

QUESTÕES TÉCNICAS DO PESO DE ABATE EM SUÍNOS

Jonas Irineu dos Santos Filho

Teresinha Marisa Bertol

Editores Técnicos



Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

QUESTÕES TÉCNICAS DO PESO DE ABATE EM SUÍNOS

Jonas Irineu dos Santos Filho
Teresinha Marisa Bertol
Editores Técnicos

Embrapa
*Brasília, DF
2018*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Rodovia BR 153 - KM 110
Caixa Postal 321
89.715-899, Concórdia, SC
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Supervisão editorial
Tânia Maria Biavatti Celant

Revisão técnica
Ari Jarbas Sandi
Dirceu Luis Zanotto
Jorge Vitor Ludke

Revisão de texto
Monalisa Leal Pereira

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Suínos e Aves

Normalização bibliográfica
Claudia Antunes Arrieche

Comitê Local de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Tratamento das ilustrações
Marina Schmitt

Presidente
Marcelo Miele

Projeto gráfico e editoração eletrônica
Vivian Fracasso

Secretária-Executiva
Tânia Maria Biavatti Celant

Foto da capa
Eduardo Alexandre de Oliveira

Membros
Airton Kunz
Ana Paula Almeida Bastos
Gilberto Silber Schmidt
Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima
Monalisa Leal Pereira

Capa
Marina Schmitt

1ª edição
Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Suínos e Aves

Questões técnicas do peso de abate em suínos / Jonas Irineu dos Santos Filho,
Teresinha Marisa Bertol, editores técnicos. Brasília, DF : Embrapa, 2018.
105 p.

ISBN 978-85-7035-820-2

1. Carne suína. 2. Abate. 3. Composição da carcaça. 4. Rendimento do peso.
5. Economia. 6. Qualidade da carne. I. Santos Filho, Jonas Irineu dos. II. Bertol,
Teresinha Marisa. III. Embrapa Suínos e Aves.

Claudia Antunes Arrieche - CRB 14/880

CDD 664.9

©Embrapa, 2018

Autores

Andreza Lourenço Marinho

Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, bolsista de pós-doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN

Arlei Coldebella

Médico Veterinário, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Jonas Irineu dos Santos Filho

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Ciência (Economia Aplicada), pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Teresinha Marisa Bertol

Zootecnista, Ph.D. em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Vicky Lilge Kowski

Farmacêutica Bioquímica, M.Sc. em Ciência de Alimentos, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Apresentação

A carne suína é a proteína animal mais consumida no mundo e, esse fato, demonstra a sua importância na nutrição humana. Além de ser uma importante fonte de nutrientes, a suinocultura tem grande importância para o desenvolvimento econômico das localidades em que está inserida gerando emprego e renda para os diversos extratos da população.

O Brasil tem se destacado na produção de suínos sendo o quarto maior produtor e exportador mundial. Ainda assim, existe um grande espaço a ser conquistado tanto no mercado doméstico como no mercado internacional.

Nos últimos anos tem-se observado o aumento no consumo da carne suína e seus produtos no Brasil. Esse aumento está relacionado ao aumento da capacidade de compra da população e ao crescimento da percepção de qualidade dos produtos por parte dos consumidores. Ainda assim, principalmente por sermos um país de baixa renda, para manter a competitividade da carne suína entre as outras fontes de proteína animal é fundamental incorporar tecnologias a fim de aumentar a eficiência no uso dos insumos produtivos e maximizar a produção.

Também, tem-se observado nos últimos 20 anos o constante aumento no peso de abate praticado dentro da indústria frigorífica. A maximização técnica e econômica do peso de abate é um assunto complexo pois depende dos produtos a serem comercializados, seu mercado, preço dos insumos, preço dos produtos e da própria evolução tecnológica da atividade.

Existe um grande volume de informações técnico científicas que foram desenvolvidas nos institutos de pesquisa e universidades nacionais e internacionais que subsidiam essa prática. Entretanto essas informações se encontram dispersas e muitas em uma linguagem científica que dificulta sua disseminação.

Assim, visando cobrir esta lacuna de publicação técnico científica com informações e modelos de tomada de decisão que permitam para cada empresa e produtor encontrar o peso de abate que proporcione lucro máximo, a equipe técnica da Embrapa Suínos e Aves que se dedicou ao tema buscou desenvolver um texto que, com informações técnicas e propostas de modelo de tomada de decisão permite que cada produtor ou agroindústria maximize seu lucro em função do seu mercado específico.

Os autores esperam ter alcançado o objetivo de ter produzido um documento que seja útil aos tomadores de decisão, dando subsídios para se produzir com a máxima eficiência, atendendo aos anseios da cadeia produtiva e incrementando nossa competitividade como país produtor de carne suína.

Jonas Irineu dos Santos Filho

Editor Técnico

Prefácio

A suinocultura é uma atividade que, devido às peculiaridades do sistema de produção dominante, é altamente intensiva e demandante de insumos, sendo necessário, por isso, que os fatores de produção estejam perfeitamente ajustados para garantir desempenho econômico compatível com as condições de mercado. Sendo assim, a produção de suínos no Brasil utiliza-se dos mais recentes avanços tecnológicos globais desenvolvidos pelas instituições de pesquisa públicas e pelas empresas privadas de tecnologia nos campos da genética, nutrição, sanidade, instalações e ambiência, equipamentos, entre outros, obtendo assim melhoria de sua eficiência e impactando a qualidade do produto final.

Os avanços tecnológicos levam à necessidade de ajustes nos sistemas de produção para que possam ser a estes incorporados. Por exemplo, a melhoria no padrão genético dos animais para ganho de peso, consumo residual de alimento e rendimento de carne magra, o uso de aditivos modificadores do metabolismo e a possibilidade de criação de machos inteiros com o uso da imunocastração induzem a alterações no metabolismo e nas curvas de crescimento e de deposição de carne magra, o que por sua vez leva à necessidade de ajustes nas exigências nutricionais dos animais e no manejo alimentar. Assim, a eficiência alimentar e a qualidade da carcaça são positivamente alteradas, ocorrendo retardamento dos efeitos negativos do aumento do peso corporal sobre esses parâmetros. Dessa forma, a alteração dos parâmetros de produção, tais como o peso de abate, torna-se possível e até necessário, como forma de potencialização e apropriação dos ganhos proporcionados por tais tecnologias.

Mas além do desempenho e da qualidade da carcaça, a incorporação das tecnologias citadas acima no sistema de produção e o aumento do peso de abate podem impactar a qualidade do produto final, sendo necessário analisar qual seu real impacto. Do ponto de vista econômico esse assunto torna-se bastante complexo, pois o peso de abate para máximo rendimento econômico depende, além do desempenho e da qualidade do produto, da conjuntura de preços dos insumos e de venda dos animais ou dos produtos no mercado em cada momento. Portanto, neste livro será abordado o efeito do peso de abate sob os aspectos de desempenho animal, peso, rendimento

e composição da carcaça e dos cortes, qualidade da carne e rendimento econômico, com base em dois experimentos realizados na Embrapa Suínos e Aves e em resultados de outros estudos relatados na literatura. Estas informações técnicas de cunho prático representam importante subsídio para tomada de decisão por parte dos produtores e segmentos das agroindústrias.

Jonas Irineu dos Santos Filho

Editor Técnico

Sumário

Capítulo 1

Efeito do peso de abate sobre o desempenho e características de carcaça em suínos..... 11

Teresinha Marisa Bertol, Jonas Irineu dos Santos Filho, Arlei Coldebella, Andreza Lourenço Marinho

Capítulo 2

Efeito do peso de abate sobre o peso, rendimento e composição dos cortes..... 35

Teresinha Marisa Bertol, Jonas Irineu dos Santos Filho, Arlei Coldebella, Andreza Lourenço Marinho

Capítulo 3

Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carne..... 67

Teresinha Marisa Bertol, Jonas Irineu dos Santos Filho, Arlei Coldebella, Vicky Lilge Kawski, Andreza Lourenço Marinho

Capítulo 4

Visão econômica do peso ótimo de abate..... 81

Jonas Irineu dos Santos Filho, Teresinha Marisa Bertol, Arlei Coldebella

Capítulo 1

Efeito do peso de abate sobre o desempenho e características de carcaça em suínos

*Teresinha Marisa Bertol
Jonas Irineu dos Santos Filho
Arlei Coldebella
Andreza Lourenço Marinho*



Introdução

O tempo de permanência dos suínos na granja, que está diretamente relacionado com o peso-alvo de abate, é um dos fatores determinantes da rentabilidade da produção e qualidade do produto final. Os principais inconvenientes ao abate dos suínos em pesos elevados são a redução da eficiência alimentar e aumento da deposição de gordura, conforme observado em estudos anteriores (Cisneros et al., 1996; Weatherup et al., 1998; Latorre et al., 2003; D'Souza et al., 2004; Latorre et al., 2008; Pieterse et al., 2015), que resultam em aumento do custo de produção e desvalorização das carcaças. Mas o abate de suínos em pesos elevados também apresenta vantagens em relação ao abate de suínos mais leves, devido à produção de maior quantidade de carne por animal abatido, o que dilui o custo inicial dos leitões e aumenta o rendimento industrial.

Em um estudo conduzido na década de 1990, Santos Filho et al. (2001) determinaram que, considerando o desempenho, qualidade da carcaça e preços praticados no período, o peso ótimo de abate se situava entre 100 kg e 120 kg de peso vivo. No entanto, o avanço tecnológico, representado por ajustes das exigências nutricionais, da curva de deposição de carne magra e de gordura, o uso de aditivos melhoradores do desempenho e da carcaça e a castração imunológica, retardaram o ponto de inflexão da curva de deposição de carne magra. Portanto, espera-se que estes fatores alterem o efeito do peso de abate sobre o desempenho e a qualidade da carcaça nos atuais sistemas de produção. De fato, em outro estudo realizado mais recentemente em condições comerciais (Oliveira et al., 2015), o peso ótimo de abate para desempenho e características de carcaça de suínos sob restrição alimentar ocorreu aos 135 kg de peso vivo, demonstrando a redução do efeito negativo do aumento do peso sobre essas características, proporcionado pelo avanço tecnológico em relação a décadas anteriores.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do peso de abate sobre o desempenho e características da carcaça de suínos machos castrados, fêmeas e machos imunocastrados do genótipo MS-115 x F1, alimentados com dietas contendo ractopamina na fase final de produção.

Material e métodos

Experimento 1

Foram utilizados 192 animais do genótipo MS-115 x F1, dos quais metade eram machos castrados e metade fêmeas, com peso inicial médio de $29,36 \pm 0,88$ kg e idade inicial média de $69,24 \pm 3,56$ dias para avaliação de quatro pesos de abate (Tratamentos): aos 100 kg, 115 kg, 130 kg e 145 kg de peso vivo. O genótipo MS-115 é uma linhagem de macho terminal sintético com a seguinte composição genética: Pietrain (62,5%), Large White (18,75%) e Duroc (18,75%). As fêmeas F1 (Landrace x Large White) eram de origem comercial.

Os animais foram alojados em grupos de quatro por baia. A distribuição das unidades experimentais (bairros) nos tratamentos foi feita seguindo o delineamento em blocos casualizados, de acordo com o peso inicial dentro de sexo, perfazendo um total de seis baias de machos e seis de fêmeas por tratamento. As baias tinham piso parcialmente ripado, bebedouros automáticos do tipo chupeta e comedouros semiautomáticos.

Os níveis nutricionais utilizados nas dietas estão descritos na Tabela 1. O período experimental foi dividido em cinco fases, com ajuste dos níveis nutricionais separadamente para machos e fêmeas em cada fase. As dietas foram suplementadas com 5 ppm e 10 ppm de ractopamina (Ourofino Agribusiness - Cravinhos, SP - Brasil) nos dois períodos finais de 14 dias, respectivamente. Dentro de cada fase, as rações suplementadas com ractopamina tiveram os níveis de lisina acrescidos em 25%, e os níveis de cálcio e fósforo disponível acrescidos em 29%. Os animais receberam ração à vontade até os 80 kg de peso vivo. Após este peso a ração foi controlada ao nível de 90% do consumo à vontade deste mesmo genótipo, determinado com suínos alojados em baias individuais.

Ao atingir o peso-alvo de abate os animais foram abatidos após 14 horas de jejum na granja e 18 horas de jejum total. O procedimento de abate seguiu a rotina do abatedouro, com insensibilização por eletronarcose e a sangria realizada na posição horizontal. As carcaças eram desprovidas da cabeça, papada, patas dianteiras, cauda e gordura peri-renal. Após o abate as carcaças foram refrigeradas em câmara fria regulada para 2°C a 4°C por 24 horas. Após esse período foi medida a espessura de toucinho com paquímetro digital na última costela (linha média) e no ponto P2 (a 6 cm da linha média), onde também foram feitos os desenhos da área de olho de lombo e da área de gordura (Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 1973). A área de olho de lombo e a área de gordura foram medidas a partir dos desenhos, utilizando-se o programa Rhinoceros 4.0. No mesmo desenho também foram medidas a espessura de toucinho no ponto P2 e a profundidade do lombo a 6 cm da linha média, as quais foram utilizadas para estimar a porcentagem de carne magra. A porcentagem de carne magra (PCM) foi calculada de acordo com a equação (Guidoni et al., 2007): $PCM = 58,408 - (0,5886 * \text{espessura de toucinho}) + (0,1739 * \text{profundidade do lombo}) - (0,0189 * \text{peso da carcaça quente})$.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o bloco, sexo, peso de abate e interação entre sexo e peso de abate como fontes de variação. Foram testados os contrastes polinomiais de primeira e segunda ordem, utilizando-se como variável independente o peso médio de abate observado em cada unidade experimental. Para aquelas variáveis em que o efeito de sexo foi significativo ($P < 0,05$), os contrastes polinomiais foram testados dentro de sexo. Foi ajustada a equação de Gompertz para os dados de peso vivo e ganho de peso em função da idade.

Tabela 1. Composição química das dietas experimentais (como é dado) fornecidas por fase aos machos castrados e fêmeas e período de fornecimento de cada dieta por fase e por grupo de abate (Experimento 1).

