedente de energia será depositado na forma de gordura (Noblet, 1996). Logo, controlar o consumo de ração promove melhora na eficiência alimentar, o que por sua vez favorece o desempenho e o rendimento de carcaça (Patience et al. 2015).

Por outro lado, a qualidade da carne é representada por análises como a de pH, cor, perda por exsudação (PE), perda por cozimento (PCZ), força de cisalhamento (FC), carne pálida, mole e exsudativa (PSE) e marmoreio, as quais são mensuradas em cortes das carcaças (Bridi e Silva, 2007). Deste modo, com base nos valores obtidos nas análises de rendimento e qualidade, bem como a interação de ambas, torna-se possível dizer se de fato houve eficiência no processo de produção da carne e se essa está apta ao consumo a nível de suculência e sabor.

Parâmetros como o pH (45min e 24h pós abate) e cor são utilizados para se determinar a qualidade da carne em suínos, sobretudo em animais sob condições de restrição alimentar. Quando o pH da carne reduz após o abate, trata-se da conversão do glicogênio do músculo em ácido lático. Logo, quanto maior for o conteúdo de glicogênio muscular no momento do abate, mais rápido será a queda do pH (Channon, et al., 2018).

Tendo isso em mente, animais sob condições de restrição energética apresentam reserva de glicogênio muscular reduzida, que por sua vez favorece a diminuição na acidificação da carne, promovendo maior pH pós abate (Garrido et al., 1994).

Além disso, Garrido et al. (1994) cita que valores mais baixos de pH pós abate estão associados a menor capacidade de retenção de água da carne, sendo este um efeito das modificações de proteínas sarcoplasmáticas (função regulatória) que se manifestam após a acidificação muscular. Em suínos, a rápida queda do pH (<5,8) da carne pós abate, em decorrência da rápida decomposição do glicogênio muscular, promove o efeito da carne PSE (Pale, Soft e Exsudative), a qual é descrita como carne pálida, macia e exsudativa, ou seja, baixa capacidade de retenção de água, que por sua vez interfere negativamente nas propriedades funcionais da carne bem como em sua qualidade (Barbut et al., 2008).

A avaliação da cor da carne pode ser expressa sob os valores de L\* (representa a clareza da cor até a escuridão), a\* (mede a cor da carne partindo da cor vermelha para o verde) e b\* (mede da cor azul para o amarelo) (Tomasevic et al., 2019). Logo, valores mais altos representam maior luminosidade, vermelhidão e amarelecimento da carne, respectivamente. Além disso, a cor da carne suína pode ser mensurada através de padrões fotográficos (Pork Marbling Guide - Pork Checkoff® Des Moines, IA-USA) e/ou através do padrão de cor japonês que, apesar de subjetivos, podem ser facilmente aplicados nas operações diárias da indústria da carne. Em suínos submetidos a restrição alimentar (altos níveis) é esperado redução na coloração da carne (Channon et al., 2018).

Fraga et al. (2009) avaliaram os efeitos da restrição alimentar em níveis crescentes (0,5, 10, 15 e 20%) sobre a qualidade da carne em suínos machos castrados. Análises como pH, cor (L\*, a\*, b\*) e perdas por cozimento, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água foram realizadas em amostras de lombo (músculo Longissimus lumborum). Ao fim, notaram que a restrição aumentou o pH e a capacidade de retenção de água, além de reduzir os valores de a\* e b\* da amostra de lombo. As demais variáveis analisadas não apresentaram resultados significativos que representassem influência do manejo de restrição alimentar.

Dalla Costa et al. (2020) relataram que a restrição no consumo de ração em suínos imunocastrados e castrados cirurgicamente em fase de terminação não acarretou diferenças na cor e pH. No entanto, a categoria sexual influenciou, sendo que animais imunocastrados apresentaram maior valor de L\* (48,12) para o lombo em relação aos machos castrados (47,34). Como mencionado anteriormente, quanto maior o valor de L\*,

mais clara e pálida será a carne, o que por sua vez torna passível de classificação como carne PSE.

A análise da capacidade de retenção de água (CRA) é representada em função da capacidade que a carne possui em reter umidade mesmo diante de forças externas como é o caso do corte e aquecimento, por exemplo (Qian et al., 2020). A CRA está diretamente relacionada a concentração do pH da carne, deste modo, estando associada ao processo de glicólise post-mortem, o qual determina a velocidade de queda do pH (Sun et al. 2019). Quando a CRA da carne é baixa, há influência direta sob a capacidade da mesma em perder peso durante processos de resfriamento e estocagem, que por sua vez promovem a ocorrência de carnes mais secas e menos macia, mesmo após o cozimento, sendo este feito decorrente da desnaturação proteica (Li et al. 2018). É recomendável que a CRA não exceda o valor de 2,5%, sendo essa análise mensurada pela técnica de perda por gotejamento (NPPC, 2006).

Já a força de cisalhamento corresponde ao grau de maciez da carne, sendo que, quanto maior for a força de cisalhamento maior será o grau de dureza da carne, ou seja, é desejável que as carnes tenham força de cisalhamento reduzida, refletindo em maior maciez e qualidade (Cannata et al., 2010). A força pode ser determinada pelo aparelho Warner-Bratzler Shear, sendo considerável valores adequados aqueles menores que 3,2kgf (NPPC, 2006). A maciez da carne é influenciada principalmente pela presença de gordura intramuscular, ou seja, o chamado marmoreio, que está associado também a maior suculência da carne (Noidad et al., 2019). Sendo assim, é descrito que há uma correlação entre a maciez de lombos suínos em função do grau de marmoreio da carne, sendo considerado adequado valores entre 2 e 4% (NPPC, 2006). Logo, quanto maior for o marmoreio, maior será a maciez da carne, ou seja, menor a força de cisalhamento.

O peso de abate é outro fator que pode influenciar a força de cisalhamento, uma vez que animais mais pesados podem apresentar redução numérica na capacidade de dureza da carne (Cisneros et al., 1996). Porém, ainda que suínos mais pesados ofereçam maior maciez e melhores valores no que diz respeito aos sistemas de tipificação, estão associados a ocorrência de carcaças mais gordurosas (Wu et al., 2017). Deste modo, torna-se interessante manter um ponto de equilíbrio entre peso de abate e composição de carne magra na carcaça, a qual pode ser obtida com base em manejos de restrição alimentar energética, ou seja, reduzindo o consumo de energia, e com isso reduzindo a deposição de gordura (Van den Broeke et al., 2022).

A perda por exsudação em carnes é representada pela perda de líquido (em geral avermelhado) para o meio. Um dos principais fatores para liberação do líquido é a ruptura dos canais de gotejamento (espaço entre fibras e feixes de fibras) (Dong et al., 2020). Em situações em que a perda de líquido é excessiva, como é o caso do cozimento, haverá efeito negativo sobre a maciez da carne, onde a mesma passa a ficar mais dura e menos succulenta (Kim et al., 2013). Também, o ato de congelar e descongelar a carne, seja ele realizado várias vezes ou não, contribui para perdas por exsudação, sendo relatado perdas de 18,27% na carne de suínos (Xia et al., 2009).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do exposto, fica evidente a importância da aplicabilidade do manejo de restrição alimentar na suinocultura, especialmente nas fases de crescimento e terminação. Ainda que haja divergência de resultados, em função dos níveis de restrição utilizados, bem como a categoria sexual, é perceptível os efeitos benéficos da restrição. Resultados como redução na espessura de toucinho seguida de aumento no percentual para deposição de carne magra são evidenciados, ambos relacionados principalmente com a maior capacidade de aproveitamento dos nutrientes dietéticos, resultante da melhor conversão alimentar proporcionada pelo manejo de restrição. Além disso, há efeito da restrição alimentar sobre o desperdício de ração, reduzindo o mesmo, o que de certo modo é importante, visto que os custos com a dieta se enquadram entre os maiores gastos na produção de suínos. Por fim, é importante o conhecimento sobre os efeitos da restrição, sobretudo no que concerne a escolha dos níveis a serem utilizados, uma vez que níveis mais severos podem impactar negativamente no desempenho animal.

### **REFERÊNCIAS**

- Alonso, V., Campo, M. d. M., Español, S., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2009). Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science*, 81(1), 209-217. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.021>.
- Alonso, V., Muela, E., Gutiérrez, B., Calanche, J. B., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2015). The inclusion of Duroc breed in maternal line affects pork quality and fatty acid profile. *Meat Science*, 107, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.011>.
- Anjos, C. M., Gois, F. D., & Pereira, C. M. C. (2018). Desmitificando a carne suína. *PUBVET*, 12(12), 1-9.

Barbosa, H. C. A., Vieira, A. A., Almeida, F. Q., Teixeira, Z. S., Souza, R. M., & Campos, J. F. (2003). Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 55(5), 606-614. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352003000500015>.

Barbosa, H. C. A., Vieira, A. A., Teixeira, Z. S., Almeida, F. Q., Campos, J. F. (2002). Desempenho de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias*, 9(3), 147-153. b

Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E., & Wilson, E. W. (2008). Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79(1), 46-63. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.031>.

Batorek, N. M., Škrlep, A., Prunier, I., Louveau, J., Noblet, M., Bonneau, M., & Čandek-Potokar. (2012). Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4593-4603. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5330>.

Bee, G., Calderini, M., Biolley, C., Guex, G., Herzog, W., & Lindemann, M. D. (2007). Changes in the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growing-finishing period as affected by feed restriction, slaughter age, or slaughter weight. *Journal of Animal Science*, 85(4), 1030-1045. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-496>.

Bridi, A. M., & Silva, C. A. (2007). Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína. Londrina, Midiograf, 97p.

Briganó, M. V., Pacheco, G. D., Bridi, A. M., Oba, A., Fonseca, N. A. N., & Silva, C. A. (2008). Desempenho e características de carcaça de suínos submetidos a diferentes programas de restrição alimentar na fase dos 30 aos 118 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(8), 1398-1404. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800009>.

Cannata, S., Engle, T. E., Moeller, S. J., Zerby, H. N., Radunz, A. E., Green, M. D., Bass, P. D., & Belk, K. E. (2010). Effect of visual marbling on sensory properties and quality

traits of pork loin. *Meat Science*, 85(3), 428-434. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.011>.

Channon, H. A., D'Souza, D. N., & Dunshea, F. R. (2018). Validating post-slaughter intervention to produce consistently high-quality pork cuts from female and immunocastrated male pigs. *Meat Science*, 142, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.021>.

Channon, H. A., Kerr, M. G., & Walker, P. J. (2004). Effect of Duroc content, sex and ageing period on meat and eating quality attributes of pork loin. *Meat Science*, 66(4), 881-888. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.08.010>.