Nutrientes	Crescimento 1	Crescimento 2	Terminação 1	Terminação 1 5 ppm rac	Terminação 1 10 ppm rac	Terminação 2	Terminação 2 5 ppm rac	Terminação 2 10 ppm rac	Abate 10 ppm rac
Fêmeas									
Proteína bruta (%)	18,81	17,50	15,12	17,84	17,78	13,75	16,09	16,09	15,07
EM (kcal/kg)	3.260	3.230	3.208	3.178	3.178	3.218	3.191	3.192	3.213
Ca (%)	0,70	0,58	0,62	0,80	0,80	0,56	0,72	0,72	0,60
P disponível (%)	0,35	0,28	0,30	0,39	0,39	0,28	0,36	0,36	0,28
Lisina (SID) (%)	1,03	0,93	0,83	1,04	1,04	0,72	0,90	0,90	0,82
Ractopamina (ppm)	-	-	-	5	10	-	5	10	10
Machos									
Proteína bruta (%)	18,00	16,90	14,08	16,51	16,51	12,98	15,05	15,05	14,18
EM (kcal/kg)	3.260	3.230	3.216	3.188	3.189	3.221	3.194	3.194	3.215
Ca (%)	0,70	0,58	0,58	0,74	0,74	0,56	0,72	0,72	0,60
P disponível (%)	0,35	0,28	0,28	0,36	0,36	0,28	0,36	0,36	0,28
Lisina (SID) (%)	0,98	0,89	0,75	0,94	0,94	0,66	0,82	0,82	0,75
Ractopamina (ppm)	-	-	-	5	10	-	5	10	10
Período de fornecimento das dietas por grupo de peso de abate (dias)									
100 kg	28	28	-	14	14	-	-	-	-
115 kg	28	28	14	14	14	-	-	-	-
130 kg	28	28	28	-	-	-	14	14	-
145 kg	28	28	28	-	-	14	14	-	14

SID: standard ileal digestible.

Experimento 2

Foram utilizados 45 suínos machos inteiros do genótipo MS-115 x F1, com peso inicial de $23,16 \pm 1,64$ kg e idade inicial de $59,83 \pm 3,49$ dias. Os animais foram distribuídos nas baias (unidades experimentais) de acordo com o peso inicial, em grupos de três por baia. As unidades experimentais foram distribuídas nos tratamentos de acordo o delineamento em blocos casualizados, considerando o peso médio da baia (bloco), totalizando cinco baias por tratamento. Os tratamentos consistiram de três diferentes pesos alvo de abate: 120 kg, 130 kg e 140 kg, com períodos experimentais de 102,8, 116,8 e 130,8 dias, respectivamente.

Os suínos foram imunocastrados por meio de imunização ativa contra o GnRH, utilizando-se da aplicação de vacina específica (Vivax, Pfizer Animal Health®). Foram realizadas duas aplicações (2 mL cada) via subcutânea, aos 56 dias e 28 dias antes do abate, com idade de 106,8, 120,3 e 134,9 dias na primeira aplicação e de 134,8, 148,3 e 162,9 dias na segunda aplicação, respectivamente, nos grupos de abate 120 kg, 130 kg e 140 kg.

Os níveis nutricionais estão descritos na Tabela 2. O período experimental foi dividido em quatro fases e os níveis nutricionais foram ajustados para cada fase. A suplementação com ractopamina, o ajuste dos níveis de nutrientes das dietas e as condições de arraçoamento foram feitos de acordo com o descrito no Experimento 1. Da mesma forma, as condições de alojamento, o manejo pré-abate, procedimento de abate e evisceração, o padrão da carcaça, bem como as avaliações efetuadas na carcaça foram de acordo com o descrito no Experimento 1.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o bloco e peso de abate como fontes de variação. Foram testados os contrastes polinomiais de primeira e segunda ordem, utilizando-se como variável independente o peso médio de abate observado em cada unidade experimental. Foi ajustada a equação de Gompertz para os dados de peso vivo e ganho de peso em função da idade.

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais (como é dado) fornecidas por fases aos machos imunocastrados e período de fornecimento de cada dieta por fase e por grupo de abate (Experimento 2).

Nutrientes	Crescimento 1	Crescimento 2	Terminação 1	Terminação 1 5 ppm rac	Terminação 1 10 ppm rac	Terminação 2 5 ppm rac	Terminação 2 10 ppm rac
Proteína bruta (%)	18,81	18,10	15,79	18,58	18,58	17,28	17,28
EM (kcal/kg)	3.260	3.230	3.203	3.172	3.171	3.183	3.183
Ca (%)	0,70	0,64	0,66	0,85	0,85	0,77	0,77
P disponível (%)	0,35	0,30	0,33	0,41	0,41	0,38	0,38
Na (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,18
Lisina (SID) (%)	1,03	0,97	0,88	1,10	1,10	1,01	1,01
Ractopamina (ppm)	-	-	-	5	10	5	10
Período de fornecimento das dietas por grupo de peso de abate (dias)							
120	42	28 a 36	-	14	14	-	-
130	42	28 a 36	14	14	-	-	14
145	42	28 a 36	28	-	-	14	14

SID: standard ileal digestible.

Resultados

Experimento 1

Não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e peso de abate em nenhuma das variáveis de desempenho e de qualidade de carcaça avaliadas. Com exceção da idade de abate, todas as variáveis apresentaram efeito de sexo ($P < 0,05$, Tabela 3). Dentro da mesma idade, as fêmeas apresentaram menor peso vivo e peso de carcaça, maior rendimento de carcaça, menor espessura de toucinho, menor área de gordura, maior área de olho de lombo, maior porcentagem de carne magra e maior relação carne:gordura. Este efeito era esperado devido às diferenças já bem documentadas quanto à taxa de crescimento, consumo de ração, conversão alimentar e deposição de gordura entre machos e fêmeas.

O ganho de peso diário apresentou tendência à redução ($P < 0,08$) com o aumento do peso de abate (Tabela 3). A curva de crescimento estimada pela equação de Gompertz dentro de cada sexo não diferiu ($P > 0,05$) entre os grupos de peso de abate (Tabela 4). Nas Figuras 1 e 2 estão apresentadas as curvas de crescimento, representadas pelo peso vivo e ganho de peso em função da idade, dos dados agrupados dos quatro pesos de abate para fêmeas e machos castrados. Os animais apresentaram a máxima taxa de crescimento aos 136 dias de idade para ambos os sexos e a taxa máxima de ganho de peso diário estimada para as fêmeas foi 42 g inferior à dos machos castrados.

A idade ao abate e o consumo de ração diário aumentaram de forma quadrática com o peso de abate ($P < 0,05$; Tabela 5). O consumo de ração diário, apesar de controlado acima dos 80 kg de peso vivo, foi planejado para ficar próximo do consumo à vontade dos suínos alojados em grupo, já que foi baseado no consumo à vontade de animais do mesmo genótipo alojados em baias individuais, menos 10%. Apesar da redução dos níveis de lisina da dieta com o aumento da idade, o consumo diário médio de lisina de todo o período experimental não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo peso de abate, devido ao aumento no consumo diário de ração.

A eficiência alimentar apresentou redução quadrática ($P < 0,05$) com o aumento do peso de abate. Algumas das razões para a redução da eficiência alimentar são o aumento das necessidades de manutenção e da proporção de lipídeos no tecido depositado com o aumento do peso vivo. Desta forma, com o aumento do peso o ganho de peso se dá progressivamente com maior deposição de gordura e, conseqüentemente, maior custo energético. Os resultados desse estudo, ainda que não correspondam exatamente ao obtido por Oliveira et al. (2015), que observaram redução linear do ganho de peso diário e aumento da conversão alimentar com o aumento do peso de abate, seguem a mesma tendência de resposta.

O rendimento de carcaça quente não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo peso de abate, mas foi influenciado pelo sexo, sendo maior ($P < 0,05$) nas fêmeas do que nos machos castrados.

O peso da carcaça quente e as espessuras de toucinho na última costela e no ponto P2 aumentaram linearmente com o peso de abate ($P < 0,05$). O peso da carcaça quente aumentou em 0,77 kg por kg de aumento no peso de abate. A área de olho de lombo e a área de gordura aumentaram linearmente ($P < 0,05$), enquanto que a relação carne:gordura e a porcentagem de carne magra reduziram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do peso de abate. Na espessura de toucinho o aumento foi bastante variável de acordo com o ponto de medida, sendo de 0,161 mm a 0,240 mm por kg de aumento no peso de abate. Estes resultados estão de acordo com o obtido por Oliveira et al. (2015), os quais avaliaram o efeito do peso de abate de suínos Agrocres PIC na faixa de 100 kg a 145 kg, exceto pela porcentagem de carne magra, que não foi afetada naquele estudo, provavelmente devido à restrição alimentar imposta àqueles animais.

A área de gordura aumentou em 0,175 cm² enquanto que a área de olho de lombo aumentou em 0,187 cm² por kg de aumento no peso de abate. Há um indicativo de declínio da proporção de carne e aumento da proporção de gordura na carcaça com o aumento do peso de abate, já que a relação carne:gordura caiu em 0,014 ponto e a porcentagem de carne magra reduziu 0,115% para cada kg de aumento no peso de abate. Este efeito pode ser ilustrado pelos aumentos percentuais na área de olho de lombo de apenas 18,5% nas fêmeas e 14,7% nos machos, enquanto que a área de gordura aumentou 43,9% nas fêmeas e 45,1% nos machos, do menor para o maior peso de abate avaliado neste estudo. O uso da ractopamina nas dietas pode ser parcialmente responsável pelo aumento linear na área de olho de lombo

mesmo com os pesos elevados de abate, já que este insumo nutricional retarda o declínio da deposição de proteína corporal. A sequência de níveis nutricionais utilizados neste estudo, juntamente com a suplementação com ractopamina, concorreram para manter níveis elevados de ganho de peso e aumentos moderados na espessura de toucinho mesmo nos suínos abatidos mais pesados.

A diferença observada entre os sexos ($P < 0,05$) na espessura de toucinho, área de gordura, área de olho de lombo e relação carne:gordura, mas sem interação entre sexo e peso de abate, indica que apesar de as fêmeas apresentarem maior deposição de proteína e menor deposição de gordura do que os machos, fêmeas e machos castrados apresentaram um mesmo padrão evolutivo na composição das carcaças no período avaliado.

Comparando-se estes resultados com os de Irgang e Protas (1986a; 1986b), que avaliaram o abate de animais entre os 80 kg e os 140 kg de peso vivo, observa-se a evolução do desempenho e da qualidade da carcaça ao longo do tempo em razão dos avanços tecnológicos relacionados principalmente com o melhoramento genético e a nutrição. Enquanto naquele estudo foi observada uma redução do ganho de peso diário nos suínos abatidos acima dos 120 kg de peso vivo, no presente estudo o ganho de peso diário não foi afetado, mesmo nos pesos de abate mais elevados. Além disso, a piora da conversão alimentar nos suínos abatidos entre os 100 kg e os 140 kg foi de 25% em Irgang e Protas (1986a), enquanto que no presente estudo a redução da eficiência alimentar foi de 13% para as fêmeas e 12,5% para os machos. Analisando-se três trabalhos anteriores onde o peso máximo de abate foi próximo ao deste, com 140,0 kg (Irgang; Protas, 1986b), 149,6 kg (Wagner et al., 1999) e 140,0 kg (Latorre et al., 2008) dos genótipos Landrace x Large White (Irgang; Protas, 1986a), híbridos sintéticos e cruzas comerciais terminais que incluíam as raças Landrace, Large White, Duroc e Hampshire (Wagner et al., 1999) e cruza de Duroc x (Landrace x Large White) (Latorre et al., 2008), observa-se a evolução ao longo do tempo na qualidade das carcaças obtidas nos maiores pesos de abate, com redução de aproximadamente 13 mm na espessura de toucinho na última costela, 19 mm na espessura de toucinho no ponto P2 e 14 cm² na área de gordura, e aumento de 10 cm² na área de olho de lombo e de 1,3 ponto na relação carne:gordura, na média dos machos castrados e fêmeas. A evolução observada no ganho de peso diário e na eficiência alimentar neste mesmo período, considerando-se os resultados obtidos por Irgang e Protas (1986b), Candek-Potokar et al. (1998) e Latorre et al. (2003) e os resultados deste estudo, indica um

aumento de aproximadamente 200 g/dia no ganho de peso e de 0,113 ponto na eficiência alimentar para suínos abatidos entre 130 kg e 145 kg de peso vivo. Os genótipos utilizados por aqueles autores foram Landrace x Large White (Irgang; Protas 1986b), Duroc x (Landrace x Large White) (Candek-Potokar et al., 1998) e Duroc, Duroc x Large White ou Pietrain x Large White cruzados com fêmeas Landrace x Large White (Latorre et al., 2003). Embora a comparação dos dados desse estudo com os dos autores citados possa conter vieses relativos às condições experimentais específicas relacionadas a nutrição e aos diferentes genótipos utilizados em cada estudo, ainda assim pode constituir-se em indicativo da evolução ocorrida no período para as características citadas. Historicamente, a elevação do peso de abate em suínos tem apresentado restrições em função da piora da conversão alimentar e do aumento da porcentagem de gordura na carcaça. Embora o peso ótimo de abate seja dependente da relação de custo de produção com o preço de venda, os resultados desse estudo e sua convergência com os de Oliveira et al. (2015) indicam o potencial para abate em pesos elevados dos suínos dos atuais genótipos nas condições atuais de nutrição, no que se refere ao desempenho e qualidade da carcaça.

Tabela 3. Efeito do peso de abate e sexo sobre o desempenho e características de carcaça (médias ± desvios padrões) de suínos machos castrados e fêmeas (Experimento 1).

Variável	Sexo	Peso-alvo de abate (kg)				P<F	
		100	115	130	145	Peso de abate	Sexo
Idade ao abate (d)	F	153,3±0,70	167,3±0,71	180,6±1,01	195,1±1,38	<0,0001	0,72
	M	153,9±1,56	168,0±1,63	180,1±1,38	193,7±1,05		
Peso inicial (kg)	F	27,91±1,02	29,05±1,06	29,32±1,19	28,54±1,27	0,42	<0,0001
	M	30,30±1,07	30,28±1,48	29,65±1,06	29,85±0,59		
Peso final (kg)	F	106,5±2,06	119,7±2,20	133,9±1,23	141,9±2,10	<0,0001	<0,0001
	M	111,2±1,70	126,1±2,73	137,9±2,39	148,4±0,69		
Ganho de peso diário (kg)	F	0,936±0,028	0,925±0,013	0,939±0,006	0,903±0,009	0,08	0,0003
	M	0,963±0,014	0,977±0,016	0,971±0,014	0,945±0,008		
Consumo de ração diário (kg)	F	2,20±0,044	2,33±0,035	2,48±0,029	2,40±0,045	<0,0001	<0,0001
	M	2,47±0,037	2,61±0,063	2,70±0,044	2,72±0,035		
Eficiência alimentar	F	0,426±0,002	0,397±0,002	0,379±0,006	0,376±0,005	<0,0001	<0,0001
	M	0,391±0,004	0,375±0,007	0,360±0,004	0,348±0,005		
Consumo diário de lisina (g)	F	22,08±0,474	22,28±0,373	21,69±1,115	21,11±0,400	0,12	0,02
	M	23,02±0,336	23,06±0,559	22,83±0,377	22,08±0,287		
Peso carcaça quente (kg)	F	77,76±1,74	87,93±1,57	99,09±1,48	104,8±1,71	<0,0001	0,006
	M	80,54±1,33	90,65±2,53	100,8±2,17	109,0±0,75		
Rendimento de carcaça (%)	F	73,34±0,24	73,47±0,25	74,01±0,59	74,31±0,22	0,95	0,007
	M	72,94±0,29	72,81±0,50	73,06±0,44	73,28±0,42		

Continua...

Tabela 3. Continuação...

Variável	Sexo	Peso-alvo de abate (kg)				Pr>F	
		100	115	130	145	Peso de abate	Sexo
Espessura toucinho última costela (mm)	F	12,74±0,69	14,27±0,52	20,96±0,65	20,30±0,83	<0,0001	<0,0001
	M	15,09±1,31	17,20±1,20	22,24±1,03	23,88±0,81		
Espessura toucinho P2 (mm)	F	11,61±0,56	13,03±0,65	15,41±0,45	15,78±0,72	<0,0001	<0,0001
	M	14,33±1,01	18,02±1,13	20,63±1,01	21,64±0,39		
Área olho de lombo (mm²)	F	43,36±1,07	46,96±0,76	49,21±2,00	51,37±2,22	0,001	0,04
	M	41,54±0,67	44,22±0,92	47,75±2,65	47,65±1,45		
Área gordura (mm²)	F	14,03±0,28	16,53±0,32	18,31±1,08	20,19±0,35	<0,0001	<0,0001
	M	16,33±1,12	18,90±1,22	20,97±0,73	23,70±0,62		
Relação carne:gordura	F	3,19±0,07	2,86±0,03	2,86±0,23	2,67±0,11	0,21	<0,0001
	M	2,70±0,24	2,44±0,21	2,32±0,16	2,07±0,09		
Porcentagem carne magra	F	59,6±0,60	60,0±0,63	56,1±0,88	56,4±0,55	0,004	0,0002
	M	57,8±0,87	57,0±0,55	55,0±1,07	53,1±0,71		

Tabela 4. Parâmetros da curva de crescimento de suínos machos castrados e fêmeas estimada pelo modelo de Gompertz, média dos animais abatidos em quatro diferentes pesos (Experimento 1).

	a	b	c	R ²	Taxa máxima de ganho de peso diário (kg)
Fêmeas	238,6	0,0111	135,8	0,97	0,975
Machos	250,0	0,0111	135,9	0,97	1,017

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros da análise de regressão polinomial e níveis descritivos de probabilidade para os efeitos linear e quadrático dos dados de desempenho e características de carcaça de machos castrados e fêmeas abatidos em diferentes pesos (Experimento 1).

Variável	Estimativas dos parâmetros					R ²		Erro padrão residual		Pr>F	
	Intercepto		Linear		Quadrático						
	F	M								Linear	Quadrático
Idade ao abate (d)	81,55	81,55	0,44642		0,0021149	0,97		4,016		<0,0001	0,008
Consumo diário de ração (kg)	-0,528	-0,294	0,03814		-0,0001196	0,92		0,082		<0,0001	0,05
Eficiência alimentar	0,680	0,660	-0,00335		0,0000085	0,92		0,010		<0,0001	0,03
Peso da carcaça quente (kg)	-4,400	-5,704	0,77123		-	0,99		1,749		<0,0001	0,81
Espessura toucinho última costela (mm)	-13,027	-11,784	0,23979		-	0,90		1,924		<0,0001	0,23
Espessura toucinho P2 (mm)	-6,207	-2,372	0,16066		-	0,90		1,725		<0,0001	0,09
Área olho de lombo (mm ²)	24,248	20,803	0,18707		-	0,71		3,648		0,0002	0,57
Área gordura (mm ²)	-4,694	-2,925	0,17495		-	0,90		1,514		<0,0001	0,69
Relação carne:gordura	4,699	4,265	-0,01438		-	0,82		0,298		0,05	0,41
Porcentagem carne magra	72,51	70,86	-0,11546		-	0,79		1,841		0,002	0,55

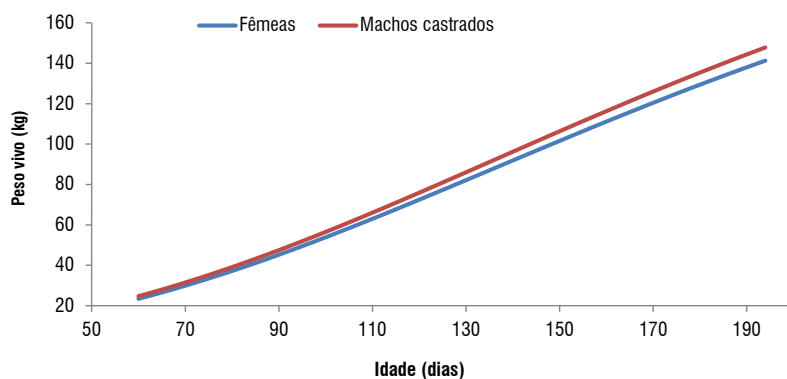


Figura 1. Evolução do peso vivo em função da idade, de suínos machos castrados e fêmeas, média dos animais abatidos em quatro diferentes pesos de abate.

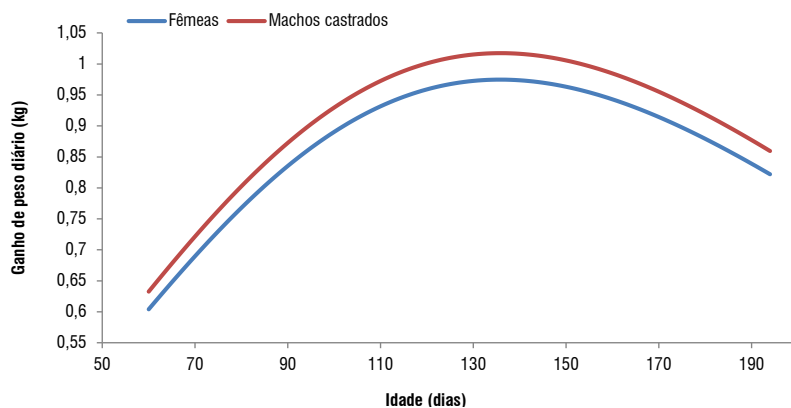


Figura 2. Evolução do ganho de peso diário em função da idade, de suínos machos castrados e fêmeas, média dos animais abatidos em quatro diferentes pesos de abate.

Experimento 2

O peso de abate não influenciou ($P>0,10$) o ganho de peso diário (Tabela 6) e a curva de crescimento ajustada pelo modelo de Gompertz dos machos imunocastrados (Tabela 7). A curva média dos dados agrupados dos três grupos indica que a taxa máxima de ganho de peso diário foi 1,036 kg/dia e ocorreu aos 133 dias de idade.

O consumo de ração diário médio aumentou linearmente ($P<0,04$) com o aumento do peso de abate, mas a eficiência alimentar não foi influenciada ($P>0,10$). O consumo diário de ração, embora controlado após os 80 kg de peso vivo, foi planejado para ficar próximo do consumo à vontade dos suínos deste genótipo quando alojados em grupo, pois foi fixado em 90% do consumo à vontade dos animais do mesmo genótipo alojados em baias individuais.

O ganho de peso diário não foi influenciado e o consumo diário de ração aumentou com o aumento do peso de abate, em concordância com o observado nas fêmeas e machos castrados do Experimento 1. Porém, nas fêmeas e machos castrados a eficiência alimentar reduziu significativamente em 11,7% e 11,0%, respectivamente, com o aumento do peso de abate, enquanto que nos machos imunocastrados a conversão alimentar não foi afetada, o que pode ser atribuído, provavelmente, à faixa de peso de abate mais estreita avaliada neste estudo para os imunocastrados e ao efeito de sexo. Os resultados deste estudo estão em concordância com Weatherup et al. (1998) e Conte et al. (2011), os quais verificaram que a conversão alimentar de machos inteiros não foi afetada pelo peso de abate, porém, a faixa de peso avaliada em Conte et al. (2011) (85 kg a 105 kg) foi bem diferente da avaliada nesse estudo.

A área de gordura e a área de olho de lombo aumentaram linearmente ($P<0,02$ e $P<0,005$) com o aumento do peso de abate. Não houve efeito ($P>0,10$) do peso de abate sobre a espessura de toucinho no ponto P2 nem sobre a profundidade do lombo, de forma que a porcentagem de carne magra também foi similar ($P>0,10$) entre os grupos de abate. Estes dados diferem do obtido por outros autores (Weatherup et al., 1998; Beattie et al., 1999; Fàbrega et al., 2011), os quais relataram aumento da proporção de gordura e redução da proporção de carne magra na carcaça de suínos machos inteiros com o aumento do peso de abate. Os genótipos e respectivas faixas de peso

avaliados por esses autores foram $\frac{3}{4}$ Landrace e $\frac{1}{4}$ Large White com abate entre 90 kg e 130 kg (Weatherup et al., 1998; Beattie et al., 1999) e (Large White x Landrace) x Duroc com abate aos 105 kg e 130 kg (Fàbrega et al., 2011). Portanto, estas diferenças de resposta provavelmente podem ser atribuídas à evolução genética obtida no período compreendido entre o final da década de 1990 e o atual (incluindo o uso de machos terminais de linhas sintéticas), à amplitude das faixas de pesos avaliadas, à composição nutricional das dietas e ao uso de ractopamina (presente estudo). Estes dados também diferem do obtido com machos castrados e fêmeas deste mesmo genótipo (Experimento 1), os quais apresentaram redução da porcentagem de carne magra com aumento do peso de abate, além de menor proporção de carne magra na carcaça do que os animais deste estudo, demonstrando o potencial dos imunocastrados para manutenção da qualidade da carcaça mesmo em abates com pesos elevados. Estes resultados sugerem que o uso simultâneo da ractopamina e da imunocastração tem efeitos aditivos com relação à manutenção da taxa de deposição de carne magra, mesmo em períodos mais tardios, em concordância com os resultados de Lowe et al. (2014), que relataram efeito aditivo da ractopamina e da imunocastração na redução da adiposidade e aumento da musculosidade das carcaças.

O rendimento de carcaça não foi afetado ($P > 0,10$) pelo peso de abate, diferindo dos resultados obtidos por Weatherup et al. (1998), Conte et al. (2011) e Fàbrega et al. (2011). Este fato decorre, provavelmente, da não alteração na composição da carcaça com o aumento do peso de abate, pois a porcentagem de carne magra não foi alterada. Estes dados estão de acordo com o observado com suínos machos castrados e fêmeas do mesmo genótipo.

Tabela 6. Efeito do peso de abate sobre o desempenho de crescimento e as características de carcaça (média ± desvio padrão) e estimativas dos parâmetros da análise de regressão polinomial e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático (Experimento 2).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)			Pr > F		Estimativas dos parâmetros				R ²		RSE		Pr > F	
	120	130	140			Intercepto	Linear	Quadrático				Linear	Quadrático	Linear	Quadrático
Idade inicial (d)	60,00 ± 1,83	59,40 ± 1,48	60,10 ± 1,74	0,46		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idade final (d)	162,8 ± 0,49	176,2 ± 0,53	190,9 ± 0,32	0,0001		219,01	-1,53161	0,0090756	0,89	5,095	0,0001	0,0001	0,003		
Peso inicial (kg)	23,11 ± 0,79	23,10 ± 0,65	23,29 ± 0,72	0,43		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso final (kg)	119,6 ± 3,28	132,3 ± 3,23	145,4 ± 1,79	0,0001		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ganho peso diário médio (kg)	0,938 ± 0,017	0,935 ± 0,019	0,934 ± 0,010	0,98		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo ração diário médio (kg)	2,13 ± 0,039	2,21 ± 0,019	2,30 ± 0,051	0,07		1,50	0,00536		0,45	0,098	0,04	0,23			
Eficiência alimentar	0,441 ± 0,010	0,424 ± 0,009	0,408 ± 0,012	0,23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso carcaça quente (kg)	86,47 ± 1,88	94,17 ± 2,68	101,6 ± 1,50	0,001		18,36	0,57182		0,90	3,023	0,0002	0,80			
Rendimento de carcaça (%)	71,08 ± 0,46	71,06 ± 0,32	71,61 ± 0,14	0,54		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Espessura de toucinho - ultrassom (mm)	13,95 ± 0,47	15,76 ± 0,73	15,55 ± 0,45	0,07		11,01	0,03079	-	0,44	1,343	0,12	0,68			
Profundidade lombo - ultrassom (mm)	72,28 ± 1,00	75,23 ± 1,88	75,99 ± 1,62	0,37		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de gordura (mm²)	13,53 ± 0,28	14,20 ± 0,62	18,33 ± 1,74	0,02		-3,32	0,14104	-	0,50	2,773	0,02	0,28			
Área de olho de lombo (mm²)	43,97 ± 1,46	42,27 ± 1,02	49,12 ± 0,76	0,005		17,12	0,21147	-	0,56	3,128	0,005	0,13			
Espessura toucinho P2 (mm)	14,27 ± 0,85	14,11 ± 0,84	16,29 ± 0,40	0,19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Profundidade do lombo (mm)	60,99 ± 3,12	61,51 ± 2,11	67,28 ± 1,00	0,12		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porcentagem de carne magra	58,99 ± 1,01	59,01 ± 0,75	58,61 ± 0,29	0,93		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo/kg de peso vivo (R\$/kg)	2,878	2,850	2,855	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro por ano¹ (R\$)	6.039,01	13.597,05	12.021,19	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹Simulação com lotes de 750 suínos.

Tabela 7. Parâmetros da curva de crescimento de machos imunocastrados abatidos em três diferentes pesos, estimada pelo modelo de Gompertz (Experimento 2).

Peso de abate (kg)	a	b	c	R ²	Taxa máxima de ganho de peso (kg)
120	248,8	0,0116	135,2	0,98	1,061
130	255,0	0,0112	138,7	0,99	1,048
140	237,9	0,0118	132,4	0,99	1,030
Média	239,6	0,0118	132,7	0,99	1,036

Conclusões

O aumento no peso de abate de fêmeas e machos castrados do genótipo MS-115 x F1 dos 100 kg aos 145 kg de peso vivo resultou em redução da eficiência alimentar e do rendimento de carne na carcaça. Entretanto, a magnitude do efeito detrimental causado pelo aumento do peso de abate é substancialmente menor do que aquele observado uma ou duas décadas atrás, o que mostra o potencial para abate dos suínos desse genótipo em pesos elevados nas atuais condições de produção.

O aumento do peso de abate de suínos imunocastrados do genótipo MS-115 x F1 dos 120 kg aos 140 kg de peso vivo não apresentou impacto negativo sobre o desempenho e não alterou a qualidade da carcaça em termos de proporção de carne magra, demonstrando o potencial dos imunocastrados para manutenção do desempenho e da qualidade da carcaça mesmo em pesos elevados.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela, 1973. 17 p.

BEATTIE, V. E.; WEATHERUP, R. N.; MOSS, B. W.; WALKER, N. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, v. 52, p. 205-211, June 1999. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00169-7.

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M. Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 287-300, Mar. 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(97)00109-5.

CISNEROS, F.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. F.; MCCAW, J.; FERNANDO, R. L. 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**, v. 74, p. 925-933, May 1996. DOI: 10.2527/1996.745925x.