Chiba L. I., Ivey H. W., Cummins K. A., & Gamble B. E., (1999). Growth performance and carcass traits of pigs subjected to marginal dietary restrictions during the grower phase. *Journal of Animal Science*, 77(7), 1769-1776. <https://doi.org/10.2527/1999.7771769x>.

Choi, I., Bates, R. O., Raney, N. E., Steibel, J. P., & Ernst, C. W. (2012). Evaluation of QTL for carcass merit and meat quality traits in a US commercial Duroc populations. *Meat Science*, 92(2), 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.023>.

Cilla, I., Altarriba, J., Guerrero, L., Gispert, M., Martínez, L, Moreno, C., Beltrán, J. A., Guàrdia, M. D., Diestre, A., Arnau, J., & Roncalés, P. (2006). Effect of different Duroc line sires on carcass composition, meat quality and dry-cured ham acceptability. *Meat Science*, 72(2), 252-260. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.010>.

Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., & Fernando, R. L. (1996). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*, 74(5), 925-933. <https://doi.org/10.2527/1996.745925x>.

Dalla Costa, O. A., Tavernari, F. C., Lopes, L. S., Dalla Costa, F. A., Feddern, V., & Lima, G. J. M. M. (2020). Performance, carcass and meat quality of pigs submitted to immunocastration and different feeding programs. *Research in Veterinary Science*, 131, 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.015>.

Daza, A., Olivares, A., & López-Bote, C. (2006). Effect of a moderate feed restriction on subsequent growth and body composition in pigs raised under high environmental

temperatures. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 15(3), 417-426. <https://doi.org/10.22358/jafs/66912/2006>.

Dong, M., Chen, H., Zhang, Y., Xu, Y., Han, M., Xu, X., & Zhou, G. (2020). Processing Properties and Improvement of Pale, Soft, and Exudative-Like Chicken Meat; a Review. *Food and Bioprocess Technology*, 13, 1280-1291. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02464-3>.

Fàbrega, E., Gispert, M., Tibau, J., Hortós, M., Oliver, M. A., & Font i Fornouls, M. (2011). Effect of housing system, slaughter weight and slaughter strategy on carcass and meat quality, sex organ development and androstenone and skatole levels in Duroc finished entire male pigs. *Meat Science*, 89(4), 434-439. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.009>.

Fraga, A. L., Thomaz, M. C., Kronka, R. N., Budiño, F. E. L., Huaynate, R. A. R., & Malheiros, E. B. (2008). Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(5), 869-875. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000500014>.

Fraga, A. L., Thomaz, M. C., Kronka, R. N., Budiño, F. E. L., Huayante, R. A. R., Scandolera, A. J., Ruiz, U. S., & D'Angelis, F. H. F. (2009). Qualitative-feed-restricted heavy swine: meat quality and morpho-histochemical characteristics of muscle fibers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(5), 1145-1156. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000500012>.

Franco, D., Vazquez, J. A., & Lorenzo, J. M. (2014). Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Science*, 96(1), 195-202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.024>.

Garrido, M. D., Pedauyó, J., Bañón, S. & Laencina, J. (1994). Objective assessment of pork quality. *Meat Science*, 37(3), 411-420. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90056-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90056-6).

Gomide, L. A. M., Ramos, E. M., & Fontes, P. R. (2013). *Ciência e qualidade da carne*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 197p.

Heyer, A., & Lebret, B. (2007). Compensatory growth response in pigs: Effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. *Journal of Animal Science*, 85(3), 769-778. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-164>.

Hidalgo, J., Tsuruta, S., Lourenco, Masuda, Y., Huang, Y., Gray, K. A., & Misztal, I. (2020). Changes in genetic parameters for fitness and growth traits in pigs under genomic selection. *Journal of Animal Science*, 98(2), 032-060. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa032>.

Hoque, M. R., & Kim, I. H. (2022). Effect of non-starch polysaccharide enzyme supplementation with gradually reduced energy diet on growth performance, nutrient digestibility, lean meat percentage and backfat thickness of growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(2), 574-580. <https://doi.org/10.1111/jpn.13744>.

Hurnik, D. (2004). Loin eye size and what factors drive it? Atlantic Swine Research Partnership Inc. Annual Report, 18–20.

Jeleníková, J., Pipek, P., & Myahara, M. (2008). The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. *European Food Research and Technology*, 227(4), 989-994. <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0810-x>.

Jiang, Y. Z., Zhu, L., Tang, G. Q., Li, M. Z., Jiang, A. A., Cen, W. M., Xing, S. H., Chen, J. N., Wen, A. X., He, T., Wang, Q., Zhu, G. X., Xie, M. & Li, X.W. (2012). Carcass and meat quality traits of four commercial pig crossbreeds in China. *Genetics and Molecular Research*, 11(4), 4447–4455.

Kanev, D., Yordanova, G., Apostolov, A., & Nedeva, R. (2023). Effect of feed restriction and low protein level on the performance of growing pigs. *Trakia Journal of Sciences*, (1), 25-29. doi:10.15547/tjs.2023.01.004.

Kim, G-D., Jung, E-Y., Lim, H-J., Yang, H-S., Joo, S-T., & Jeong, J-Y. (2013). Influence of meat exudates on the quality characteristics of fresh and freeze-thawed pork. *Meat Science*, 95(2), 323-329. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.007>.

Kirsten, L., Therkildsen, M., Riis, B., Sørensen, M. T., Oksbjerg, N., Purslow, P. P., & Ertbjerg, P. (2002). Dietary-induced changes of muscle growth rates in pigs: effects on in vivo and postmortem muscle proteolysis and meat quality. *Journal of Animal Science*, 80(11), 2862- 2871. <https://doi.org/10.2527/2002.80112862x>.

Klimas, R., Klimienė, A. & Rimkevičius, S. (2007). Efficiency of use of pigs, bred in Lithuania, in the hybridization combinations. *Veterinarija ir Zootechnika*, 38(60), 22–27.

- Krasnova, O. A., Kazantseva, N. P., Kudrin, M. R., Khardina, E. V., Vasilieva, M. I., Pushkaryov, M. G., & Sannikova, N. A. (2020). Productive qualities of hybrid pigs. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 11(14), 1-9.
- Kristensen, L., Therkildsen, M., Riis, B., Sorensen, M. T., Oksbjerg, N., Purslow, P. P., Ertbjerg, P. (2002). Dietary-induced changes of muscle growth rate in pigs: effects on in vivo and postmortem muscle proteolysis and meat quality. *Journal of Animal Science*, 80(11), 2862-2871. <https://doi.org/10.2527/2002.80112862x>.
- Lebret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *animal*, 2(10), 1548- 1558. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002796>.
- Li, X., Wei, X., Wang, H., Zhang, C-H., & Mehmood, W. (2018). Relationship between protein denaturation and water holding capacity of pork during postmortem ageing. *Food Biophysics*, 13, 18-24. <https://doi.org/10.1007/s11483-017-9507-2>.
- Lopez-Bote, C. J. (1998). Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Science*, 49(1), 17-27. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)90036-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)90036-5).
- Martins, J. M., Fialho, R., Albuquerque, A., Neves, J., Freitas, J., Nunes, J. T., & Charneca, R. (2020). Growth, blood, carcass and meat quality traits from local pig breeds and their crosses. *animal*, 14(3), 636-647. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002222>.
- Mazzuco, H., Guidoni, A. L., & Jaenisch, F. R. (2000). Efeito da restrição alimentar qualitativa sobre o ganho compensatório em frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(3), 543-549. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000300009>.
- McNeel, R. L., Ding, S.-T., Smith, E. O., & Mersmann, H. J. (2000). Effect of feed restriction on adipose tissue transcript concentrations in genetically lean and obese pigs. *Journal of Animal Science*, 78(4), 934-942. <https://doi.org/10.2527/2000.784934x>.
- Morcuende, D., Estévez, M., Ramírez, R., & Cava, R. (2007). Effect of the Iberian × Duroc reciprocal cross on productive parameters, meat quality and lipogenic enzyme activities. *Meat Science*, 76(1), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.10.016>.
- Mörlein, D., Link, G., Werner, C., & Wicke, M. (2007). Suitability of three commercially produced pig breeds in Germany for a meat quality program with emphasis on drip loss

and eating quality. *Meat Science*, 77(4), 504-511.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.030>.

Njoku, C. P., Adeyemi, O. A., Egbeyale, L. T., Sanya, B. J., Situ, R. O., & Osinaike, A. G. (2015). Growth response and nutrient digestibility of growing pigs to qualitative and quantitative feed restriction. *Nigerian Journal of Animal Production*, 42(1), 1-14.  
<https://doi.org/10.51791/njap.v42i1.851>.

Noblet, J. (1996). Net energy for growth in pigs: application to low protein, amino acid supplemented diets. Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches Porcines, 35590 Saint Gilles, France, 1-11.

Noidad, S., Limsupavanich, R., Suwonsichon, S., & Chaosap, C. (2019). Effect of visual marbling levels in pork loins on meat quality and Thai consumer acceptance and purchase intent. *Asian Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(12), 1923-1932.  
<https://doi.org/10.5713%2Fajas.19.0084>.

NPPC - National Pork Producers Council. (2006). Pork Quality Solutions Team. Pork Quality Targets, USA, 1p.

O'Connell, M. K., Lynch, P. B., & O'Doherty, J. V. (2006). The effect of dietary lysine restriction during the grower phase and subsequent dietary lysine concentration during the realimentation phase on the performance, carcass characteristics and nitrogen balance of growing-finishing pigs. *Livestock Science*, 101(1-3), 169-179.

OECD/FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2002-2031. (2022). Paris and Rome: OECD Publishing, p.363. <https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en>.

Palhares, L. O., Dutra Júnior, W. M., Lourenço-Silva, M. I., Carmo, M. R., Serafim, J. E., Gasparini, S. P., Lima, T. S., & Holanda, M. C. R. (2020). Efeito dos níveis de lisina/proteína ideal sobre desempenho, características de carcaça, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de suínos machos, castrados, da raça Duroc, de 30kg a 50kg. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72(4), 1305-1312.  
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-11240>.

Patience, J. F., Rossoni-Serão, M., & Gutiérrez, N. A. (2015). A review of feed efficiency in swine: biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(33).  
<https://doi.org/10.1186/s40104-015-0031-2>.

PEREIRA, A. S., Shitsuka, D., M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM.

Pettigrew, J. E., & Esnaola, M. A. (2001). Swine nutrition and pork quality: a review. *Journal of Animal Science*, 79, 316-342. <https://doi.org/10.2527/jas2001.79E-SupplE316x>.

Poklukar, K., Candek-Potokar, M., Lukac, N. B., Tomazin, U., & Skrlep, M. (2020). Lipid deposition and metabolism in local and modern pig breeds: a review. *Animals*, 10(3), 424-444. <https://doi.org/10.3390/ani10030424>.