CONTE, S.; BOYLE, L. A.; O'CONNELL, N. E.; LYNCH, P. B.; LAWLOR, P. G. Effect of target slaughter weight on production efficiency, carcass traits and behavior of restrictively-fed gilts and intact male finisher pigs. **Livestock Science**, v. 136, p. 169-174, Apr. 2011. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.08.018

D'SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; DUNSHEA, F. R.; SUSTER, D.; PLUSKE, J. R.; MULLAN, B. P. The pattern of fat and lean muscle tissue deposition differs in the different pork primal cuts of female pigs during the finisher growth phase. **Livestock Production Science**, v. 91, p.1-8, Dec. 2004. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.04.005

FÀBREGA, E.; GISPERT, M.; TIBAU, J.; HORTÓS, M.; OLIVER, M. A.; FONT I FURNOLS, M. 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**, v. 89, p. 434-439, May 2011. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.05.009.

GUIDONI, A. L.; DALLA COSTA, O. A.; BERTOL, T. M. Preditores e predição do peso, porcentagem e quantidade de carne de carcaça suínas e suas partes. In: **Relatório Técnico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007.

IRGANG, R.; PROTAS, J. F. das. Peso ótimo de abate de suínos. I. Desempenho dos animais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 10, p. 1101-1108, out. 1986a. 32 Questões técnicas do peso de abate em suínos.

IRGANG, R.; PROTAS, J. F. das. Peso ótimo de abate de suínos. II. Resultados de carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 12, p. 1337-1345, dez. 1986b.

LATORRE, M. A.; GARCÍA-BELENQUER, E.; ARIÑO, L. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1933-1942, Aug. 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0764.

LATORRE, M. A.; MEDEL, P.; FUENTETAJA, A.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. **Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 33-45, Aug. 2003. DOI: 10.1017/S1357729800053625.

LOWE, B. K.; GERLEMAN, G. D.; CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; SCHROEDER, A. L.; PETRY, D. B.; MCKEITH, F. K.; ALLEE, G. L.; DILGER, A. C. Effects of feeding ractopamine hydrochloride (Paylean) to physical and immunological castrates (Improvast) in a commercial setting on growth performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 8, p. 3727-3735, Aug. 2014. DOI: 10.2527/jas.2013-7516.

OLIVEIRA, E. A.; BERTOL, T. M.; COLDEBELLA, A.; SANTOS FILHO, J. I. dos.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Live performance, carcass quality, and economic assessment of over 100kg slaughtered pigs. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 6, p. 1743-1750, nov./dez. 2015. DOI: 10.1590/1678-4162-7632.

PIETERSE, E.; HOFFMAN, L. C.; SIEBRITS, F. K.; GLOY, E. L.; POLAWSKA, E. The effect of slaughter weight on the carcass characteristics of pork with sex type as covariable. **Animal Production Science**, v. 56, n. 1, p. 55-60, Jan. 2015. DOI: 10.1071/AN14183.

SANTOS FILHO, J. I. dos.; PINHEIRO, A. C.; BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V. Peso ótimo de abate. **Suinocultura Industrial**, n. 153, ano 23, p. 12-18, 2001.

WAGNER, J. R.; SCHINCKEL, A. P.; CHEN, W.; FORREST, J. C.; COE, B. L. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 6, p. 1442-1466, June 1999. DOI: 10.2527/1999.7761442x.

WEATHERUP, R. N.; BEATTIE, V. E.; MOSS, B. W.; KILPATRICK, D. J.; WALKER, N. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Animal Science**, v. 67, n. 3, p. 591-600, Dec. 1998. DOI: 10.1017/S1357729800033038.

Literatura recomendada

HAMILTON, D. N.; ELLIS, M.; BERTOL, T. M.; MILLER, K. D. Effects of handling intensity and live weight on blood acid-base status in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 8, p. 2405-2409, Aug. 2004. DOI: 10.2527/2004.8282405x.

MARTINS, F. M.; SANTOS FILHO, J. I. dos; SANDI, A. J.; MIELE, M.; LIMA, G. J. M. M. de; BERTOL, T. M.; AMARAL, A. L. do; MORES, N.; KICH, J. D.; DALLA COSTA, O. A. **Coefficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de suínos, 2012**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. 10 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 506).

NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. **Pork quality standards**. Des Moines, IA, 1999.

SANTOS FILHO, J. I. dos; PINHEIRO, A. C.; BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V. **Avanço tecnológico e alteração no peso ótimo de abate de suínos**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 2001.

Capítulo 2

Efeito do peso de abate sobre o peso, rendimento e composição dos cortes

*Teresinha Marisa Bertol
Jonas Irineu dos Santos Filho
Arlei Coldebella
Andreza Lourenço Marinho*



Introdução

A idade ou peso de abate dos suínos varia consideravelmente em função do uso das matérias-primas cárneas para diferentes produtos, para os quais são necessários cortes de diferentes dimensões ou pesos e características tecnológicas para consumo *in natura* ou para processamento de produtos específicos. Mesmo na produção industrial, cuja carne é destinada ao consumo *in natura* e ao processamento de produtos de mais amplo consumo, como presuntos e apresuntados cozidos, mortadelas e salames, há variação no peso de abate entre indústrias, devido a especificidades no sistema de produção de cada agroindústria e a culturas regionais. Exceto pelos suínos destinados à produção de tender ou presunto tipo Parma, no Brasil o abate se dá na faixa dos 90 kg a 130 kg de peso vivo, sendo a maior parte ao redor dos 125 kg, devido à percepção de que o abate em pesos mais elevados piora o desempenho e a qualidade da carcaça e reduz os ganhos econômicos. De fato, pesquisas de duas décadas passadas mostraram redução de 31,5% na relação carne:gordura com o aumento do peso de abate de suínos $\frac{3}{4}$ Large White e $\frac{1}{4}$ Landrace, de 70 kg para 100 kg de peso vivo (Weatherup et al., 1998), bem como aumento de 29,2% na relação gordura:carne com o aumento do peso de abate de fêmeas Large White x Landrace x Duroc de 70 kg a 120 kg de peso vivo (D'Souza et al., 2004). Porém, com o melhoramento genético, principalmente a criação das raças sintéticas, e ajustes nutricionais contínuos ao longo de décadas para aumento da eficiência alimentar e da produção de carne magra (Fix et al., 2010), espera-se a atenuação dos efeitos negativos da idade sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. Assim, em estudo mais recente, Bertol et al. (2015) verificaram que o aumento do peso de abate não alterou a porcentagem de carne dos cortes em suínos da genética Agrocere PIC abatidos dos 100 kg aos 145 kg de peso vivo, evidenciando as mudanças nas curvas de deposição de carne e gordura nos genótipos modernos. Além disso, o uso de aditivos modificadores do metabolismo concorre para o aumento da deposição de carne magra e redução da deposição de gordura corporais, levando ao retardamento do ponto de inflexão da curva de deposição de proteína na carcaça, portanto, mantendo a composição corporal desejada até idades mais tardias. Da mesma forma, a castração imunológica concorre para a produção de carcaças mais magras, uma vez que com essa prática os machos são mantidos inteiros até quatro semanas antes do abate, beneficiando-se do efeito anabólico dos hormônios sexuais. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do peso

de abate sobre o peso, rendimento e composição dos cortes primários e de alguns cortes comerciais em suínos machos cirurgicamente castrados, fêmeas e machos imunologicamente castrados do genótipo MS-115 x F1, alimentados com dietas contendo ractopamina nas últimas quatro semanas antes do abate.

Material e métodos

Experimento 1

Oito carcaças de fêmeas e oito de machos castrados de cada peso de abate, provenientes dos animais mais próximos do peso médio do grupo, oriundas do Experimento 1 relatado no Capítulo 1, foram selecionadas para avaliação dos cortes. As condições de criação dos animais e genótipo utilizado estão descritos no Capítulo 1. Após 24 horas de resfriamento em temperatura de 2°C a 4°C, as meias carcaças foram divididas nos cortes principais: pernil, paleta, carré e barriga. Posteriormente, em cada corte foram removidos a pele, a gordura subcutânea e os ossos, exceto pela barriga, a qual foi somente dividida em costela e barriga sem ossos. A remoção da gordura subcutânea seguiu o padrão de fabricação da agroindústria onde os animais foram abatidos, de forma que parte da gordura subcutânea permaneceu com a carne. Portanto, o peso e o rendimento de carne dos cortes apresentados neste estudo referem-se aos cortes desprovidos da pele, ossos e da maior parte da gordura subcutânea. Foi coletado o peso de cada corte individual e das frações: carne (contendo a gordura intramuscular, gordura intermuscular e parte da gordura subcutânea), gordura (subcutânea), pele e ossos, assim como o peso do lombo sem ossos, filé mignon, costelinha e barriga sem ossos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o sexo, o peso de abate e a interação entre sexo e peso de abate como fontes de variação. Foram testados os contrastes polinomiais de primeira e segunda ordem, utilizando-se como variável independente o peso médio de abate observado em cada unidade experimental. Para aquelas variáveis em que o efeito de sexo foi significativo ($P < 0,05$), os contrastes polinomiais foram testados dentro de sexo.

Experimento 2

Foram selecionadas seis carcaças de cada peso-alvo de abate, provenientes dos animais mais próximos do peso médio do grupo oriundos do Experimento 2 relatado no Capítulo 1, para avaliação dos cortes. A separação dos cortes e suas frações foram efetuados da forma descrita no Experimento 1 deste Capítulo.

Os dados foram submetidos à análise de variância. O modelo utilizado incluiu o efeito de peso de abate como fonte de variação. Naquelas variáveis em que o valor de F foi significativo ($P < 0,10$), contrastes polinomiais de primeira e segunda ordem foram testados, utilizando-se o peso de abate observado em cada unidade experimental como variável independente.

Resultados

Experimento 1

Não foi detectada interação ($P > 0,05$) entre sexo e peso de abate em nenhuma das variáveis de peso ou rendimento dos cortes avaliados e suas frações. O peso final, peso da carcaça quente e o peso da paleta, lombo e lombo desossado foram maiores nos machos castrados do que nas fêmeas ($P < 0,05$ a $P < 0,0001$; Tabela 1), bem como o conteúdo de gordura dos cortes primários ($P < 0,01$ a $P < 0,001$), mas a relação carne:gordura foi mais elevada ($P < 0,002$) nas fêmeas (Tabela 5). O rendimento da maior parte dos cortes não foi afetado pelo sexo, exceto o lombo desossado e o filé mignon, os quais foram menores nos machos castrados ($P < 0,003$; Tabela 3). Por outro lado, o rendimento de carne dos cortes primários, exceto na paleta, foi mais elevado nas fêmeas, enquanto que o rendimento de gordura foi superior nos machos castrados (Tabela 7). Estes resultados eram esperados, pois o sexo influencia o ganho de peso e o peso final, bem como a deposição de gordura e carne na carcaça.

O aumento do peso de abate causou aumento linear ($P < 0,001$) no peso de todos os cortes primários individualmente, exceto a barriga, a qual teve um aumento quadrático ($P < 0,04$; Tabela 2). As equações de regressão do peso dos cortes primários mostraram alto nível de ajuste, com R^2 igual ou maior do que 0,86. Entre os cortes comerciais, a barriga sem osso e o filé mignon mostraram o melhor ajuste das equações de regressão ($R^2 = 0,86$ e $0,72$, respectivamente). Entretanto, como porcentagem da carcaça, o rendimento de pernil mostrou uma tendência de reduzir de forma quadrática ($P < 0,06$), o rendimento de costelinha mostrou tendência de reduzir linearmente ($P < 0,08$) e o rendimento de carré mostrou tendência de aumentar linearmente ($P < 0,09$) com o aumento do peso de abate. Por outro lado, o rendimento de lombo desossado reduziu linearmente ($P < 0,004$) e o rendimento de barriga e barriga sem osso aumentaram linearmente ($P < 0,004$ a $P < 0,001$) com o aumento do peso de abate, mas com baixos coeficientes de regressão ($R^2 = 0,10$ a $0,32$; Tabela 4). Corino et al. (2008) não observaram efeito do peso de abate sobre o rendimento de lombo em suínos Large White x (Landrace x Pietrain) abatidos aos 110 kg ou aos 160 kg de peso vivo, o que contraria os resultados desse trabalho.

A quantidade de carne e de gordura dos cortes primários aumentou de forma linear com o aumento do peso de abate ($P < 0,001$), com médio a alto grau de ajuste das equações de regressão ($R^2 = 0,58$ a $0,87$; Tabela 6). A relação carne:gordura reduziu linearmente ($P < 0,001$) com o aumento do peso de abate, mas com baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,35$). O rendimento de carne do pernil, carré e cortes agrupados reduziu linearmente ($P < 0,045$ a $P < 0,001$), enquanto que o rendimento de gordura de todos os cortes e cortes agrupados aumentou linearmente ($P < 0,002$ a $0,001$) com o aumento do peso de abate (Tabela 8). O aumento do rendimento de gordura dos cortes está de acordo com Weatherup et al. (1998), Beattie et al. (1999) e D'Souza et al. (2004), mas contraria os resultados de Correa et al. (2006). O rendimento de gordura dos cortes primários (pernil + lombo + paleta) aumentou em 0,089% e o rendimento de carne reduziu em 0,045% para cada 1 kg de aumento no peso de abate. Assim, a relação carne:gordura dos cortes primários foi reduzida na proporção de 0,063% para cada 1 kg de aumento no peso de abate.

Os pesos e rendimentos de carcaça quente, cortes primários e cortes comerciais, quantidade e rendimento de carne e gordura e relação carne/gordura nos cortes primários, preditos de acordo com os ajustes linear ou quadrático para cada variável, para a faixa de peso vivo de 100 kg a 150 kg de peso de abate, com intervalo de 2,5 kg, estão apresentados nas Tabelas 9 a 14.

Somente os cortes com maior conteúdo de gordura, isto é, a barriga e a barriga sem ossos, tiveram aumento proporcional na carcaça com o aumento do peso de abate. É interessante notar que ao mesmo tempo em que o rendimento de barriga desossada aumentou, o rendimento de costelinha reduziu, sendo ambos parte do mesmo corte primário. Um fato importante é a redução do rendimento de lombo desossado com o aumento do peso de abate, porque este é um corte comercial magro de alto valor. A redução da porcentagem de carne nos cortes primários com o aumento do peso de abate está de acordo com os relatos de Cisneros et al. (1996), Candek-Potokar et al. (1998), Latorre et al. (2003), D'Souza et al. (2004) e Latorre et al. (2008). A redução da relação carne:gordura nos cortes agrupados está de acordo com D'Souza et al. (2004). Por outro lado, Correa et al. (2006) não detectou efeito do peso de abate sobre a porcentagem de carne dos cortes, mas a faixa de pesos avaliada por esses autores foi de 107 kg a 125 kg. Os genótipos utilizados nos estudos citados foram bastante variados, sendo um híbrido comercial e um tricross Hampshire x (Yorkshire x Duroc) (Cisneros et al., 1996), Duroc x (Landrace x Large White) (Candek-Potokar et al., 1998), Duroc, Duroc x Large White ou Pietrain x Large White cruzados com fêmeas Landrace x Large White (Latorre et al., 2003), Large White x Landrace x Duroc (D'Souza et al. (2004) e Duroc x (Landrace x Large White) (Correa et al., 2006; Latorre et al., 2008), sendo, portanto, a maior parte oriundos de cruzamento entre raças, o que difere dos genótipos atuais que são resultantes de cruzamentos complexos para obtenção de raças sintéticas. É importante salientar que, enquanto a redução da proporção de carne magra nos cortes observada por Cisneros et al. (1996) foi de 0,32% para cada 1 kg de aumento no peso de abate, a redução correspondente neste estudo foi de apenas 0,045%. Estas diferenças mostram o efeito da evolução genética a partir dos anos 1990, no sentido de manter elevadas taxas de ganho de carne magra até idades mais tardias, associadas com o uso de ractopamina, a qual modifica o metabolismo das proteínas e lipídeos nos animais domésticos com aumento da deposição de proteína nos músculos (Bergen et al., 1989; Dunshea et al., 1993) e redução da deposição de lipídeos nas carcaças (Mer-

smann, 2002). Estes resultados corroboram com o obtido por Bertol et al. (2015), que verificaram que o aumento do peso de abate de 100 kg para 145 kg de peso vivo não alterou a porcentagem de carne magra nos cortes em suínos Agroceres PIC. Em resumo, o aumento no peso de abate promoveu aumento do peso dos cortes, com alteração moderada em sua composição. Entretanto, torna-se necessário avaliar o impacto do aumento no peso dos cortes sobre a comercialização da carne fresca, pois pode afetar a aceitabilidade da carne pelos consumidores. Cortes grandes com maior quantidade de gordura visível poderão ser mais adequados para processamento do que para comercialização de carne fresca.

Tabela 1. Efeito do peso de abate sobre o peso final e peso da carcaça quente e dos cortes primários e comerciais (média ± desvio padrão) de fêmeas e machos castrados (Experimento 1).

Variável (kg)	Peso-alvo de abate (kg)										Tratamento	Sexo
	Fêmeas					Machos castrados						
	100	115	130	145	160	100	115	130	145	160		
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
Peso final (kg)	106,5±1,341	121,9±0,866	135,4±1,974	142,9±1,084	111,7±1,760	126,7±1,214	137,7±1,063	148,7±0,840	0,001	0,001		
Peso da carcaça quente (kg)	78,05±1,332	89,38±1,186	100,1±1,684	107,2±1,312	81,25±1,123	92,44±1,199	101,1±1,219	109,4±1,056	0,001	0,013		
Cortes primários (kg)												
Pernil	12,93±0,284	14,93±0,223	16,46±0,313	17,06±0,376	13,07±0,329	14,98±0,330	16,67±0,201	17,50±0,322	0,001	0,352		
Paleta	10,84±0,193	12,33±0,217	13,63±0,230	14,49±0,273	11,33±0,105	12,80±0,191	13,82±0,144	14,99±0,139	0,001	0,004		
Carré	7,03±0,186	8,14±0,203	9,04±0,258	10,17±0,296	7,63±0,071	8,59±0,185	9,12±0,109	10,42±0,149	0,001	0,014		
Barriga¹	5,97±0,109	6,77±0,168	7,99±0,330	8,86±0,111	6,14±0,153	7,31±0,128	8,17±0,233	8,88±0,286	0,001	0,138		
Cortes agrupados²	73,53±1,274	84,34±1,138	94,23±1,579	101,2±1,255	76,33±1,122	87,36±1,119	95,56±1,098	103,6±0,786	0,001	0,008		
Cortes comerciais (kg)												
Lombo desossado	3,35±0,140	3,79±0,080	3,97±0,124	4,23±0,184	3,31±0,110	3,60±0,105	3,65±0,074	4,12±0,096	0,001	0,050		
File mignon	0,731±0,025	0,824±0,026	0,891±0,017	0,952±0,030	0,679±0,017	0,815±0,027	0,856±0,014	0,956±0,019	0,001	0,164		
Costelinha	1,41±0,038	1,66±0,059	1,77±0,067	1,82±0,115	1,44±0,050	1,70±0,026	1,79±0,031	1,86±0,068	0,001	0,443		
Barriga desossada	4,56±0,092	5,12±0,127	6,22±0,277	7,04±0,133	4,68±0,129	5,61±0,117	6,37±0,219	7,02±0,244	0,001	0,155		

¹Composta por barriga desossada e costelinha.

²Lado direito + lado esquerdo da carcaça.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático do peso da carcaça quente e dos pesos dos cortes primários e comerciais de fêmeas e machos castrados abatidos em diferentes pesos vivos (Experimento 1).

Variável (kg)	Intercepto		Efeito linear	Efeito quadrático	R²	Erro padrão	Pr>F	
	Fêmeas	Machos castrados					Linear	Quadrático
Peso da carcaça quente (kg)	-4,75001982	-5,78175295	0,77635780	-	0,98	1,742	0,001	NS
Cortes primários								
Pemil	0,37326746		0,11683216	-	0,86	0,693	0,001	NS
Paleta	0,36794533	0,35401133	0,09825692	-	0,94	0,369	0,001	NS
Carré	-1,02793761	-0,96092471	0,07572783	-	0,86	0,467	0,001	NS
Barriga¹	-2,24581295		0,07556591	-	0,86	0,459	0,001	NS
Cortes agrupados	-5,42168638	-6,28517309	0,73942605	-	0,97	1,754	0,001	NS
Cortes comerciais								
Lombo desossado	1,06479686	0,81751219	0,02186723	-	0,56	0,289	0,001	NS
Filé mignon	0,02108220		0,00633965	-	0,72	0,058	0,001	NS
Costelinha	0,21055991		0,01139681	-	0,59	0,141	0,001	NS
Barriga desossada	8,04087180		-0,10357211	0,00066095	0,86	0,393	0,001	0,042

¹Composta por barriga desossada e costelinha.
NS = Não significativo ao nível de 0,1.

Tabela 3. Efeito do peso de abate sobre o rendimento dos cortes primários e cortes comerciais (média ± desvio padrão) de fêmeas e machos castrados (Experimento 1).

Variável (%)	Peso-alvo de abate (kg)						Pr > F		
	Fêmeas			Machos castrados			Trata- mento	Sexo	
	100	115	130	145	100	115			130
	Cortes primários (%)								
Pernil	33,12 ± 0,323	33,40 ± 0,169	32,90 ± 0,568	31,84 ± 0,515	32,14 ± 0,448	32,40 ± 0,391	32,97 ± 0,289	31,99 ± 0,548	0,162
Paleta	27,78 ± 0,362	27,60 ± 0,417	27,22 ± 0,256	27,04 ± 0,272	27,91 ± 0,189	27,69 ± 0,186	27,35 ± 0,143	27,42 ± 0,306	0,405
Carré	18,01 ± 0,323	18,21 ± 0,334	18,06 ± 0,435	18,98 ± 0,559	18,80 ± 0,269	18,58 ± 0,281	18,05 ± 0,238	19,06 ± 0,343	0,226
Barriga¹	15,29 ± 0,158	15,16 ± 0,306	15,93 ± 0,466	16,55 ± 0,212	15,09 ± 0,237	15,84 ± 0,376	16,15 ± 0,284	16,22 ± 0,418	0,705
Cortes agrupados	94,21 ± 0,331	94,37 ± 0,212	94,11 ± 0,214	94,41 ± 0,259	93,95 ± 0,381	94,51 ± 0,105	94,52 ± 0,098	94,69 ± 0,414	0,513
	Cortes comerciais (%)								
Lombo desossado	8,59 ± 0,300	8,48 ± 0,152	7,94 ± 0,205	7,89 ± 0,289	8,18 ± 0,334	7,78 ± 0,172	7,22 ± 0,088	7,52 ± 0,117	0,002
File mignon	1,87 ± 0,055	1,84 ± 0,050	1,78 ± 0,027	1,78 ± 0,047	1,67 ± 0,040	1,76 ± 0,047	1,69 ± 0,030	1,75 ± 0,031	0,003
Costelinha	3,61 ± 0,092	3,70 ± 0,099	3,52 ± 0,101	3,41 ± 0,217	3,55 ± 0,111	3,67 ± 0,080	3,54 ± 0,039	3,39 ± 0,103	0,778
Barriga desossada	11,68 ± 0,126	11,46 ± 0,264	12,41 ± 0,404	13,14 ± 0,246	11,51 ± 0,207	12,15 ± 0,324	12,58 ± 0,300	12,82 ± 0,371	0,653

¹Composta por barriga desossada e costelinha.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático do rendimento dos cortes primários e cortes comerciais de fêmeas e machos castrados abatidos em diferentes pesos vivos (Experimento 1).

Variável (kg)	Intercepto		Efeito linear	Efeito quadrático	R²	Erro padrão	Pr > F	
	Fêmeas	Machos castrados					Linear	Quadrático
Cortes primários								
Pernil	10,72947018		0,36609642	-0,00150550	0,10	1,162	0,128	0,056
Paleta	29,68525051	-0,01682049	-	0,10	0,757	0,024	NS	NS
Barriga¹	11,70804268	0,03141430	-	0,23	0,863	0,001	NS	NS
Cortes comerciais								
Lombo desossado	10,81409966	10,38423641	-0,02041610	-	0,32	0,604	0,001	NS
Barriga desossada	7,53282555		0,03617942	-	0,32	0,780	0,001	NS

¹Composta por barriga desossada e costelinha.

Tabela 5. Efeito do peso de abate sobre a quantidade de carne e de gordura no pernil, paleta e carrê (média ± desvio padrão) de fêmeas e machos castrados (Experimento 1).

Variável (kg)	Peso-alvo de abate (kg)						P>F			
	Fêmeas			Machos castrados			Tratamento	Sexo		
	100	115	130	145	100	115			130	145
Carne (kg)										
Pernil	9,99±0,289	11,39±0,215	12,28±0,273	12,64±0,619	9,68±0,216	11,11±0,321	12,17±0,127	12,70±0,389	0,001	0,488
Paleta	8,08±0,158	9,21±0,166	10,12±0,197	10,68±0,351	8,26±0,061	9,38±0,179	10,26±0,189	11,11±0,147	0,001	0,077
Carré	4,41±0,150	5,03±0,111	5,31±0,146	5,87±0,185	4,40±0,104	4,88±0,133	5,06±0,113	5,71±0,124	0,001	0,142
Cortes agrupados	44,96±1,042	51,25±0,898	55,43±0,951	58,38±2,211	44,68±0,610	50,76±1,165	54,98±0,576	59,03±1,014	0,001	0,851
Gordura (kg)										
Pernil	1,10±0,088	1,56±0,096	2,01±0,162	2,20±0,290	1,52±0,210	1,86±0,074	2,22±0,144	2,41±0,109	0,001	0,011
Paleta	0,621±0,028	0,879±0,048	1,02±0,070	1,13±0,172	0,863±0,099	1,07±0,072	1,16±0,061	1,39±0,067	0,001	0,001
Carré	0,904±0,092	1,18±0,074	1,57±0,114	1,90±0,336	1,36±0,144	1,75±0,095	2,00±0,094	2,47±0,126	0,001	0,001
Cortes agrupados	5,26±0,381	7,23±0,352	9,21±0,621	10,46±1,580	7,48±0,882	9,35±0,449	10,76±0,496	12,54±0,470	0,001	0,001
Relação carne:gordura										
Cortes agrupados	8,90±0,72	7,20±0,34	6,17±0,38	6,20±1,02	6,81±1,12	5,55±0,38	5,15±0,23	4,78±0,28	0,002	0,002

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático da quantidade de carne e gordura no pernil, paleta e carré de fêmeas e machos castrados abatidos em diferentes pesos vivos (Experimento 1).

Variável (kg)	Intercepto		Efeito linear	R²	Erro padrão	P>F	
	Fêmeas	Machos castrados				Linear	Quadrático
Carne							
Pernil	1,64901196		0,07630486	0,67	0,790	0,001	NS
Paleta	0,28946880		0,07250341	0,87	0,411	0,001	NS
Carré	0,81479173		0,03310812	0,65	0,359	0,001	NS
Cortes agrupados	5,50654498		0,36383279	0,82	2,556	0,001	NS
Gordura							
Pernil	-1,74645430	-1,58483545	0,02730498	0,58	0,368	0,001	NS
Paleta	-0,82621335	-0,67598389	0,01373663	0,59	0,195	0,001	NS
Carré	-2,06367994	-1,66732165	0,02720248	0,67	0,348	0,001	NS
Cortes agrupados	-9,27269518	-7,85628198	0,13648817	0,66	1,654	0,001	NS
Relação carne:gordura							
Cortes agrupados	15,062	13,800	-0,06270	0,35	1,689	0,001	NS

Tabela 7. Efeito do peso de abate sobre o rendimento de carne e gordura no pernil, paleta e carré (média ± desvio padrão) de fêmeas e machos castrados (Experimento 1).

Variável (%)	Peso-alvo de abate (kg)						Pr > F			
	Fêmeas			Machos castrados			Tratamento	Sexo		
	100	115	130	145	100	115			130	145
	Carne (%)									
Pernil	77,18±0,866	76,30±0,501	74,61±0,709	73,93±2,207	74,19±1,383	74,12±0,699	73,05±0,188	72,56±1,598	0,134	0,017
Paleta	74,57±0,487	74,68±0,671	74,25±0,491	73,69±1,686	72,95±0,758	73,29±0,644	74,19±0,902	74,12±0,944	0,957	0,261
Carré	62,74±1,205	61,81±0,485	58,83±0,739	58,00±2,863	57,66±1,490	56,84±0,800	55,44±0,759	54,80±1,009	0,009	0,001
Cortes agrupados	69,52±0,784	69,07±0,347	67,29±0,526	66,66±2,060	66,14±1,177	66,58±0,642	66,20±0,452	65,76±0,695	0,193	0,003
	Gordura (%)									
Pernil	8,56±0,716	10,44±0,596	12,19±0,854	13,03±1,995	11,51±1,401	12,45±0,637	13,28±0,729	13,80±0,693	0,006	0,019
Paleta	5,74±0,264	7,13±0,388	7,50±0,518	7,84±1,240	7,58±0,811	8,36±0,604	8,42±0,410	9,28±0,466	0,023	0,003
Carré	12,89±1,327	14,39±0,701	17,30±0,965	18,44±2,824	17,72±1,831	20,36±0,990	21,91±1,024	23,67±1,032	0,001	0,001
Cortes agrupados	8,15±0,619	9,74±0,459	11,16±0,688	11,99±1,883	10,99±1,203	12,30±0,673	12,94±0,510	14,00±0,614	0,002	0,001

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático do rendimento de carne e gordura no pernil, paleta e carré (média ± desvio padrão) de fêmeas e machos castrados abatidos em diferentes pesos vivos (Experimento 1).