Põldvere, A., Tänavots, A., Saar, R., Torga, T., Kaart, T., Soidla, R., Mahla, T., Andreson, H., & Lepasalu, L. (2015). Effect of imported Duroc boars on meat quality of finishing pigs in Estonia. *Agronomy Research*, 13(4), 1040-1052.

Povod, M., Mykhalko, O., Kyselov, O., Opara, V., Adreychuk, V., & Samokhina, Y. (2021). Effects of various pre-slaughter weights on the physico-chemical qualities of pig meat. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8(3), 521-533. <https://doi.org/10.5455%2Fjavar.2021.h542>.

Qian, S., Li, X., Wang, H., Wei, X., Mehmood, W., Zhang, C., & Blecker, C. (2020). Contribution of calpain to protein degradation, variation in myowater properties and the water-holding capacity of pork during postmortem ageing. *Food Chemistry*, 324. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126892>.

Rezende, W. O., Donzele, J. L., Oliveira, R. F. M., Abreu, M. L. T., Ferreira, A. S., Silva, F. C. O., & Apolônio, L. R. (2006). Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível: caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3), 1101-1106. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000400022>.

Rybarczyk, A., Moroch, R., & Polasik, D. (2018). The effect of DanAvl Duroc and Pulawska boar in crossbred with DanAvl Hybrid on meat quality of finishing pigs. *Agricultural and Food Science*, 27(3), 159-167. <https://doi.org/10.23986/afsci.70934>.

Santos, A. P., Kiefer, C., Martins, L. P., & Fantini, C. C. (2012). Restrição alimentar para suínos machos castrados e imunocastrados em terminação. *Ciência Rural*, 42(1), 147-153. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100024>.

Schiavon, S., Bona, M. D., Carcò, G., Carraro, L., Bunger, L., & Gallo, L. Effects of feed allowance and indispensable amino acid reduction on feed intake, growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *Plos One*, 13(4), e0195645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195645>.

Serrano, M. P., Valencia, D. G., Fuentetaja, A., Lazaro, R., & Mateos, G. G. (2009). Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. *Journal of Animal Science*, 87(5), 1676- 1685.

Snegin, E. A., Sychev, A. A., Artemchuk, O. Y., Barkhatov, A. S., Snegina, E. A., Yusupov, S. R., & Yusupova, A. Y. (2023). Polymorphisms associated with resistance to infectious diseases in different breeds of pigs of the Belgorod Region of Russia. *E3S Web of Conferences, AGRITECH-VIII*, 390, 07018.

Sun, X. B., Huang, J. C., Li, T. T., Ang, Y., Xu, X. L., & Huang, M. (2019). Effects of preslaughter shackling on postmortem glycolysis, meat quality, changes of water distribution, and protein structures of broiler breast meat. *Poultry Science*, 98(9), 4212-4240. <https://doi.org/10.3382/ps/pez175>.

Tomasevic, I., Tomovic, V., Milovanovic, B., Lorenzo, J., Đorđević, V., Karabasil, N., & Djekic, I. (2019). Comparison of a computer vision system vs. Traditional colorimeter for color evaluation of meat products with various physical properties. *Meat Science*, 148, 5-12. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.09.015>.

Tongsuk, K., Sivapirunthep, P., & Chaosap, C. (2020). Influence of Duroc sire lines on carcass and meat quality traits of commercial crossbred pigs. *International Journal of Agricultural Technology*, 16(5), 1287-1294.

Van den Broeke, A., Aluwé, M., Kress, K., Stefanski, V., Skrlep, M., Batorek, N., Ampe, B., & Millet, S. (2022). Effect of dietary energy level in finishing phase on performance, carcass and meat quality in immunocastrates and barrows in comparison with gilts and entire male pigs. *animal*, 16(1). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100437>

Wang, S. J., Liu, W. J., Yang, L. G., Sargent, C. A., Liu, H. B., Wang, C., Liu, X. D., Zhao, S. H., Affara, N. A., Liang, A. X., & Zhang, S. J. (2012). Effects of FUT1 gene mutation on resistance to infectious disease. *Molecular Biology Reports*, 39(3), 2805-2810. <https://doi:10.1007/s11033-011-1039-0>.

Wu, F., Vierck, K. R., DeRouchey, J. M., O'Quinn, T. G., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Dritz, S. S., & Woodworth, J. C. (2017). A review of heavy weight market pigs: Status of knowledge and future needs assessment. *Translational Animal Science*, 1(1), 1-15. <https://doi.org/10.2527%2Ftas2016.0004>.

Xia, J. Q., Liu, D. Y., Jiang, X. P., Wang, L., Yang, S., & Liu, D. (2023). Sex effects on carcass characteristics, meat quality traits and meat amino acid and fatty acid compositions in a novel Duroc line pig. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(1), 129-135. <https://doi.org/10.1111/jpn.13680>.

Xia, X., Kong, B., Liu, Q., & Liu, J. (2009). Physicochemical change and protein oxidation in porcine longissimus dorsi as influenced by different freeze-thaw cycles. *Meat Science*, 83(2), 239-245. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.003>.

Zhang, G. J., Xie, C. Y., Thacker, P. A., Htoo, J. K., & Qiao, S. Y. (2013). Estimation of the ideal ratio of standardized ileal digestible threonine to lysine for growing pigs (22-50 kg) fed low crude protein diets supplemented with crystalline amino acids. *Animal Feed Science and Technology*, 180(1-4), 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2013.01.0>

## CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO

### CURVAS DE CONSUMO PARA SUÍNOS HÍBRIDOS DUROC MACHOS IMUNOCASTRADOS E FÊMEAS EM RECRIA E TERMINAÇÃO

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes curvas de consumo (CC) sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em suínos híbridos Duroc em fase de recria e terminação. Foram utilizados machos imunocastrados (IC) e fêmeas oriundos do cruzamento de fêmeas híbridas (Landrace x Large White) com machos terminadores Duroc. Os animais foram distribuídos em duas categorias sexuais e três curvas de consumo - ração à vontade (AV), curva de consumo 1 (CC1): -15% em relação a AV e curva de consumo 2 (CC2): -25% em relação a AV. A conversão alimentar (CA) reduziu à medida que se aumentou a restrição sobre as CC, e para categorias sexuais, foi menor em machos IC em relação as fêmeas. A restrição alimentar reduziu o consumo de ração diário (CRD) e o ganho de peso diário (GPD), contribuindo para aumento da idade de abate e dias em terminação. Não houve influência das curvas de consumo para características de carcaça como peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça (RC). O peso e o rendimento do lombo foram influenciados pela restrição alimentar, sendo maiores ( $P < 0,05$ ) na CC1. Houve influência da categoria sexual ( $P < 0,05$ ) sobre o rendimento de carcaça, na qual as fêmeas apresentaram maior rendimento e também os cortes cárneos pernil, barriga, carré e papada mais pesados ( $P < 0,05$ ). O manejo alimentar não influenciou a qualidade da carne, no entanto, houve maior ( $P < 0,05$ ) grau de marmoreio para fêmeas. Conclui-se que a restrição proporcionada pelas CC para suínos em recria e terminação promoveu melhor CA em machos IC, entretanto, houve redução do CRD e GPD. Adicionalmente, fêmeas apresentaram maiores rendimentos e peso de cortes, além de melhor marmoreio quando comparadas a machos IC.

Palavras-chave: suínos, curvas de arraçoamento, restrição quantitativa, rendimento de carcaça, qualidade de carne.

#### ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of different feeding curves (FC) on the performance, carcass yield, and meat quality of hybrid Duroc pigs during the growing and finishing phases. We used immunocastrated males (IC) and females crossbred from hybrid sows (Landrace × Large White) with Duroc terminal boars. The animals were distributed into two sex groups and three feeding curves: ad libitum feeding (AL), feeding curve 1 (FC1): -15% compared to AL, and feeding curve 2 (FC2): -25% compared to AL. The feed conversion ratio (FCR) decreased as the feed restriction increased, and it was better in IC males than females. Feed restriction reduced daily feed intake (DFI) and daily weight gain (DWG), leading to increased slaughter age and days in the finishing phase. The feeding curves did not influence carcass characteristics such as hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), and carcass yield (CY). However, loin weight and yield were affected by feed restriction, which was higher ( $P < 0.05$ ) in FC1. The sex group significantly influenced ( $P < 0.05$ ) carcass yield, with females showing higher yield and

heavier cuts, such as leg, belly, rack, and jowl ( $P < 0.05$ ). Feeding management did not affect meat quality, although females exhibited higher marbling ( $P < 0.05$ ). We concluded that the feed restrictions imposed by the FC improved FCR in IC males but reduced DFI and DWG. Additionally, females showed higher yields, heavier cuts, and better marbling than males.

Keywords: swine, feeding curves, quantitative restriction, carcass yield, meat quality.

## 1. INTRODUÇÃO

Na suinocultura moderna, preza-se pelo uso de animais que possuam capacidade de expressar o máximo do potencial genético, contribuindo para melhorar o desempenho zootécnico, culminando em maior rendimento de carcaça e qualidade da carne, e deste modo, atender às demandas da indústria e do mercado consumidor (Lebret & Candek-Potokar, 2022). Logo, a escolha do genótipo é determinante para o sucesso produtivo, econômico e comercial. O uso de machos terminadores da raça Duroc favorece tais condições, visto que são mais precoces, possuem boa conversão alimentar e elevadas taxas de crescimento, além de serem mais robustos, melhorando os índices produtivos (Tongsuk et al., 2020 Santos; Santos et al., 2023).

O cruzamento de machos terminadores Duroc com fêmeas F1 (Landrace x Large White) tem contribuído para obtenção dos suínos híbridos Duroc, os quais possuem desempenho zootécnico eficiente, especialmente no rendimento de carcaça e qualidade de carne (Kim et al., 2020;). Além disso, são animais com maior capacidade de deposição de gordura intramuscular, característica que foi reduzida nos últimos anos em função do melhoramento genético voltado para a produção de animais com maior deposição de carne magra e desenvolvimento muscular (Rybarczyk et al., 2018). O marmoreio é importante, pois melhora a qualidade da carne em termos de sabor, suculência, maciez e características visuais (Li et al., 2013). No entanto, ainda que a genética Duroc possua potencial para obtenção dessas características, torna-se interessante estabelecer manejos nutricionais que auxiliem na busca por estes resultados.