Variável (%)	Intercepto		Efeito linear	R²	Erro padrão	P>F	
	Fêmeas	Machos castrados				Linear	Quadrático
Carne							
Pernil	83,33218499	81,50721495	-0,06118572	0,19	2,945	0,034	NS
Carré	73,74398878	69,97120518	-0,10506000	0,43	3,115	0,001	NS
Cortes agrupados	73,88406540	71,98800997	-0,04460099	0,24	2,302	0,045	NS
Gordura							
Pernil	-0,55163760	0,81635049	0,09110555	0,31	2,490	0,001	NS
Paleta	0,72981985	1,89474077	0,04991307	0,32	1,538	0,002	NS
Carré	-3,46312903	1,04429594	0,15146908	0,51	3,496	0,001	NS
Cortes agrupados	-1,11017486	0,84043017	0,08950496	0,41	2,185	0,001	NS

Tabela 9. Efeito do peso de abate sobre o peso e rendimento de carcaça quente e peso dos cortes primários e comerciais preditos de acordo com os modelos linear ou quadrático para fêmeas abatidas dos 100 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 1).

Sexo	Peso vivo (kg)	Peso carcaça (kg)	Rendimento carcaça (%)	Cortes primários (kg)				Cortes comerciais (kg)				
				Pernil	Paleta	Carré	Costela	Total cortes	Lombo	Filezinho	Costelinha	Barriga
F	100,0	72,89	72,98	12,179	10,194	6,545	5,343	68,52	3,252	0,672	1,358	4,333
F	102,5	74,83	73,06	12,478	10,439	6,734	5,534	70,37	3,306	0,689	1,387	4,409
F	105,0	76,77	73,14	12,776	10,685	6,923	5,724	72,22	3,361	0,706	1,416	4,493
F	107,5	78,71	73,22	13,075	10,931	7,113	5,915	74,07	3,416	0,722	1,445	4,585
F	110,0	80,65	73,30	13,374	11,176	7,302	6,105	75,91	3,470	0,739	1,474	4,686
F	112,5	82,59	73,37	13,672	11,422	7,491	6,296	77,76	3,525	0,756	1,503	4,795
F	115,0	84,53	73,45	13,971	11,667	7,681	6,487	79,61	3,580	0,773	1,532	4,913
F	117,5	86,47	73,53	14,270	11,913	7,870	6,677	81,46	3,634	0,789	1,560	5,039
F	120,0	88,41	73,61	14,569	12,159	8,059	6,868	83,31	3,689	0,806	1,589	5,174
F	122,5	90,35	73,69	14,867	12,404	8,249	7,059	85,16	3,744	0,823	1,618	5,317
F	125,0	92,29	73,77	15,166	12,650	8,438	7,249	87,01	3,798	0,840	1,647	5,468
F	127,5	94,24	73,85	15,465	12,896	8,627	7,440	88,85	3,853	0,856	1,676	5,628
F	130,0	96,18	73,92	15,763	13,141	8,817	7,631	90,70	3,908	0,873	1,705	5,797
F	132,5	98,12	74,00	16,062	13,387	9,006	7,821	92,55	3,962	0,890	1,734	5,974
F	135,0	100,06	74,08	16,361	13,633	9,195	8,012	94,40	4,017	0,907	1,763	6,159
F	137,5	102,00	74,16	16,659	13,878	9,385	8,203	96,25	4,072	0,923	1,792	6,353
F	140,0	103,94	74,24	16,958	14,124	9,574	8,393	98,10	4,126	0,940	1,821	6,555
F	142,5	105,88	74,32	17,257	14,370	9,763	8,584	99,95	4,181	0,957	1,850	6,766
F	145,0	107,82	74,40	17,555	14,615	9,953	8,774	101,79	4,236	0,974	1,878	6,985
F	147,5	109,76	74,47	17,854	14,861	10,142	8,965	103,64	4,290	0,991	1,907	7,212
F	150,0	111,70	74,55	18,153	15,106	10,331	9,156	105,49	4,345	1,007	1,936	7,448

Tabela 10. Efeito do peso de abate sobre o peso e rendimento de carcaça quente e peso dos cortes primários e comerciais preditos de acordo com os modelos linear ou quadrático para machos castrados abatidos dos 100 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 1).

Sexo	Peso vivo (kg)	Peso carcaça (kg)	Rendimento carcaça (%)	Cortes primários (kg)				Cortes comerciais (kg)				
				Pernil	Paleta	Carré	Costela	Total cortes	Lombo	Filezinho	Costelinha	Barriga
MC	100,0	71,85	72,21	11,795	10,180	6,612	5,242	67,66	3,004	0,619	1,334	4,232
MC	102,5	73,79	72,29	12,094	10,425	6,801	5,433	69,51	3,059	0,636	1,362	4,307
MC	105,0	75,74	72,37	12,392	10,671	6,990	5,624	71,35	3,114	0,652	1,391	4,391
MC	107,5	77,68	72,45	12,691	10,917	7,180	5,814	73,20	3,168	0,669	1,420	4,484
MC	110,0	79,62	72,53	12,990	11,162	7,369	6,005	75,05	3,223	0,686	1,449	4,584
MC	112,5	81,56	72,61	13,288	11,408	7,558	6,195	76,90	3,278	0,703	1,478	4,694
MC	115,0	83,50	72,68	13,587	11,654	7,748	6,386	78,75	3,332	0,719	1,507	4,811
MC	117,5	85,44	72,76	13,886	11,899	7,937	6,577	80,60	3,387	0,736	1,536	4,938
MC	120,0	87,38	72,84	14,184	12,145	8,126	6,767	82,45	3,442	0,753	1,565	5,072
MC	122,5	89,32	72,92	14,483	12,390	8,316	6,958	84,29	3,496	0,770	1,594	5,215
MC	125,0	91,26	73,00	14,782	12,636	8,505	7,149	86,14	3,551	0,786	1,623	5,367
MC	127,5	93,20	73,08	15,080	12,882	8,694	7,339	87,99	3,606	0,803	1,652	5,527
MC	130,0	95,14	73,16	15,379	13,127	8,884	7,530	89,84	3,660	0,820	1,681	5,695
MC	132,5	97,09	73,23	15,678	13,373	9,073	7,721	91,69	3,715	0,837	1,709	5,872
MC	135,0	99,03	73,31	15,976	13,619	9,262	7,911	93,54	3,770	0,853	1,738	6,057
MC	137,5	100,97	73,39	16,275	13,864	9,452	8,102	95,39	3,824	0,870	1,767	6,251
MC	140,0	102,91	73,47	16,574	14,110	9,641	8,293	97,23	3,879	0,887	1,796	6,453
MC	142,5	104,85	73,55	16,872	14,356	9,830	8,483	99,08	3,934	0,904	1,825	6,664
MC	145,0	106,79	73,63	17,171	14,601	10,020	8,674	100,93	3,988	0,921	1,854	6,883
MC	147,5	108,73	73,71	17,470	14,847	10,209	8,864	102,78	4,043	0,937	1,883	7,111
MC	150,0	110,67	73,78	17,768	15,093	10,398	9,055	104,63	4,098	0,954	1,912	7,347

Tabela 11. Efeito do peso de abate sobre a quantidade de carne e de gordura predita nos cortes primários de acordo com modelo linear para fêmeas abatidas dos 100 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 1).

Sexo	Peso vivo (kg)	Carne (kg)				Gordura (kg)				Relação carne:gordura
		Pernil	Paleta	Carré	Total cortes	Pernil	Paleta	Carré	Total cortes	
F	100,0	9,461	7,574	4,212	42,494	0,984	0,547	0,657	4,376	8,792
F	102,5	9,662	7,757	4,300	43,437	1,052	0,582	0,725	4,717	8,635
F	105,0	9,862	7,940	4,387	44,379	1,121	0,616	0,793	5,059	8,479
F	107,5	10,063	8,123	4,475	45,321	1,189	0,650	0,861	5,400	8,322
F	110,0	10,263	8,306	4,562	46,263	1,257	0,685	0,929	5,741	8,165
F	112,5	10,464	8,489	4,650	47,205	1,325	0,719	0,997	6,082	8,008
F	115,0	10,665	8,672	4,737	48,147	1,394	0,753	1,065	6,423	7,852
F	117,5	10,865	8,855	4,825	49,089	1,462	0,788	1,133	6,765	7,695
F	120,0	11,066	9,038	4,912	50,031	1,530	0,822	1,201	7,106	7,538
F	122,5	11,266	9,221	4,999	50,973	1,598	0,857	1,269	7,447	7,381
F	125,0	11,467	9,404	5,087	51,916	1,667	0,891	1,337	7,788	7,224
F	127,5	11,667	9,587	5,174	52,858	1,735	0,925	1,405	8,130	7,068
F	130,0	11,868	9,770	5,262	53,800	1,803	0,960	1,473	8,471	6,911
F	132,5	12,068	9,953	5,349	54,742	1,871	0,994	1,541	8,812	6,754
F	135,0	12,269	10,137	5,437	55,684	1,940	1,028	1,609	9,153	6,597
F	137,5	12,469	10,320	5,524	56,626	2,008	1,063	1,677	9,494	6,441
F	140,0	12,670	10,503	5,612	57,568	2,076	1,097	1,745	9,836	6,284
F	142,5	12,870	10,686	5,699	58,510	2,145	1,131	1,813	10,177	6,127
F	145,0	13,071	10,869	5,786	59,453	2,213	1,166	1,881	10,518	5,970
F	147,5	13,272	11,052	5,874	60,395	2,281	1,200	1,949	10,859	5,814
F	150,0	13,472	11,235	5,961	61,337	2,349	1,234	2,017	11,201	5,657

Tabela 12. Efeito do peso de abate sobre a quantidade de carne e de gordura predita nos cortes primários de acordo com modelo linear para machos castrados abatidos dos 100 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 1).

Sexo	Peso vivo (kg)	Carne (kg)				Gordura (kg)				Relação carne:gordura
		Pernil	Paleta	Carré	Total cortes	Pernil	Paleta	Carré	Total cortes	
MC	100,0	8,892	7,468	3,940	40,600	1,146	0,698	1,053	5,793	7,530
MC	102,5	9,092	7,651	4,028	41,542	1,214	0,732	1,121	6,134	7,373
MC	105,0	9,293	7,834	4,115	42,484	1,282	0,766	1,189	6,475	7,217
MC	107,5	9,493	8,017	4,203	43,426	1,350	0,801	1,257	6,816	7,060
MC	110,0	9,694	8,200	4,290	44,368	1,419	0,835	1,325	7,157	6,903
MC	112,5	9,894	8,383	4,378	45,310	1,487	0,869	1,393	7,499	6,746
MC	115,0	10,095	8,566	4,465	46,253	1,555	0,904	1,461	7,840	6,590
MC	117,5	10,295	8,749	4,552	47,195	1,623	0,938	1,529	8,181	6,433
MC	120,0	10,496	8,932	4,640	48,137	1,692	0,972	1,597	8,522	6,276
MC	122,5	10,697	9,116	4,727	49,079	1,760	1,007	1,665	8,864	6,119
MC	125,0	10,897	9,299	4,815	50,021	1,828	1,041	1,733	9,205	5,963
MC	127,5	11,098	9,482	4,902	50,963	1,897	1,075	1,801	9,546	5,806
MC	130,0	11,298	9,665	4,990	51,905	1,965	1,110	1,869	9,887	5,649
MC	132,5	11,499	9,848	5,077	52,847	2,033	1,144	1,937	10,228	5,492
MC	135,0	11,699	10,031	5,165	53,789	2,101	1,178	2,005	10,570	5,336
MC	137,5	11,900	10,214	5,252	54,732	2,170	1,213	2,073	10,911	5,179
MC	140,0	12,100	10,397	5,339	55,674	2,238	1,247	2,141	11,252	5,022
MC	142,5	12,301	10,580	5,427	56,616	2,306	1,281	2,209	11,593	4,865
MC	145,0	12,501	10,763	5,514	57,558	2,374	1,316	2,277	11,935	4,708
MC	147,5	12,702	10,946	5,602	58,500	2,443	1,350	2,345	12,276	4,552
MC	150,0	12,903	11,129	5,689	59,442	2,511	1,385	2,413	12,617	4,395

Tabela 13. Efeito do peso de abate sobre o rendimento predito de carne e gordura nos cortes primários de acordo com os modelos linear ou quadrático para fêmeas abatidas dos 100 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 1).

Sexo	Peso final (kg)	Carne (%)			Gordura (%)				
		Pernil	Paleta	Carré	Total cortes	Pernil	Paleta	Carré	Total cortes
F	100,0	77,21	74,27	63,24	69,42	8,56	5,72	11,68	7,84
F	102,5	77,06	74,28	62,97	69,31	8,79	5,85	12,06	8,06
F	105,0	76,91	74,29	62,71	69,20	9,01	5,97	12,44	8,29
F	107,5	76,75	74,30	62,45	69,09	9,24	6,09	12,82	8,51
F	110,0	76,60	74,31	62,19	68,98	9,47	6,22	13,20	8,73
F	112,5	76,45	74,32	61,92	68,87	9,70	6,34	13,58	8,96
F	115,0	76,30	74,33	61,66	68,75	9,93	6,47	13,96	9,18
F	117,5	76,14	74,34	61,40	68,64	10,15	6,60	14,33	9,41
F	120,0	75,99	74,35	61,14	68,53	10,38	6,72	14,71	9,63
F	122,5	75,84	74,36	60,87	68,42	10,61	6,84	15,09	9,85
F	125,0	75,68	74,37	60,61	68,31	10,84	6,97	15,47	10,08
F	127,5	75,53	74,38	60,35	68,20	11,06	7,09	15,85	10,30
F	130,0	75,38	74,39	60,09	68,09	11,29	7,22	16,23	10,52
F	132,5	75,22	74,39	59,82	67,97	11,52	7,34	16,61	10,75
F	135,0	75,07	74,40	59,56	67,86	11,75	7,47	16,98	10,97
F	137,5	74,92	74,41	59,30	67,75	11,97	7,59	17,36	11,20
F	140,0	74,77	74,42	59,04	67,64	12,20	7,72	17,74	11,42
F	142,5	74,61	74,43	58,77	67,53	12,43	7,84	18,12	11,64
F	145,0	74,46	74,44	58,51	67,42	12,66	7,97	18,50	11,87
F	147,5	74,31	74,45	58,25	67,30	12,89	8,09	18,88	12,09
F	150,0	74,15	74,46	57,98	67,19	13,11	8,22	19,26	12,32

Tabela 14. Efeito do peso de abate sobre o rendimento predito de carne e gordura nos cortes primários de acordo com os modelos linear ou quadrático para machos castrados abatidos dos 100 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 1).