Entre os manejos nutricionais existentes, a restrição alimentar por meio de curvas de consumo pode contribuir para a maximização da utilização dos nutrientes da dieta pelos suínos (Santos et al., 2012; Schiavon et al., 2018). O uso de curvas de consumo evita o consumo excessivo de energia, o qual pode resultar em maior deposição de gordura na carcaça, além de piorar a conversão alimentar dos animais. Quando o consumo de energia excede à demanda energética do animal para manutenção e produção há uma queda na eficiência do processo de deposição proteica, o que por sua vez favorece a

deposição lipídica na carcaça (Hoque & Kim, 2022). Assim, o uso de genótipos com elevado desempenho zootécnico aliado a manejos nutricionais que otimizem o aproveitamento da dieta podem ser fundamentais para a obtenção de maiores rendimentos cárneos e melhor qualidade, contribuindo para maior desempenho e consistência na qualidade do produto entregue ao mercado.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos do manejo de restrição alimentar proporcionado por diferentes curvas de consumo sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne em suínos híbridos Duroc machos imunocastrados e fêmeas em fase de recria e terminação.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Declaração de ética**

Os procedimentos experimentais utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob o protocolo n° 72/2023.

### **2.2 Animais, instalações e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido no setor de recria e terminação, na granja experimental São Gabriel, de propriedade da Empresa DanBred Brasil, situada no município de Presidente Olegário, Minas Gerais, Brasil (842 m altitude, 18°34' de latitude sul, e 46°31' de latitude oeste), considerada região de savana tropical com inverno seco (Köppen, 1936). A temperatura nos galpões foi monitorada diariamente e foi registrada uma temperatura média de 22°C, com mínima de 12°C e máxima de 30°C.

Foram utilizados 216 suínos com peso inicial médio de 24,80 kg e 63 dias de idade, oriundos do cruzamento de fêmeas híbridas (Landrace x Large White - DanBred Brasil) com machos terminadores Duroc (DanBred Brasil) distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3, sendo duas categorias sexuais (CS) (108 machos imunocastrados e 108 fêmeas) e três curvas de consumo (CC) - ração à vontade (AV), curva de consumo 1 (CC1): -15% em relação a AV e curva de consumo 2 (CC2): -25% em relação a AV, totalizando seis tratamentos. Foram alojados 36 animais por tratamento, sendo distribuídos seis animais por baia, totalizando seis repetições por tratamento. Os machos foram castrados imunologicamente mediante protocolo vacinal proposto pela Vivax® (Zoetis, Lincoln, Nebraska, Estados Unidos), com 107 dias e 135 dias de idade.

### 2.3 Dietas e manejo alimentar

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais, para cada fase, de acordo com o preconizado por Rostagno et al. (2017) (Tabelas 1 e 2). Durante as fases de recria e terminação os animais foram alimentados conforme as CC propostas para os grupos experimentais e tinham acesso a água ad libitum. Adicionalmente, um programa alimentar foi estabelecido em função do estágio produtivo dos animais (Tabela 3): a fase de recria, composta por 35 dias e dois tipos de ração (recria 1 por 14 dias e recria 2 por 21 dias). A fase de terminação dividida em quatro fases, sendo a terminação 1 fornecida por 14 dias, a terminação 2, fornecida por 14 dias para os animais AV, 28 dias para os animais CC1 e 35 dias para os animais CC2, sendo essa diferença em dias decorrente do tempo de permanência em fase terminação dos respectivos animais nas CC (manejo alimentar). E por fim, as rações de terminação final 1 e 2 que, foram fornecidas por 14 dias cada, que foram diferentes em decorrência dos níveis de inclusão da ractopamina na ração, os quais foram 5ppm e 10ppm, respectivamente (Cantarelli et al., 2009).

### 2.4 Desempenho zootécnico

As rações e as sobras foram pesadas diariamente e os animais pesados semanalmente, do início ao fim do experimento (18 horas antes do abate), de forma individual, para determinação do consumo de ração médio diário (CRD), do ganho de peso médio diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) (Santos et al., 2012).

### 2.5 Avaliação de características de carcaça

Ao término do experimento, os suínos foram pesados e contabilizou-se os dias em que os animais de cada tratamento levaram para atingir 125 kg de peso vivo e, posteriormente, foram identificados individualmente de acordo com os tratamentos, pesados e abatidos em frigorífico de acordo com o Sistema de Inspeção Federal Brasileiro. Os animais foram abatidos após terem sido submetidos a jejum alimentar e ausência de jejum hídrico. Ao final do abate, as carcaças foram encaminhadas para câmara de resfriamento com temperatura de até  $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e posteriormente realizou-se a avaliação das carcaças de acordo com Bridi & Silva, (2009).

O peso da carcaça quente (PCQ) foi determinado nas carcaças inteiras (excluindo a cabeça, pés, vísceras e testículos) e o seu rendimento obtido da relação: peso da carcaça

quente  $\times 100$  / peso vivo ao abate. O peso da carcaça fria (PCF) foi obtido após sua permanência por 18h na câmara de resfriamento e as perdas no resfriamento pela fórmula:  $100 - (\text{peso da carcaça resfriada} \times 100 / \text{peso da carcaça quente})$ . Após 24hs de resfriamento, as carcaças foram desossadas e os seguintes cortes pesados: pernil, paleta, “barriga”, costela, lombo, carré, papada e sobrepaleta e, posteriormente, calculou-se o rendimento destes cortes, em relação ao PCF).

## 2.6 Análise de qualidade de carne

Após a desossa, amostras do lombo (*longissimus lumborum*) com aproximadamente 20 cm de comprimento e 400g foram retiradas entre 12th e 13th vértebras do lado esquerdo de cada carcaça, embaladas à vácuo e congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Foram coletadas amostras de dois animais por baia, selecionados com base no peso corporal mais próximo do peso médio da baia, totalizando 24 animais por plano nutricional, sendo 12 amostras de machos e 12 de fêmeas.

A avaliação de perdas por descongelamento foi realizada após as amostras serem descongeladas sob refrigeração ( $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 36 horas e, posteriormente, calculadas por meio da diferença entre o peso da embalagem contendo a amostra, peso da amostra separadamente e peso da embalagem limpa e seca. Os resultados das pesagens foram usados para determinar o percentual de perda de suco na embalagem (Brustolini et al., 2019).

As análises de cor e marmoreio foram determinadas após a retirada das amostras de lombo da embalagem e mantidas por 40 minutos em contato com oxigênio do ambiente. As avaliações foram realizadas de acordo com National Pork Board (National Pork Board, 2011) e sempre pelo mesmo avaliador. A cor da carne foi medida em uma escala de 1 a 6, onde 1,0 representa rosa acinzentado pálido a branco, 2,0 rosa acinzentado, 3,0 rosa avermelhado, 4,0 rosa avermelhado escuro, 5,0 vermelho arroxeado e 6,0 vermelho arroxeado escuro. O marmoreio foi avaliado em uma escala de 1 a 10, onde 1 representa praticamente nenhuma presença de marmoreio e 10 indica marmoreio abundante.

Para a realização das perdas de peso por cocção (evaporação, gotejamento de gordura e totais) foram utilizadas amostras de lombo com aproximadamente 2,50 cm de espessura que, após a pesagem, foram colocadas sobre um conjunto de grelha + assadeira e assadas em um forno elétrico (Makel, Jaraguá, SP, Brazil) aquecido com temperatura estabilizada em  $170^{\circ}\text{C}$ . Durante a cocção as amostras tiveram suas temperaturas

monitoradas por meio de termopares introduzidos em seu centro geométrico e ligados a um indicador de temperatura digital TASI, modelo TA612B (Suzhou, Jiangsu, China). Ao alcançarem temperatura interna de 71°C as amostras foram retiradas do forno, deixadas esfriar em temperatura ambiente por 30 minutos e em seguida pesadas. Após a retirada das amostras do conjunto de grelha + assadeira, esta foi pesado novamente. A perda de peso por evaporação foi avaliada pela diferença entre peso do conjunto mais amostra antes e após a cocção. A perda de peso por gotejamento de gordura foi calculada pela diferença entre o peso do conjunto sem a amostra, antes e após a cocção. A perda de peso total à cocção foi obtida pela diferença entre o peso da amostra crua e cozida. As perdas de peso foram expressas em porcentagem do peso da amostra inicial (Brustolini et al., 2019).

As amostras utilizadas para avaliação da força de cisalhamento foram as mesmas amostras provenientes da determinação da perda de peso à cocção e mantidas sob refrigeração ( $5 \pm 2^\circ\text{C}$ ) por 24 horas antes do início das análises. Com o auxílio de uma probe cilíndrica de 1,27 cm de diâmetro foram retirados de cada amostra de lombo seis cilindros em paralelo com a direção das fibras musculares. Para a realização dessa análise foi utilizado o texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, United Kingdom) acoplada a uma lâmina Warner-Bratzler HDP/BS e conectado a um microcomputador para interpretação dos dados pelo software Texture Expert<sup>R</sup> (Brustolini et al., 2019). Durante os testes foram adotados uma velocidade de teste de 200 mm/min tendo como carga de 25 Kg. O resultado final de cada amostra foi obtido pela média das seis replicatas e o valor da força de cisalhamento expresso em Kgf.

## 2.7 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada utilizando a linguagem R (R Core Team, 2023). O modelo foi ajustado por meio da regressão linear mista, utilizando a função lmer() do pacote lme4 (Bates et al., 2015). As comparações múltiplas entre os níveis dos fatores foram conduzidas com o pacote emmeans (Lenth, 2023).

Para avaliar os efeitos dos tratamentos e do sexo sobre a variável resposta, utilizou-se o seguinte modelo misto:

$$Y_{ijkl} = \mu + FC_i + SG_j + (FC \times SG)_{ij} + (1|Baia_k) + (1|Data\ de\ abate_l) + \epsilon_{ijkl}$$

Onde  $Y_{ijk}$  é a variável dependente,  $\mu$  é a média geral, FC  $i$  representa o efeito fixo do  $i$ -ésimo curva de consumo, SG  $j$  representa o efeito fixo do  $j$ -ésimo categoria sexual, (FC×SG) $ij$  é o termo de interação entre curvas de consumo e categoria sexual; (1|Baia $k$ ) representa o efeito aleatório da baia, levando em conta a variabilidade dentro da baia; (1|Data de Abate  $k$ ) representa o efeito aleatório associado ao dia de abate de cada tratamento (Biffin et al., 2020);  $\epsilon_{ijkl}$  é o erro residual, assumido com distribuição normal  $N(0, \sigma^2)$ .

A estimação dos parâmetros foi realizada pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML). A significância dos efeitos principais e da interação foi avaliada por meio da análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado.