Sexo	Peso final (kg)	Carne (%)			Gordura (%)				
		Pernil	Paleta	Carré	Total cortes	Pernil	Paleta	Carré	Total cortes
MC	100,0	75,39	73,47	59,46	67,53	9,93	6,89	16,19	9,79
MC	102,5	75,24	73,48	59,20	67,42	10,15	7,01	16,57	10,01
MC	105,0	75,08	73,49	58,94	67,30	10,38	7,14	16,95	10,24
MC	107,5	74,93	73,51	58,68	67,19	10,61	7,26	17,33	10,46
MC	110,0	74,78	73,50	58,41	67,08	10,84	7,38	17,71	10,69
MC	112,5	74,62	73,51	58,15	66,97	11,07	7,51	18,08	10,91
MC	115,0	74,47	73,52	57,89	66,86	11,29	7,63	18,46	11,13
MC	117,5	74,32	73,53	57,63	66,75	11,52	7,76	18,84	11,36
MC	120,0	74,16	73,54	57,36	66,64	11,75	7,88	19,22	11,58
MC	122,5	74,01	73,55	57,10	66,52	11,98	8,01	19,60	11,80
MC	125,0	73,86	73,56	56,84	66,41	12,20	8,13	19,98	12,03
MC	127,5	73,71	73,57	56,58	66,30	12,43	8,26	20,36	12,25
MC	130,0	73,55	73,58	56,31	66,19	12,66	8,38	20,73	12,48
MC	132,5	73,40	73,59	56,05	66,08	12,89	8,51	21,11	12,70
MC	135,0	73,25	73,60	55,79	65,97	13,12	8,63	21,49	12,92
MC	137,5	73,09	73,61	55,52	65,85	13,34	8,76	21,87	13,15
MC	140,0	72,94	73,62	55,26	65,74	13,57	8,88	22,25	13,37
MC	142,5	72,79	73,62	55,00	65,63	13,80	9,01	22,63	13,59
MC	145,0	72,63	73,63	54,74	65,52	14,03	9,13	23,01	13,82
MC	147,5	72,48	73,64	54,47	65,41	14,25	9,26	23,39	14,04
MC	150,0	72,33	73,65	54,21	65,30	14,48	9,38	23,76	14,27

Experimento 2

O peso dos cortes e de suas frações aumentaram de forma linear ($P < 0,007$ a $P < 0,0001$), exceto pelo peso do lombo desossado, o qual mostrou somente tendência a aumentar ($P < 0,098$) com o aumento do peso de abate (Tabela 15). Entretanto, o rendimento dos cortes primários, cortes comerciais e corte agrupados permaneceu inalterado ($P > 0,10$; Tabela 16), exceto pelo rendimento de barriga sem osso, o qual mostrou tendência a aumentar ($P < 0,094$) com o aumento do peso de abate. A quantidade de carne nos cortes aumentou linearmente ($P < 0,033$ a $P < 0,001$), mas a quantidade de gordura não foi afetada ($P > 0,05$), exceto no pernil, que mostrou tendência de aumentar ($P < 0,065$; Tabela 17) com o aumento do peso de abate. Portanto, aumentando-se o peso de abate dos suínos machos imunocastrados de 120 kg (120,2 kg) para 145 kg (144,7 kg) aumentou a quantidade de carne nos cortes, mas não afetou sua proporção, em concordância com os resultados de porcentagem de carne magra na carcaça estimados por meio de equações de predição (Capítulo 1). Estes resultados diferem do obtido por Weatherup et al. (1998) e Beattie et al. (1999), os quais observaram redução da porcentagem de carne magra em cortes de machos inteiros, e Fàbrega et al. (2011), que relataram aumento da proporção de gordura e redução da proporção de carne magra na carcaça de machos inteiros com aumento do peso de abate. Estas diferenças podem ser imputadas à evolução genética para melhoria da qualidade das carcaças obtidas a partir dos anos 1990 até os dias atuais, faixa de peso avaliada, composição nutricional das dietas e uso de ractopamina (presente no estudo). Estes dados também diferem daqueles obtidos com leitoas e machos castrados avaliados neste estudo (Experimento 1 deste Capítulo), os quais tiveram aumento da porcentagem de gordura nos cortes com aumento do peso de abate, realçando o potencial dos suínos imunocastrados para manter a composição dos cortes mesmo quando abatidos em pesos elevados. Estes resultados sugerem que a castração imunológica e a ractopamina têm efeitos aditivos com relação à manutenção da taxa de deposição de carne magra, mesmo em abates tardios, em concordância com resultados relatados por Lowe et al. (2014), os quais encontraram efeitos aditivos da ractopamina e castração imunológica sobre a redução da adiposidade e aumento da muscularidade das carcaças.

O peso e rendimento de carcaça quente, o peso dos cortes primários e cortes comerciais e a quantidade de carne e gordura e relação carne:gordura nos cortes primários, preditos de acordo com o ajuste linear para cada variável, para a faixa de peso vivo de 120 kg a 150 kg de peso de abate, com intervalo de 2,5 kg, estão apresentados nas Tabelas 18 e 19.

Tabela 15. Efeito do peso de abate sobre o peso final e peso da carcaça quente e dos cortes primários e comerciais (média ± desvio padrão) de machos imunocastrados e estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático (Experimento 2).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)			Pr > F para tratamento	Estimativas dos parâmetros		R²	RSE	Pr > F	
	120	130	140		Intercepto	Linear			Linear	Quadrático
Peso final (kg)	120,2 ± 1,97	128,6 ± 1,13	144,7 ± 1,15	0,0001	-	-	-	-	-	-
Peso da carcaça quente (kg)	85,15 ± 1,20	91,91 ± 0,87	102,7 ± 1,36	0,0001	0,77180550	0,70493044	0,98	1,390	0,001	0,415
Cortes primários (kg)										
Pernil	13,88 ± 0,19	14,61 ± 0,36	16,22 ± 0,44	0,002	2,12597022	0,09740538	0,85	0,580	0,001	0,683
Paleta	12,50 ± 0,16	13,53 ± 0,16	14,92 ± 0,15	0,001	1,11088877	0,09558799	0,96	0,264	0,001	0,717
Carré	7,11 ± 0,23	7,97 ± 0,12	8,65 ± 0,41	0,032	0,11389598	0,05945494	0,57	0,687	0,010	0,138
Barriga¹	6,22 ± 0,24	7,03 ± 0,15	7,86 ± 0,17	0,003	-1,86221159	0,06786105	0,84	0,392	0,001	0,213
Cortes agrupados²	79,41 ± 1,18	86,29 ± 1,15	95,30 ± 1,26	0,001	2,97708675	0,64061872	0,95	1,898	0,001	0,279
Cortes comerciais (kg)										
Lombo desossado	3,32 ± 0,150	3,54 ± 0,082	3,75 ± 0,207	0,258	1,16105123	0,01809543	0,33	0,369	0,098	0,252
File mignon	0,758 ± 0,021	0,842 ± 0,036	0,942 ± 0,043	0,048	-0,14295137	0,00755184	0,74	0,065	0,007	0,459
Costelinha	1,58 ± 0,05	1,93 ± 0,04	1,81 ± 0,03	0,002	0,73017849	0,00797896	0,52	0,152	0,005	0,163
Barriga desossada	4,61 ± 0,24	5,11 ± 0,13	6,04 ± 0,17	0,008	-2,65757198	0,06032784	0,80	0,392	0,001	0,286

¹Composta por barriga desossada e costelinha.

²Lado direito + lado esquerdo da carcaça.

Tabela 16. Efeito do peso de abate sobre o rendimento dos cortes primários e comerciais (média ± desvio padrão) de machos imunocastrados e estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático (Experimento 2).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)			Pr > F para tratamento	Estimativas dos parâmetros		R ²	RSE	Pr > F	
	120	130	140		Intercepto	Linear			Linear	Quadrático
Cortes primários (%)										
Pernil	32,62±0,600	31,78±0,512	31,59±0,675	0,473	-	-	-	-	0,254	0,313
Paleta	29,37±0,195	29,44±0,203	29,06±0,173	0,921	-	-	-	-	0,503	0,272
Carré	7,78±0,290	7,70±0,225	7,30±0,379	0,706	-	-	-	-	0,985	0,158
Barriga ¹	14,58±0,393	15,29±0,256	15,31±0,303	0,479	-	-	-	-	0,118	0,163
Cortes agrupados	93,26 ± 0,28	93,87 ± 0,41	92,82 ± 0,42	0,490	-	-	-	-	0,629	0,231
Cortes comerciais (%)										
Lombo desossado	7,78±0,290	7,70±0,225	7,30±0,379	0,706	-	-	-	-	0,424	0,342
File mignon	1,78±0,035	1,83±0,082	1,83±0,062	0,891	-	-	-	-	0,810	0,492
Costelinha	3,70±0,104	4,21±0,073	3,53±0,081	0,026	-	-	-	-	0,359	0,242
Barriga desossada	10,81±0,427	11,12±0,238	11,77±0,302	0,388	5,29797087	0,04527761	0,37	0,812	0,094	0,256

¹Composta por barriga desossada e costelinha.

Tabela 17. Efeito do peso de abate sobre a quantidade de carne e de gordura e no rendimento total de carne e gordura dos cortes primários (média ± desvio padrão) de machos imunocastrados e estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático (Experimento 2).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)			Pr > F	Estimativas dos parâmetros		R²	RSE	Pr > F		
	120	130	140		Intercepto	Linear			Linear	Quadrático	
Carne (kg)											
Pernil	10,75 ± 0,20	11,35 ± 0,34	12,21 ± 0,41	0,028	3,53365666	0,06027556	0,61	0,703	0,009	0,868	
Paleta	9,31 ± 0,11	10,20 ± 0,19	11,22 ± 0,22	0,001	0,33872747	0,07550035	0,89	0,349	0,001	0,580	
Carré	4,39 ± 0,17	4,86 ± 0,09	5,15 ± 0,28	0,101	0,79520022	0,03053710	0,43	0,477	0,033	0,203	
Total de carne¹ (kg)	48,89 ± 0,63	52,82 ± 1,10	57,16 ± 1,38	0,001	9,33	0,33263	0,80	2,247	0,001	0,537	
Rendimento total de carne¹ (%)	68,68 ± 0,63	69,32 ± 0,97	67,15 ± 0,93	0,436	-	-	-	-	0,468	0,599	
Gordura (kg)											
Pernil	1,09 ± 0,06	1,10 ± 0,14	1,57 ± 0,20	0,168	-1,33373484	0,01967045	0,46	0,337	0,065	0,578	
Paleta	0,720 ± 0,079	0,603 ± 0,014	0,744 ± 0,035	0,451	-	-	-	-	0,495	0,580	
Carré	0,885 ± 0,126	0,972 ± 0,080	1,19 ± 0,187	0,587	-	-	-	-	0,316	0,406	
Total de gordura¹ (kg)	5,38 ± 0,47	5,35 ± 0,43	7,00 ± 0,74	0,340	-	-	-	-	0,134	0,812	
Rendimento total de gordura¹ (%)	7,56 ± 0,65	7,02 ± 0,55	8,23 ± 0,84	0,852	-	-	-	-	0,663	0,855	

¹Pernil + paleta + carré referente ao lado direito + lado esquerdo da carcaça.

Tabela 18. Efeito do peso de abate sobre o peso e rendimento da carcaça e peso dos cortes primários e comerciais preditos de acordo com o modelo linear para suínos machos imunocastrados abatidos dos 120 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 2).

Peso vivo (kg)	Peso carcaça (kg)	Rendimento carcaça (%)	Cortes primários (kg)				Cortes comerciais (kg)				
			Pernil	Paleta	Carré	Costela	Total cortes	Lombo	Filezinho	Costelinha	Barriga
120	85,36	71,14	13,815	12,581	7,248	6,281	79,85	3,333	0,763	1,688	4,582
122,5	87,13	71,12	14,058	12,820	7,397	6,451	81,45	3,378	0,782	1,708	4,733
125	88,89	71,11	14,302	13,059	7,546	6,620	83,05	3,423	0,801	1,728	4,883
127,5	90,65	71,10	14,545	13,298	7,694	6,790	84,66	3,468	0,820	1,747	5,034
130	92,41	71,09	14,789	13,537	7,843	6,960	86,26	3,513	0,839	1,767	5,185
132,5	94,18	71,08	15,032	13,776	7,992	7,129	87,86	3,559	0,858	1,787	5,336
135	95,94	71,07	15,276	14,015	8,140	7,299	89,46	3,604	0,877	1,807	5,487
137,5	97,70	71,06	15,519	14,254	8,289	7,469	91,06	3,649	0,895	1,827	5,638
140	99,46	71,05	15,763	14,493	8,438	7,638	92,66	3,694	0,914	1,847	5,788
142,5	101,22	71,03	16,006	14,732	8,586	7,808	94,27	3,740	0,933	1,867	5,939
145	102,99	71,02	16,250	14,971	8,735	7,978	95,87	3,785	0,952	1,887	6,090
147,5	104,75	71,01	16,493	15,210	8,883	8,147	97,47	3,830	0,971	1,907	6,241
150	106,51	71,00	16,737	15,449	9,032	8,317	99,07	3,875	0,990	1,927	6,392

Tabela 19. Efeito do peso de abate sobre a quantidade de carne e de gordura preditas nos cortes primários de acordo com modelo linear para machos imunocastrados abatidos dos 120 aos 150 kg de peso vivo (Experimento 2).

Peso vivo (kg)	Carne (kg)			Total cortes	Gordura (kg)			Total cortes
	Pernil	Paleta	Carré		Pernil	Paleta	Carré	
120	10,767	9,399	4,460	49,250	1,027	0,658	0,888	5,145
122,5	10,917	9,588	4,536	50,082	1,076	0,665	0,916	5,314
125	11,068	9,776	4,612	50,913	1,125	0,671	0,945	5,482
127,5	11,219	9,965	4,689	51,745	1,174	0,678	0,973	5,651
130	11,369	10,154	4,765	52,577	1,223	0,685	1,001	5,819
132,5	11,520	10,343	4,841	53,408	1,273	0,692	1,030	5,988
135	11,671	10,531	4,918	54,240	1,322	0,698	1,058	6,156
137,5	11,822	10,720	4,994	55,071	1,371	0,705	1,086	6,325
140	11,972	10,909	5,070	55,903	1,420	0,712	1,115	6,493
142,5	12,123	11,098	5,147	56,734	1,469	0,719	1,143	6,662
145	12,274	11,286	5,223	57,566	1,518	0,725	1,171	6,830
147,5	12,424	11,475	5,299	58,398	1,568	0,732	1,200	6,999
150	12,575	11,664	5,376	59,229	1,617	0,739	1,228	7,168

Conclusões

Para fêmeas e machos castrados do genótipo MS-115 x F1, criados nas condições nutricionais e de manejo alimentar descritos no Capítulo 1, o aumento do peso de abate de 100 kg para 145 kg promove aumento linear no peso dos cortes, com alterações moderadas em sua composição, o que demonstra o potencial para seu abate em pesos elevados. Entretanto, o aumento do rendimento dos cortes com maior conteúdo de gordura e a redução do rendimento de cortes magros de alto valor comercial, como o lombo desossado com o aumento do peso de abate devem ser levados em consideração, devido ao potencial para redução proporcional do valor econômico das carcaças. Este fator pode levar à necessidade de desenvolver um conjunto de produtos compatível com a conformação das carcaças de suínos pesados. Além disso, torna-se necessário avaliar o impacto do tamanho e conteúdo de gordura dos cortes de suínos pesados sobre sua aceitabilidade por parte dos consumidores. O efeito de sexo ocorreu de acordo com o esperado, isto é, a proporção de gordura foi maior e a porcentagem de carne magra e a relação carne:gordura foram menores nos machos castrados do que nas fêmeas.