As comparações de médias foram conduzidas utilizando o método das Médias Marginais Estimadas (emmeans), com ajuste pelo teste de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para controle da taxa de erro do tipo I. Adicionalmente, foram realizados desdobramentos dentro de cada fator para avaliar diferenças específicas entre as curvas de consumo e categorias sexuais.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Desempenho Zootécnico

Não foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre as CC e a CS dos animais (Tabela 4). O peso inicial e final não diferiram ( $P>0,05$ ) entre as CC e as CS, conforme esperado. No entanto, houve diferença ( $P<0,05$ ) do peso inicial ao se analisar a CS, visto que as fêmeas apresentaram maior peso inicial em relação aos machos, já que era uma característica do genótipo. Por outro lado, animais que tiveram consumo à vontade atingiram a idade de abate mais rapidamente em comparação aos grupos CC1 e CC2 ( $P<0,05$ ), resultando em menor período na fase de terminação. A idade de abate e o tempo na terminação não foram influenciados pela CS ( $P>0,05$ ) (Tabela 4).

Os animais em consumo AV obtiveram maior GPD ( $P<0,05$ ) em relação aos demais grupos experimentais. Consequentemente, o CRD foi maior ( $P<0,05$ ) no grupo AV em relação aos grupos CC1 e CC2 ao se analisar o efeito das CC. No entanto, o GPD e o CRD não se diferiram ( $P>0,05$ ) quando se analisou as CS. A CA, por sua vez, diferiu ( $P<0,05$ ) entre as CC e CS, uma vez que animais pertencentes ao grupo CC2 obtiveram melhor CA. Em relação a CS, os machos IC apresentaram melhor CA ( $P<0,05$ ).

#### 3.2 Características de carcaça

Observou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre as CC e CS para RC, na qual machos do grupo CC2 obtiveram o menor RC para efeito das CC em relação aos demais grupos de machos e fêmeas (Tabela 4). As diferentes CC não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os parâmetros de PCQ e PCF (Tabela 5). Por outro lado, houve efeito ( $P < 0,05$ ) da CS sobre os parâmetros mencionados, na qual as fêmeas apresentaram maior valor para PCQ e PCF em relação aos machos IC. Quanto ao RC, observou-se que as fêmeas apresentaram maior rendimento ( $P < 0,05$ ) em relação aos machos e as CC utilizadas não foram suficientes ( $P > 0,05$ ) para influenciar tal variável. As perdas no resfriamento não diferiram quanto as CC e CS ( $P > 0,05$ ) (Tabela 5).

### 3.3 Peso e rendimento de cortes

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre as CC e CS sobre o peso da paleta, resultando em menor ( $P < 0,05$ ) peso de paleta para machos IC pertencentes ao grupo CC2 em relação aos demais grupos de machos e fêmeas (Tabela 6). O peso do pernil e barriga não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas CC, entretanto fêmeas apresentaram pernis e barrigas mais pesados em comparação aos machos ( $P < 0,05$ ). As médias obtidas para peso de costela, por sua vez, não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) para CC e CS. Ao se avaliar o peso do lombo, observou-se que animais do grupo CC1 apresentaram maior peso ( $P < 0,05$ ), que o AV (Tabela 7).

As diferentes CC não influenciaram os pesos do carré ( $P > 0,05$ ), entretanto as fêmeas apresentaram maior peso de carré em comparação aos machos IC. Em relação aos pesos de papada, houve diferença tanto para CC, sendo os maiores pesos ( $P < 0,05$ ) observados em animais alimentados AV e CC1, quanto para CS, na qual as fêmeas apresentaram maiores médias de peso. Assim como a costela, o peso da sobrepaleta também não apresentou diferença ( $P > 0,05$ ) para CC e CS (Tabela 7).

Quanto ao rendimento dos cortes, a paleta e barriga apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) em relação às CS, enquanto costela e lombo apresentaram diferença em relação às CC. Foi observado diferença nos rendimentos da paleta ( $P < 0,05$ ) e barriga ( $P < 0,05$ ) com efeito para as CS, sendo evidenciado maiores rendimentos de paleta para machos e maiores rendimentos de barriga para as fêmeas. Por outro lado, a costela ( $P < 0,05$ ) e o lombo ( $P < 0,05$ ) foram influenciados pelas CC, uma vez que animais alimentados AV obtiveram maiores pesos para costela, enquanto o grupo CC1 proporcionou as maiores médias de peso para lombo (Tabela 7).

### 3.4 Qualidade de carne

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre as CC e CS sobre o parâmetro de perdas totais à cocção (Tabela 8). Machos pertencentes ao grupo AV, apresentaram menor valor de perdas totais quando comparado as demais CC e CS. As diferentes CC bem como as CS não promoveram efeitos ( $P > 0,05$ ) sob os parâmetros de perdas por evaporação, perdas por gotejamento de gordura, perdas totais, perdas por descongelamento, cor e força de cisalhamento. No entanto, as fêmeas apresentaram maior grau de marmoreio ( $P < 0,05$ ) em relação aos machos IC (Tabela 9).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Desempenho zootécnico

As CC foram capaz de modular a eficiência no aproveitamento dos nutrientes dietéticos fornecidos aos suínos em recria e terminação, uma vez que a utilização deste manejo resultou em maior eficiência em parâmetros de desempenho zootécnico. No delineamento experimental foi previsto o abate dos animais com o mesmo peso (125kg de peso vivo) para obtenção da idade média em que os animais atingiriam o peso de abate, logo, era esperado que as CC não influenciassem o peso final dos animais, independentemente da CS. Como animais submetidos a redução no consumo de ração (CC1 e CC2) levam mais tempo para atingir o peso preconizado de abate, é esperado que haja elevação da idade de abate, bem como do tempo de permanência na terminação (Bee et al., 2007). Santos et al. (2012) também observaram redução no CRD em animais com alimentação restrita.

Mesmo atingindo a idade de abate posteriormente ao grupo AV, animais submetidos a curvas de consumo converteram melhor os nutrientes dietéticos em deposição muscular, sendo evidenciado pelos resultados de conversão alimentar. Animais sob condição de restrição possuem maior eficiência no aproveitamento da dieta, pois a energia consumida é direcionada para deposição proteica (Dalla Costa et al., 2020). A deposição proteica em suínos responde a um ponto máximo de consumo de ração, o qual é chamado de platô ou PDmax (Patience et al., 2015), logo, quando o consumo excede a este ponto, haverá um excedente de energia sendo direcionada para os processos de deposição lipídica na carcaça, refletindo em aumento da CA (Poklukar et al., 2020), o que possivelmente pode ter ocorrido com os animais do grupo AV.

Os resultados de CA demonstraram que os machos IC converteram melhor os nutrientes da dieta em ganho corpóreo em relação as fêmeas (2,23 vs. 2,30). A testosterona contribui para o aumento da massa muscular, em decorrência do aumento na síntese proteica e redução na degradação da proteína muscular, o que não é tão evidenciado quando se analisa a relação de hormônios ovarianos com a síntese proteica (Puls et al., 2014). Logo, machos inteiros possuem melhor eficiência nos processos de deposição proteica, seguido de fêmeas e castrados cirurgicamente (Boler et al., 2014). Neste estudo, os machos IC permaneceram inteiros até os 107 dias de idade, quando foi realizada a primeira dose da vacina para imunocastração, e a segunda por volta dos 135 dias de idade. De acordo Millet et al. (2011), a imunocastração apresenta maior efeito após a segunda dose, quando há de fato resposta positiva quanto a supressão da função testicular. Assim, neste intervalo, há uma existência temporária na produção de hormônios anabólicos pelos imunocastrados (Poulsen Nautrup et al., 2018), contribuindo para que os machos IC expressem seu potencial de crescimento durante sua fase de produção como macho inteiro (Dunshea et al., 2013), resultando em melhor conversão alimentar, como pode ser observado neste estudo.

#### 4.2 Característica de carcaça

Os suínos machos IC pertencentes ao grupo CC2 apresentaram o menor RC em relação aos demais suínos machos (AV e CC1) e fêmeas (AV, CC1 e CC2), possivelmente devido ao efeito da restrição alimentar proporcionada por esta dieta, pois ainda que promova benefícios como melhor aproveitamento dietético e de conversão alimentar, a CC2 resultou no menor CRD, que por sua vez impactou no GPD e, conseqüentemente, na capacidade de deposição muscular, afetando o RC.

As fêmeas suínas apresentaram PCQ, PCF e RC superiores em relação aos machos IC, o que pode ser atribuído, principalmente, ao resultado do PCQ. Rodrigues et al. (2017) e Santos et al. (2023) também relataram maior PCQ, RC e PCF para fêmeas em relação a IC. Ao se comparar suínos machos e fêmeas, os machos possuem maior peso de vísceras como coração, fígado e rins devido a produção de hormônios anabólicos, os quais favorecem o crescimento desses órgãos (Dunshea et al., 2001). Além disso, há o fator peso dos testículos, que mesmo correspondendo a 1% do peso vivo, contribui para influenciar o rendimento de carcaça em frigoríficos (Dunshea et al., 2001). A avaliação do PCQ foi realizada em carcaças com ausência de cabeça, pés, vísceras e testículos, o que possivelmente pode ter influenciado nos resultados do PCF e RC.

As perdas no resfriamento não foram influenciadas pelo manejo alimentar e CS. Essas perdas estão associadas ao processo de conversão dos músculos em carne envolvendo perdas evaporativas e de gotejamento de água que começa ainda com a carcaça quente e continua durante seu resfriamento no pós abate, (Henckel et al., 2000). Em contraste, Dalla Costa et al. (2020) observaram menores perdas durante o processo de resfriamento na carcaça de machos IC em relação a castrados cirurgicamente.

#### 4.3 Peso e rendimento de cortes

A restrição alimentar está associada também a melhorias no rendimento da carcaça em suínos, especialmente no aumento do peso e rendimento em cortes cárneos e menor deposição de gordura na carcaça (Bertol et al., 2001). Houve menor peso de paleta para os suínos machos IC pertencentes ao grupo CC2. Como comentado anteriormente, estes resultados estão possivelmente relacionados ao efeito do nível da restrição alimentar, que interferiu no CRD e GPD, impactando no RC dos animais pertencentes ao grupo CC2.

O manejo alimentar influenciou somente no peso do lombo e papada e os animais sob condição de restrição leve (CC1) apresentaram maior peso e rendimento de lombo. Tal resultado pode ser explicado em função do maior aproveitamento dos nutrientes da dieta em deposição proteica, levando ao aumento no peso e rendimento do lombo, especialmente quando comparados a animais em consumo à vontade.

A papada apresentou menor peso quando o nível de arraçoamento utilizado foi o CC2. Este corte é composto em sua grande maioria por tecido adiposo, demonstrando a influência do excesso de energia dietética sobre o processo de deposição lipídica (Chen et al., 2021), refletindo em maior peso de papada, em animais em consumo à vontade. Ainda, o peso da papada foi maior para fêmeas quando analisado as CS, o que pode ser justificado pela diferença na deposição de tecido adiposo em relação aos sexos, pois fêmeas depositam mais gordura na carcaça em relação a machos inteiros (Noblet et al., 1994).

Ainda que o manejo alimentar, bem como a CS não tenha influenciado no peso da costela, o rendimento de costela foi favorecido pelo consumo AV quando se comparou ao grupo CC1. Isso porque animais em consumo à vontade tendem a ganhar peso mais rápido, o que foi evidenciado quando se analisou o GPD, o que pode ter contribuído para tal resultado, mesmo que este maior rendimento possa estar relacionado a um desbalanço na relação deposição músculo:gordura, favorecendo uma maior deposição lipídica, pois

animais em consumo à vontade tendem a depositar mais gordura do que músculo (Barbosa et al., 2003).

Em relação ao efeito sexo, as fêmeas apresentaram maior peso para os cortes como pernil, barriga, carré e papada. Estes achados possivelmente estão correlacionados com os resultados obtidos para PCQ, PCF e rendimento de carcaça, no qual as fêmeas apresentaram superioridade em relação aos machos IC. Uma vez que o PCQ é superior, conseqüentemente haverá influência sob o peso de cortes, especialmente quando se tem um maior rendimento de carcaça (Lei et al., 2023). Como os machos IC permaneceram inteiros durante quase todo o período experimental, era esperado uma maior performance desta categoria para os cortes mencionados em função das diferenças de desempenho relacionadas ao sexo (Esfandyari et al., 2020), entretanto, isso não foi observado.

Em contrapartida, o efeito macho inteiro possivelmente influenciou o rendimento de paleta, pois, machos IC apresentaram maiores rendimentos (19,76 vs 19,29) em relação as fêmeas. Por outro lado, tal condição não determinou o rendimento obtido para barriga, visto que o rendimento maior foi observado por fêmeas. A barriga é obtida após a retirada da costela e possui correlação com o peso de abate, sendo observado pesos maiores em animais mais pesados (Li et al., 2024). Animais que possuem maior potencial para crescimento muscular, como é o caso dos machos IC quando comparados as fêmeas (Elbert et al., 2020), apresentam por sua vez peso de barriga mais leve (Lowell et al., 2019), o que provavelmente contribuiu para o menor rendimento observado.

#### 4.4 Qualidade de carne

A retenção de água é um dos indicadores mais importantes para avaliar a qualidade de produtos cárneos, pois impacta sobre o processamento da carne, maciez, sabor, suculência, textura da carne e outros indicadores sensoriais (Peng et al., 2023), podendo ser avaliada utilizando diferentes métodos. A menor porcentagem de perdas totais à cocção observada nas amostras de lombo de suínos machos pertencentes ao grupo AV quando comparados as CC e CS pode estar associado a maior capacidade de retenção de água (CRA) da carne desses animais, pois a CRA possui correlação direta com as perdas de água em carnes (Li et al., 2018).

O manejo alimentar e a CS, quando analisados separadamente, não apresentaram diferença sobre a qualidade da carne dos suínos. Dalla Costa et al. (2020), também relataram ausência de efeito de curvas de consumo e CS, sobre parâmetros de qualidade da carne em suínos.

A redução no consumo de ração proveniente do uso de CC pode promover menor deposição de gordura intramuscular, afetando o grau de marmoreio de cortes como o lombo e, como consequência, reduzir a qualidade da carne (Candek-Potokar et al., 1998). No entanto, não foi evidenciado influência das CC sobre o marmoreio dos lombos. Entretanto, a CS influenciou a avaliação de marmoreio, sendo que as fêmeas apresentaram maior grau de marmoreio em relação aos machos IC. Este resultado está relacionado à taxa de deposição de gordura na carcaça, sendo maior para fêmeas em relação a machos inteiros, refletindo na deposição de gordura intramuscular, demonstrando diferenças na qualidade de carne em função do sexo (Santos et al., 2023; Xie et al., 2023).

O grau de marmoreio desejável no lombo de suínos está entre escore de 2 e 4, estando estes valores sujeitos a alterações em função da percepção do consumidor (National Pork Producers Council, 2006). Desse modo, os resultados observados indicam que o grau de marmoreio obtido em função das CC e CS, estão dentro do perfil de aceitação do consumidor.

A cor do lombo quando avaliada por pontuações subjetivas, é desejável resultados de coloração em escala entre 3 e 5 (National Pork Board, 2011), demonstrando a presença de cor rosa avermelhado e vermelho arroxeado. Embora a cor não tenha sido influenciada pela CC e CS, os resultados observados no grupo CC1 (3,04) e para fêmeas (3,06) se enquadram dentro dos valores desejáveis para essa avaliação. Esse fato pode estar relacionado ao valor de pH post-mortem, que é superior nas fêmeas devido ao menor estresse durante o pré-abate, que resulta em uma coloração de carne rosa avermelhada, mais atraente em comparação aos machos (Brewer et al., 2001; Zhang et al., 2018). Estes últimos, por sofrerem maior estresse no pré-abate, apresentam um pH mais baixo, o que contribui para uma coloração mais pálida da carne (Hambrecht et al., 2004; Kim et al., 2020).

A FC é um importante índice para avaliar a maciez de carnes, incluindo a suína, em que elevados valores de FC representa carnes com maior dureza, ou seja, menor maciez (Li et al., 2013). Adicionalmente, o teor de marmoreio, está correlacionado com a FC, a qual diminui com o aumento na deposição de gordura intramuscular, melhorando a percepção de maciez da carne (Povod et al., 2021). Observou-se que a FC não apresentou diferença nas diferentes CC e CS, demonstrando que a redução no consumo promovido pelo manejo alimentar não provoca alterações na maciez da carne, mantendo a mesma qualidade.

## 5. CONCLUSÃO

A alimentação restrita por meio de curvas de consumo para suínos híbridos Duroc melhora a conversão alimentar, especialmente quando se considera machos imunocastrados em relação a fêmeas. Por outro lado, a redução no consumo em função das curvas de alimentação resulta em menor consumo diário de ração e ganho de peso diário, aumentando a idade de abate bem como os dias em terminação. O manejo alimentar não interferiu nas avaliações de características de carcaça e qualidade da carne, embora tenha sido observado diferença no rendimento e peso de cortes e grau de marmoreio, sendo relativamente melhores para fêmeas em relação aos machos imunocastrados.

### Agradecimentos

Agradeço a Universidade Federal de Minas Gerais por todo apoio, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e a DanBred Brasil pela parceria e apoio durante a realização do estudo.

## REFERÊNCIAS

- Barbosa, H. C. A., Vieira, A. A., Almeida, F. Q., Teixeira, Z. S., Souza, R. M., & Campos, J. F. (2003). Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, 55(5), 606-614. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352003000500015>.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bee, G., Calderini, M., Biolley, C., Guex, G., Herzog, W., & Lindemann, M. D. (2007). Changes in the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growing-finishing period as affected by feed restriction, slaughter age, or slaughter weight. *Journal of Animal Science*, 85(4), 1030–1045. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-496>.
- Bertol, T. M., Ludke, J. V., & Bellaver, C. (2001). Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. *Revista*

Brasileira Zootecnia, 30(2), 417-424. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200018>.

Biffin, T. E., Smith, M. A., Bush, R. D., Morris, S., & Hopkins, D. L. (2020). The effect of whole carcass medium voltage electrical stimulation, tenderstretching and longissimus infusion with actinidin on alpaca meat quality. *Meat Science*, 164, Article 108107. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108107>.

Boler, D. D., McKeith, F. K., Puls, C. L., Ellis, M., Wood-Follis, S. L., Miller, R. W., Vanimisetti, H. B., Moseley, W. M., Schroeder, A. L. & Dilger, A. C. (2014). Effects of generic ractopamine (Engain) on the growth performance, carcass characteristics, meat quality, and cutability of finishing barrows and gilts. *The Professional Animal Scientist*, 30(6), 625-636. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01320>.

Brewer, M. S., Zhu, L. G., Bidner, B., Meisinger, D. J., & McKeith, F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*, 57(2), 169-176. [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. (2009). *Avaliação da carne suína* (1th ed.). Londrina: Midiograf, v.1. (p 120p).

Brustolini, A. P. L., Rodrigues, L. A., Silva, F. C. O., Peloso, J. V., Aldaz, A., Junior, M. B. C., Figueiredo, T. C., Alkimin, D. V., & Fontes, D. O. (2019). Interactive effects of feed allowance and ractopamine supplementation on growth performance and carcass traits of physically and immunologically castrated heavy weight pigs. *Livestock Science*, 228, 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.08.009>.

Candek-Potokar, M., Lefaucheur, L., Zlender, B., & Bonneau, M. (1999). Effect of slaughter and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. *Meat Science*, 52(2), 195-203. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00168-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00168-5).

Cantarelli, V. S., Fialho, E. T., Almeida, E. C., Zangeronimo, M. G., Amaral, N. O., & Lima, J. A. F. (2009). Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. *Ciência Rural*, 39(3), 844-851. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000300032>.

Carcò, G., Bona, M. D., Carraro, L., Latorre, M. A., Fondevila, M., Gallo, L., & Schiavon, S. (2018). Influence of mild feed restriction and mild reduction in dietary amino acid content on feeding behaviour of group-housed growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 198, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.09.020>.

Chen, J., Chen, F., Lin, X., Wang, Y., He, J., & Zhao, Y. (2021). Effect of Excessive or Restrictive Energy on Growth Performance, Meat Quality, and Intramuscular Fat Deposition in Finishing Ningxiang Pigs. *Animals*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.3390/ani11010027>.

Dalla Costa, O. A., Tavernari, F. C., Lopes, L. S., Dalla Costa, F. A., Feddern, F., & Lima, G. J. M. M. (2020). Performance, carcass and meat quality of pigs submitted to immunocastration and different feeding programs. *Research in Veterinary Science*, 131, 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.015>.

Dunshea, F. R., Allison, J. R. D., Bertram, M., Boler, D. D., Brossard, L., Campbell, R., Crane, J. P., Hennessy, D. P., Huber, L., de Lange, C., Ferguson, N., Matzat, P., McKeith, F., Moraes, P. J. U., Mullan, B. P., Noblet, J., Quiniou, N., & Tokach, M. (2013). The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: a review. *Animal*, 7(11), 1769-1778. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001407>.

Dunshea, F. R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K. A., Lopaticki, S., Nugent, E. A., Simons, J. A., Walker, J., & Hennessy, D. P. (2001). Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, 79(10), 2524-2535. <https://doi.org/10.2527/2001.79102524x>.

Elbert, K., Matthews, N., Wassmuth, R., & Tetens, J. (2020). Effects of sire line, birth weight and sex on growth performance and carcass traits of crossbred pigs under standardized environmental conditions. *Archives Animal Breeding*, 63(2), 367-376. <https://doi.org/10.5194/aab-63-367-2020>.

Esfandyari, H., Sørensen, A. C., & Henryon, M. (2020). Genetic parameters and purebred–crossbred genetic correlations for growth, meat quality, and carcass traits in pigs. *Journal of Animal Science*, 98(12), Article skaa379. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa379>.

Hambrecht, E., Eissen, J. J., Nooijen, R. I. J., Ducro, B. J., Smits, C. H. M, den Hartog, L. A., & Verstegen, M. W. A. (2004). Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *Journal of Animal Science*, 82(5), 1401-1409. <https://doi.org/10.2527/2004.8251401x>.

Henckel, P., Karlsson, A., Oksbjerg, N., & Petersen, J. S. (2000). Control of post-mortem pH decrease in pig muscles: experimental design and testing of animal models. *Meat Science*, 55(1), 131-138. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00135-7).

Hoque, M. R., & Kim, I. H. (2022). Effect of non-starch polysaccharide enzyme supplementation with gradually reduced energy diet on growth performance, nutrient digestibility, lean meat percentage and backfat thickness of growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(2), 574-580. <https://doi.org/10.1111/jpn.13744>.

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. (2020). 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. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.3.409>.

Köppen, W. (1936). The climates of the earth. *Geographical Review*, 1(2), 101–112.

Lebret, B., & Candek-Potokar, M. (2022). Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, 16(1), Article 100402. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100402>.

Lei, X., Jiang-Tao, Q., Lin, R., Deng-Shuai, C., Xi, T., Shi-Jun, X., Zhi-Yan, Z., & Lu-Sheng, H. (2023). Effects of carcass weight, sex and breed composition on meat cuts and carcass trait in finishing pigs. *Journal of Integrative Agriculture*, 22(5), 1489-1501. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.122>.

Lenth, R. V. (2023). emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. R package, versão 1.8.x. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.

Li, X., Cabling, M. M., Kang, H. S., Kim, T. S., Yeom, S. C., Sohn, Y. G., Kim, S. H., Nam, K. C., Seo, & K. S. (2013). Comparison and correlation analysis of different swine breeds meat quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 26(7), 905-910. <https://doi.org/10.5713%2Fajas.2012.12622>.

Li, X., Wei, X., Wang, H., Zhang, C-H., & Mehmood, W. (2018). Relationship between protein denaturation and water holding capacity of pork during postmortem ageing. *Food Biophysics*, 13, 18-24. <https://doi.org/10.1007/s11483-017-9507-2>.

Li, Y., Tao, X., Zhao, P., Zhou, J., & Ao, X. (2024). Effects of slaughter weight on carcass characteristics, meat quality, and metabolomics profiling in the longissimus dorsi muscle of Tianfu finishing pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1420634>.

Lowell, J. E., Schunke, E. D., Harsh, B. N., Bryan, E. E., Stahl, C. A., Dilger, A. C., & Boler, D. D. (2019). 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*, 154, 96-108. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.010>.

Millet, S., Gielkens, K., De Brabander, D., & Janssens, G. J. (2011). Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal*, 5(7), 1119-1123. <https://doi.org/10.1017/S1751731111000140>.

Mun, H.-S., Rathnayake, D., Dilawar, M. A., Jeong, M.-G., & Yang, C. J. (2022). Effect of ambient temperature on growth performances, carcass traits and meat quality of pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 50(1), 103-108. <https://doi.org/10.1080/09712119.2022.2032084>.

Noblet, J., Shi, X. S., & Dubois, S. (1994). Effect of body weight on net energy value of feeds for growing pigs. *Journal of Animal Science*, 72(3), 645-657. <https://doi.org/10.2527/1994.723648x>.

National Pork Board. (2011). *Official Color & Marbling Quality Standards*. Des Moines, IA USA.

National Pork Producers Council. (2006). *Pork Quality Solutions Team, Pork Quality Targets*. USA, p.1.

Palhares, L. O., Dutra Júnior, W. M., Lourenço-Silva, M. I., Carmo, M. R., Serafim, J. E., Gasparini, S. P., Lima, T. S., & Holanda, M. C. R. (2020). Efeito dos níveis de lisina/proteína ideal sobre desempenho, características de carcaça, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de suínos machos, castrados, da raça Duroc, de 30kg a 50kg.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 72(4), 1305-1312.  
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-11240>.

Patience, J. F., Rossoni-Serão, M. C., & Gutiérrez, N. A. (2015). A review of feed efficiency in swine: biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(33). <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0031-2>.

Peng, X, Liu, C., Wang, B., Kong, L., Wen, R., Zhang, H., Yu, X., Bai, Y., & Jang, A. (2023). Hygroscopic properties of whey protein hydrolysates and their effects on water retention in pork patties during repeated freeze–thaw cycles. *LWT*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114984>.

Poklukar, K., Candek-Potokar, M., Batorek Lukac, N., Tomazin, U., & Skrlep, M. (2020). Lipid Deposition and Metabolism in Local and Modern Pig Breeds: A Review. *Animals*, 10(424).

Poulsen Nautrup, B., Van Vlaenderen, I., Aldaz, A., & Mah, C. K. (2018). The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor on growth performance, carcass characteristics and boar taint relevant to pig producers and the pork packing industry: a meta-analysis. *Research in Veterinary Science*, 119, 182-195. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.06.002>.

Povod, M., Mykhalko, O., Kyselov, O., Opara, V., Adreychuk, V., & Samokhina, Y. (2021). Effects of various pre-slaughter weights on the physico-chemical qualities of pig meat. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8(3), 521-533. <https://doi.org/10.5455%2Fjavar.2021.h542>.

Puls, C. L., Ellis, M., McKeith, F. K., Gaines, A.M. & Schroeder, A. L. (2014). Effects of ractopamine on growth performance and carcass characteristics of immunologically and physically castrated barrows and gilts. *Journal of Animal Science*, 92(10), 4725-4732. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7882>.

R Core Team. (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.R-project.org/>.

Rodrigues, G. F., Amaral, N. O., Amaral, L. G. M., Santos, L. F., Dias, M. L., Silva, T. O., Silva, H. M. F., & Gomide, A. P. C. (2017). Performance and carcass quality of castrated males, females and immunocastrated male pigs from different genetic

potentials. *Colloquium Agrariae*, 13, 107–114.  
<https://doi.org/10.5747/ca.2017.v13.n3.a179>.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Barreto, S. L. T., & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais*. (4th ed.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Rybarczyk, A., Moroch, R., & Polasik, D. (2018). The effect of DanAvl Duroc and Pulawska boar in crossbred with DanAvl Hybrid on meat quality of finishing pigs. *Agricultural and Food Science*, 27(3), 159-167. <https://doi.org/10.23986/afsci.70934>.

Santos, A. P., Kiefer, C., Martins, L. P., & Fantini, C. C. (2012). Restrição alimentar para suínos machos castrados e imunocastrados em terminação. *Ciência Rural*, 42(1), 147-153. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100024>.

Santos, J. C. R., Norenberg, A., Correia, B., Irgang, R., Bianchi, I., Moreira, F., Oliveira Júnior, J. M., Nörnberg, J. L., & Peripolli, V. (2023). Evaluation of different percentages of Duroc genes and gender on growth, carcass and meat quality traits for pigs. *Meat Science*, 205, Article 109314. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109314>.

Schiavon, S., Bona, M.D., Carcò, G., Carraro, L., Bungler, L., & Gallo, L. (2018). Effects of feed allowance and indispensable amino acid reduction on feed intake, growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *PLoS ONE*, 13, Article e0195645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195645>.

Tongsuk, K., Sivapirunthep, P., & Chaosap, C. (2020). Influence of Duroc sire lines on carcass and meat quality traits of commercial crossbred pigs. *International Journal of Agriculture and Technology*, 16(5), 1287-1294.

Xie, L., Jiang-Tao, Q., Lin, R., Deng-Shuai, C., Xi, T., Shi-Jun, X., Zhi-Yan, Z., & Lu-Sheng, H. (2023). Effects of carcass weight, sex and breed composition on meat cuts and carcass trait in finishing pigs. *Journal of Integrative Agriculture*, 22(5), 1489-1501. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.122>.

Zhang, J., Chai, J., Luo, Z., He, H., Chen, L., Liu, X., & Zhou, Q. (2018). Meat and nutritional quality comparison of purebred and crossbred pigs. *Animal Science Journal*, 89(1), 202-210. <https://doi.org/10.1111/asj.12878>.

**Tabela 1.** Composição centesimal das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Recria 1	Recria 2	Terminação 1	Terminação 2
Milho	64,79	66,67	69,10	69,24
Farelo de Soja	27,67	26,27	23,53	23,60
Farinha Carne e Ossos	3,00	2,73	3,00	2,93
Óleo degomado	1,88	1,67	1,67	1,56
qsp (Milho Fino)	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,19	0,10	0,33	0,48
Caulim	0,02	0,00	0,00	0,00
Calcário	0,28	0,22	0,38	0,22
Sal	0,59	0,69	0,54	0,50
Selênio orgânico	0,50	0,50	0,50	0,50
Diatomita	0,00	0,00	0,00	0,00
Premix Vit. <sup>a</sup> e Mineral <sup>b</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina	0,50	0,50	0,40	0,45
DL-Metionina	0,30	0,35	0,30	0,30
L-Treonina	0,12	0,14	0,11	0,11
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>a</sup>Composição por kg de produto: ácido nicotínico, 3.400,00 mg; ácido pantotênico, 1.900,00 mg; biotina, 75 mg; ácido fólico, 110,00 mg; Vit. A, 1.250,00 KUI; Vit. D3, 350,00 KUI; Vit. E, 5.900,00 UI; Vit. K3, 390,00 mg; Vit. B1, 235,00 mg; Vit. B2, 670,00 mg; Vit. B6, 390,00 mg; Vit. B12, 3.400,00 mcg.

<sup>b</sup>Composição por kg do produto: ferro, 12,00 g; cobalto, 30,00 mg; cobre, 19,00 g; manganês, 6.300,00 mg; zinco, 17,00 g; iodo, 190,00 mg; selênio, 55,00 mg.

**Tabela 2.** Composição calculada das dietas experimentais.

Nutriente/Energia	Unidade	RC 1 <sup>a</sup>	RC 2 <sup>b</sup>	TM 1 <sup>c</sup>	TM 2 <sup>d</sup>	TF 1 <sup>e</sup> (5ppm Rac.)	TF 2 <sup>f</sup> (10ppm Rac.)
Proteína Bruta	%	19,16	18,56	17,54	17,54	16,74	17,23
Extrato Etéreo	%	4,57	4,40	4,35	4,31	4,18	3,88
Fibra Bruta	%	2,85	2,82	2,74	2,75	2,70	2,76
Matéria Mineral	%	6,79	6,57	6,24	6,16	6,05	5,76
Cálcio Disponível	%	0,80	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75
Fósforo Total	%	0,51	0,49	0,50	0,49	0,49	0,46
Fosforo Disponível	%	0,38	0,37	0,36	0,36	0,34	0,32
Cálcio Total	%	0,71	0,70	0,67	0,66	0,68	0,67
Energia Metabolizável	MCal/kg	3,33	3,33	3,33	3,33	3,32	3,31
Energia Líquida	MCal/kg	2,50	2,50	2,51	2,51	2,51	2,50
Valina Digestível	%	0,81	0,78	-	-	-	-
Lisina Total	%	1,24	1,24	1,13	1,13	1,08	1,08
Lys Dig. Suínos	%	1,10	1,10	1,00	1,00	0,95	0,95
Met+Cys Dig. Suínos	%	0,61	0,61	0,55	0,53	0,50	0,50
Thr Dig. Suínos	%	0,72	0,72	0,65	0,65	0,62	0,62
Trp Dig. Suínos	%	0,21	0,21	0,19	0,19	0,18	0,19
Sódio	%	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,23
Cloro	%	-	-	0,38	0,38	0,41	-
Ractopamina	ppm	-	-	-	-	5	10
Proteína/ EM	-	5,75	5,57	5,27	5,27	5,04	5,21
Lys Dig./EM	-	0,33	0,33	0,30	0,30	0,29	0,29

<sup>a</sup> Recria Choque 1; <sup>b</sup> Recria Choque 2; <sup>c</sup> Terminação 1; <sup>d</sup> Terminação 2; <sup>e</sup> Terminação Final 1; <sup>f</sup> Terminação Final 2; Lys Dig. Suínos (Lisina Digestível Suínos); Met+Cys (Metionina + Cisteína Digestível Suínos); Thr Dig. Suínos (Treonina Digestível Suínos); Trp Dig. Suínos (Tryptofano digestível suínos); Proteína/EM (Proteína/Energia Metabolizável); Lys Dig./EM (Lisina Digestível/ Energia Metabolizável).

**Tabela 3.** Curvas de consumo e categoria sexual no desempenho de suínos híbridos Duroc em recria e terminação.

Parâmetros	Curvas de consumo			Categoria sexual		EPM <sup>g</sup>	P valor		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>	Fêmea	Macho		CC <sup>d</sup>	CS <sup>e</sup>	CC*CS <sup>f</sup>
Peso Inicial, Kg	24.80	24.80	24.85	25.13	24.49	0.27	0.99	<0.01	0.99
Peso Final, Kg	125.06	125.63	125.18	125.38	125.17	1.72	0.92	0.86	0.90
Idade de abate, dias	156 C	168 B	175 A	166.33	166.16	0.86	<0.01	0.43	0.56
Dias em terminação	93 C	105 B	112 A	103.00	103.00	0.90	<0.01	0.25	0.29
GPD <sup>h</sup> , kg	1.079 A	0.959 B	0.895 C	0.98	0.98	0.01	<0.01	0.72	0.77
CRD <sup>i</sup> , kg	2.484 A	2.169 B	1.954 C	2.24	2.17	0.04	<0.01	0.21	0.92
CA <sup>j</sup>	2.30 A	2.28 AB	2.22 B	2.30	2.23	0.01	0.01	<0.01	0.81

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV), <sup>d</sup> Curvas de Consumo, <sup>e</sup> Categoria Sexual, <sup>f</sup> Interação Curvas de Consumo\*Categoria Sexual, <sup>g</sup> Erro padrão da média, <sup>h</sup> Ganho de peso diário, <sup>i</sup> Consumo de ração diário, <sup>j</sup> Conversão alimentar. \*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha se diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**Tabela 4.** Interação entre curvas de alimentação e categoria sexual para o rendimento de carcaça em suínos híbridos Duroc nas fases de crescimento e terminação.

Categoria Sexual	Curvas de Consumo		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>
Fêmea	72,1 Aa	72,1 Aa	72,5 Aa
Macho	70,6 Ab	69,9 Ab	69,6 Bb

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV). Obs. A = compara as curvas de consumo dentro da categoria sexual (fêmea e macho); a = compara a categoria sexual (fêmea e macho) dentro das curvas de consumo.

**Tabela 5.** Curvas de consumo e categoria sexual em características de carcaça de suínos híbridos Duroc em recria e terminação.

Parâmetros	Curvas de consumo			Categoria sexual		EPM <sup>g</sup>	P valor		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>	Fêmea	Macho		CC <sup>d</sup>	CS <sup>e</sup>	CC*CS <sup>f</sup>
PCQ <sup>h</sup> , kg	91.13	90.79	90.10	92.69	88.66	0.43	0.81	<0.01	0.08
PCF <sup>i</sup> , kg	88.35	88.13	87.26	89.61	86.21	0.42	0.75	<0.01	0.08
Perda no resfriamento, %	2.96	2.89	2.96	2.93	2.94	0.08	0.60	0.90	0.85

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV), <sup>d</sup> Curvas de Consumo, <sup>e</sup> Categoria Sexual, <sup>f</sup> Interação Curvas de Consumo\*Categoria Sexual, <sup>g</sup> Erro padrão da média, <sup>h</sup> Peso carcaça quente, <sup>i</sup> Peso carcaça fria. \*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha se diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**Tabela 6.** Interação entre curvas de alimentação e categoria sexual para a variável peso da paleta de suínos híbridos Duroc nas fases de crescimento e terminação.

Categoria Sexual	Curvas de Consumo		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>
Fêmea	8,82 Aa	9,15 Aa	9,11 Aa
Macho	9,20 Aa	8,82 Aa	8,69 Ba

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV). Obs. A = compara as curvas de consumo dentro da categoria sexual (fêmea e macho); a = compara a categoria sexual (fêmea e macho) dentro das curvas de consumo.

**Tabela 7.** Curvas de consumo e categoria sexual no rendimento de carcaça de suínos híbridos Duroc em recria e terminação.

Parâmetros	Curvas de Consumo			Categoria Sexual		EPM <sup>g</sup>	P valor		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>	Fêmea	Macho		CC <sup>d</sup>	CS <sup>e</sup>	CC*CS <sup>f</sup>
Pernil, kg	14.28	14.60	14.18	14.63	14.07	0.09	0.90	<0.01	0.11
Barriga, kg	5.65	5.59	5.51	5.84	5.32	0.06	0.70	<0.01	0.09
Costela, kg	3.19	3.01	3.06	3.12	3.05	0.03	0.09	0.38	0.83
Filé, kg	0.633 B	0.700 A	0.657 AB	0.66	0.66	< 0.01	<0.01	0.89	0.25
Carré, kg	7.81	7.65	7.86	7.94	7.61	0.06	0.53	0.01	0.43
Papada, kg	1.96 A	1.85 A	1.64 B	1.89	1.73	0.03	<0.01	0.02	0.95
Sobrepaleta, kg	2.79	2.82	2.81	2.82	2.79	0.03	0.37	0.97	0.27
Rendimento pernil, %	32.32	33.13	32.51	32.66	32.65	0.14	0.05	0.97	0.27
Rendimento paleta, %	19.53	19.54	19.50	19.29	19.76	0.11	0.99	0.04	0.09
Rendimento barriga, %	12.78	12.51	12.81	13.04	12.36	0.12	0.60	<0.01	0.06
Rendimento costela, %	7.23 A	6.82 B	7.02 AB	6.96	7.09	0.06	0.05	0.27	0.51
Rendimento filé, %	1.43 B	1.58 A	1.44 B	1.48	1.49	0.02	0.04	0.79	0.27
Rendimento carré, %	17.68	17.37	18.02	17.72	17.66	0.12	0.43	0.77	0.09
Rendimento papada, %	4.05	4.02	3.62	3.99	3.80	0.12	0.51	0.52	0.36
Rendimento Sobrepaleta, %	6.32	6.40	6.18	6.30	6.31	0.11	0.81	0.95	0.45

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV), <sup>d</sup> Curvas de Consumo, <sup>e</sup> Categoria Sexual, <sup>f</sup> Interação Curvas de Consumo\*Categoria Sexual, <sup>g</sup> Erro padrão da média. \*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha se diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**Tabela 8.** Interação entre curvas de alimentação e categoria sexual para as perdas totais por cozimento em suínos híbridos Duroc nas fases de crescimento e terminação.

Categoria Sexual	Curvas de Consumo		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>
Fêmea	35,9 Aa	32,4 Aa	33,3 Aa
Macho	30,5 Bb	33,7 Aa	34,9 Aa

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV). Obs. A = compara as curvas de consumo dentro da categoria sexual (fêmea e macho); a = compara a categoria sexual (fêmea e macho) dentro das curvas de consumo.

**Tabela 9.** Curvas de consumo e categoria sexual na qualidade da carne de suínos híbridos Duroc em recria e terminação.

Parâmetros	Curvas de Consumo			Categoria Sexual		EPM <sup>i</sup>	P valor		
	AV <sup>a</sup>	CC1 <sup>b</sup>	CC2 <sup>c</sup>	Fêmea	Macho		CC <sup>d</sup>	CS <sup>e</sup>	CC*CS <sup>f</sup>
Perda evaporação, %	26.95	27.53	29.28	27.82	28.34	0.47	0.54	0.56	0.85
Perda gotejamento, %	2.72	3.53	3.04	3.44	2.91	0.17	0.18	0.13	0.30
Exudato, %	5.59	5.35	5.27	4.78	5.84	0.29	0.92	0.08	0.07
Marmoreio, pt <sup>g</sup>	2.30	2.34	2.58	2.64	2.25	0.09	0.42	0.04	0.25
Cor, pt <sup>g</sup>	2.69	3.04	2.95	3.06	2.81	0.08	0.28	0.13	0.27
Cisalhamento, kgf <sup>h</sup>	46.69	50.21	45.75	47.31	47.83	90.63	0.23	0.73	0.41

<sup>a</sup> Alimentação à vontade, <sup>b</sup> Curva de Consumo 1 (-15% em relação a AV), <sup>c</sup> Curva de Consumo 2 (-25% em relação a AV), <sup>d</sup> Curvas de Consumo, <sup>e</sup> Categoria Sexual, <sup>f</sup> Interação Curvas de Consumo\*Categoria Sexual, <sup>g</sup> Pontuações, <sup>h</sup> Quilograma-força, <sup>i</sup> Erro padrão da média. \*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha se diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.