Aumentando-se o peso de abate de suínos imunocastrados do genótipo MS-115 x F1 dos 120 kg aos 140 kg de peso vivo, aumentou o peso dos cortes e a quantidade de gordura, sem alteração na proporção dos cortes, bem como na proporção de carne e gordura. Portanto, suínos imunocastrados alimentados com ractopamina podem ser abatidos em pesos elevados sem prejuízo da qualidade dos cortes em relação a sua composição. Entretanto, da mesma forma que nas fêmeas e machos castrados, torna-se necessário avaliar o impacto do tamanho dos cortes provenientes de carcaças de suínos pesados sobre a comercialização de carne *in natura*, devido ao potencial para afetar a aceitabilidade dos mesmos por parte dos consumidores.

Referências

BEATTIE, V. E.; WEATHERUP, R. N.; MOSS, B. W.; WALKER, N. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, v. 52, n. 2, p. 205-211, June 1999. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00169-7.

BERGEN, W. G.; JOHNSON, S. E.; SKJAERLUND, D. M.; BABIKER, A. S.; AMES, N. K.; MERKEL, R. A.; ANDERSON, D. B. Muscle protein metabolism in finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 9, p. 2255-2262, Sept. 1989. DOI: 10.2527/jas1989.6792255x.

BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; COLDEBELLA, A.; KAWSKI, V. L.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100kg live weight. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p.1166-1174, ago. 2015. DOI: 10.1590/1678-4162-8113.

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M. Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 287-300, Mar. 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(97)00109-5.

CISNEROS, F.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. F.; MCCAW, J.; FERNANDO, R. L. 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**, v. 74, n. 5, p. 925-933, May 1996. DOI: 10.2527/1996.745925x.

CORREA, J. A.; FAUCITANO, L.; LAFOREST, J. J.; RIVEST, J.; MARCOUX, M.; GARIÉPY, C. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. **Meat Science**, v. 72, n. 1 p. 91-99, Jan. 2006. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.06.006.

CORINO, C.; MUSELLA, M.; MOUROT, J. Influence of extruded linseed on growth, carcass composition and meat quality of slaughtered 5 pigs at 110 and 160 kg live weight. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1850-1860, 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0155.

D'SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; DUNSHEA, F. R.; SUSTER, D.; PLUSKE, J. R.; MULLAN, B. P. The pattern of fat and lean muscle tissue deposition differs in the different pork primal cuts of female pigs during the finisher growth phase. **Livestock Production Science**, v. 91, n. 1-2, p.1-8, Dec. 2004. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.04.005.

DUNSHEA, F. R.; KING, R. H.; CAMPBELL, R. G.; SAINZ, R. D.; KIM, Y. S. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 2919-2930, Nov. 1993. DOI: 10.2527/1993.71112919x.

FÀBREGA, E.; GISPert, M.; TIBAU, J.; HORTÓS, M.; OLIVER, M. A.; FONT I FURNOLS, M. 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**, v. 89, p. 434-439, 2011. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.05.009.

FIX, J. S.; CASSADY, J. P.; VAN HEUGTEN, E.; HANSON, D. J.; SEE, M. T. Differences in lean growth performance of pigs sampled from 1980 and 2005 commercial swine fed 1980 and 2005 representative feeding programs. **Livestock Science**, v. 128, n. 1, p. 108-114, Mar. 2010. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.11.006.

LATORRE, M. A.; GARCÍA-BELENQUER, E.; ARIÑO, L. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1933-1942, Aug. 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0764.

LATORRE, M. A.; MEDEL, P.; FUENTETAJA, A.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. **Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 33-45, Aug. 2003. DOI: 10.1017/S1357729800053625.

LOWE, B. K.; GERLEMANN, G. D.; CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; SCHROEDER, A. L.; PETRY, D. B.; MCKEITH, F. K.; ALLEE, G. L.; DILGER, A. C. Effects of feeding ractopamine hydrochloride (Paylean) to physical and immunological castrates (Improvest) in a commercial setting on growth performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 8, p. 3727-3735, Aug. 2014. DOI: 10.2527/jas.2013-7516.

MERSMANN, H. J. Beta-Adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. **Journal of Animal Science**, v. 80, supl.1, p. E24-E29, 1 Jan. 2002. DOI: 10.2527/animalsci2002.0021881200800ES10005x.

WEATHERUP, R. N.; BEATTIE, V. E.; MOSS, B. W.; KILPATRICK, D. J.; WALKER, N. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Animal Science**, v. 67, n. 3, p. 591-600, Dec. 1998. DOI: 10.1017/S1357729800033038.

Capítulo 3

Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carne

*Teresinha Marisa Bertol
Jonas Irineu dos Santos Filho
Arlei Coldebella
Vicky Lilge Kowski
Andreza Lourenço Marinho*



Introdução

A qualidade da carne em suínos é determinada por vários fatores, incluindo manejo pré-abate, genótipo, nutrição, manejo na granja, entre outros. Embora a capacidade de enfrentar os desafios do manejo pré-abate parece não ser influenciada pelo peso dos animais ao abate (Hamilton et al., 2004), a composição do músculo muda com a idade (Wagner et al., 1999), assim como a estrutura da fibra muscular, com maior quantidade de tecido conectivo no endomísio e perimísio, o qual também se torna menos solúvel (Fang et al., 1999), o que pode influenciar a qualidade da carne. Entre os outros fatores que podem estar envolvidos em alterações da qualidade da carne com o peso de abate estão a redução do conteúdo e alterações na mobilidade e distribuição da água no músculo (Bertram et al., 2007) e alterações nos padrões de degradação das proteínas musculares e estrutura das fibras (Melody et al., 2004; Huff-Lonergan; Lonergan, 2007).

De fato, em estudos anteriores foram relatadas alterações nos indicadores de capacidade de retenção de água associadas ao aumento no peso de abate, tais como redução da perda de fluídos durante o descongelamento (Latorre et al., 2003; 2004), redução da perda por gotejamento (Fàbrega et al., 2011) e redução da perda por cocção (Weatherup et al., 1998; Beattie et al., 1999; Piao et al., 2004; Bertram et al., 2007). Além disso, aumento do conteúdo de marmoreio com aumento do peso de abate foi observado anteriormente (Cisneros et al., 1996; Candek-Potokar et al., 1998; Weatherup et al., 1998; Latorre et al., 2003), porém, esta resposta é dependente também de vários outros fatores, como por exemplo o sexo, os níveis nutricionais utilizados nas dietas, o manejo alimentar e o uso de aditivos modificadores do metabolismo.

Portanto, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do peso de abate de suínos MS-115 x F1 sobre a qualidade da carne de suínos machos castrados, fêmeas e machos imunocastrados alimentados com dietas contendo ractopamina na fase final de produção.

Material e métodos

Experimentos 1 e 2

Foi feita avaliação da qualidade de carne dos animais utilizados nos experimentos de desempenho, cujas condições de produção e genética utilizadas estão descritas no Capítulo 1. Após 24 horas de resfriamento em câmara fria em temperatura de 2°C a 4°C, foram feitas as avaliações de qualidade de carne. Os pH 45 minutos (pH45) e 24 horas (pH24) após o abate foram avaliados inserindo-se um eletrodo (Hanna Instruments, FC 232D) acoplado a um medidor de pH portátil (Hanna Instruments, HI 99163) no músculo *Longissimus thoracis* na altura do ponto P2 e no músculo *Semimembranosus*. Os escores de cor e marmoreio (National Pork Producers Council, 1999), a cor pelo sistema CIE Lab (L^* , a^* , b^* , Minolta Camera Ltda., Japão) e a perda por gotejamento (Correa et al., 2007) foram avaliados 24 horas após o abate seguindo as metodologias descritas pelos autores ou nos manuais dos equipamentos. A perda por gotejamento foi avaliada em amostras de 8 g a 12 g, as quais foram pesadas e colocadas em recipientes possuindo uma coluna coletora de exsudato, e mantidas em refrigeração entre 2°C a 4°C por um período de 48 horas. Ao final deste período as amostras foram novamente pesadas e a perda por gotejamento foi calculada de acordo com Honikel (1998).

Para análise da perda por cocção foram coletadas amostras de lombo, as quais foram transportadas para o laboratório e imediatamente congeladas, onde permaneceram armazenadas a -20°C. Posteriormente as amostras foram descongeladas sob refrigeração a 5°C por 24 horas, aquecidas em banho maria a 75°C por 60 minutos e processadas como descrito por Honikel (1998).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o bloco, sexo, peso de abate e interação entre sexo e peso de abate como fontes de variação no Experimento 1. No Experimento 2, somente os efeitos de bloco e peso de abate foram incluídos como fontes de variação. Foram testados os contrastes polinomiais de primeira e segunda ordem, utilizando-se como variável independente o peso médio de abate observado em cada unidade experimental. Para aquelas variáveis em que o efeito de sexo foi significativo ($P < 0,05$), os contrastes polinomiais foram testados dentro de sexo (no Experimento 1).

Resultados

Experimento 1

Não foi detectada interação ($P > 0,05$) entre sexo e peso de abate e nem efeito de sexo em nenhuma das variáveis de qualidade de carne avaliadas, por esse motivo, os dados apresentados são as médias de machos castrados e fêmeas em cada peso de abate (Tabela 1).

O pH 45 min do lombo e do pernil e o pH 24 h do pernil aumentaram de forma quadrática ($P < 0,05$) com o aumento do peso de abate (Tabela 2). Apesar da alteração do pH, não houve efeito ($P > 0,05$) sobre a perda por gotejamento, mas a perda por cocção reduziu linearmente ($P < 0,05$) com o peso de abate. A redução da perda por cocção está de acordo com Weatherup et al. (1998), Beattie et al. (1999) e Moon et al. (2003), mas contrariam os resultados de Latorre et al. (2003), Latorre et al. (2004) e Bertram et al. (2007), que não verificaram efeito do peso de abate sobre essa variável. Por outro lado, Durkin et al. (2012) observaram efeitos inconsistentes do aumento do peso de abate sobre a perda por cocção, mas o menor valor foi obtido no peso de abate mais elevado (170 kg).

Os escores de cor do lombo e do pernil aumentaram linearmente ($P < 0,05$), enquanto que os valores de L^* de ambos reduziram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do peso de abate. O escore de marmoreio aumentou linearmente ($P < 0,03$), enquanto que a matéria seca do lombo aumentou de forma quadrática ($P < 0,03$) com o aumento do peso de abate.

O aumento do marmoreio era esperado, pois em animais alimentados à vontade, ou próximo do à vontade, a deposição de gordura, incluindo a gordura intramuscular, aumenta com o aumento da idade, como observado por Latorre et al. (2003) e por Cannata et al. (2007). Por outro lado, Moon et al. (2003), Latorre et al. (2004) e Correa et al. (2005) não observaram efeito do peso de abate sobre o marmoreio, mesmo sob condições de alimentação à vontade, porém, estes autores abateram os animais dentro de faixas de peso bem mais restritas do que o praticado no presente estudo, que foram de 95 kg a 125 kg, 116 kg a 133 kg e 107 kg a 125 kg, respectivamente. Outra razão para discrepância nessa resposta pode estar ligada ao genótipo, pois genótipos mais magros tendem a retardar a deposição de marmoreio.

A restrição alimentar e os níveis nutricionais utilizados nas dietas fornecidas no período de terminação também podem afetar a deposição de marmoreio, reduzindo sua deposição com níveis de nutrição proteica elevados (Bertol et al., 2010; Olivares et al., 2011; Katsumata et al., 2012), e com o uso da restrição alimentar. Exemplo disso são os resultados obtidos por Bertol et al. (2015), os quais não detectaram efeito do peso de abate sobre o marmoreio em suínos abatidos entre 100 kg e 145 kg, submetidos a restrição alimentar e aos mesmos níveis nutricionais dos 80 kg até o peso de abate.

O aumento do conteúdo de matéria seca está de acordo com Moon et al. (2003), porém, Latorre et al. (2003) e Correa et al. (2005) não observaram efeito do peso de abate sobre essa variável. O aumento do escore de cor está de acordo com Cannata et al. (2007) e pode estar relacionado ao aumento do conteúdo de mioglobina do músculo com o aumento do peso de abate (Latorre et al., 2004). A redução do valor de L^* está de acordo com Latorre et al. (2004), porém, Correa et al. (2005), Cannata et al. (2007) e Corino et al. (2008) não encontraram efeito do peso de abate sobre essa variável, a qual é susceptível ao efeito das condições ambientais e de manejo pré-abate. A ausência de efeito do peso de abate sobre a maior parte das características de qualidade de carne observada por Correa et al. (2005) pode ser devida à estreita faixa de pesos de abate avaliada (107 kg a 125 kg) naquele estudo.

A redução da perda por cocção observada nesse estudo com o aumento do peso de abate pode estar relacionada com o aumento do pH e com a redução do conteúdo de água da carne (aumento do conteúdo de matéria seca). Outro fator que pode afetar a perda por cocção é a mobilidade e distribuição da água no músculo, a qual é afetada pelo peso de abate, com efeitos inclusive sobre a suculência da carne (Bertram et al., 2007). A perda por cocção é importante para a indústria da carne por ser um dos fatores que influenciam as perdas diretas de peso nos produtos processados cozidos e para os consumidores por ser um dos fatores que afetam a suculência da carne (Aaslyng et al., 2003).

Em resumo, houve uma melhora da qualidade da carne com o aumento do peso de abate, em função do aumento do conteúdo de marmoreio, redução da perda por cocção e melhoria da cor. No entanto, embora haja fatores ligados ao peso de abate sobre a cor, o pH e a perda por cocção, não se pode esquecer a importância do efeito do manejo pré-abate e das condições ambientais sobre estas variáveis. Como cada grupo foi abatido em datas diferentes e, mesmo mantendo um manejo padrão para todos, é inevitável que

haja variações climáticas e ambientais entre grupos, o que pode também ter influenciado estas variáveis.

Tabela 1. Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carne do lombo e do pernil (média $\pm$ desvio padrão) de fêmeas e machos castrados (Experimento 1).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)				Pr>F
	100	115	130	145	
Lombo (músculo Longissimus thoracis)					
pH 45 min	6,33±0,073	6,43±0,063	6,61±0,061	6,44±0,028	0,004
pH 24 h	5,47±0,016	5,47±0,014	5,62±0,031	5,58±0,008	0,001
Perda por gotejamento (%)	5,06±0,624	4,12±0,389	5,61±0,503	4,57±0,472	0,73
Escore de cor ¹	2,75±0,143	3,19±0,243	3,02±0,153	3,62±0,149	0,29
L *	47,80±0,383	47,30±0,640	47,34±0,440	46,11±0,426	0,04
a*	2,93±0,207	3,07±0,166	3,22±0,147	3,63±0,239	0,27
b*	1,94±0,246	1,36±0,516	2,72±0,148	1,72±0,262	0,64
Escore de marmoreio ¹	1,33±0,119	1,38±0,111	1,68±0,156	2,26±0,190	0,05
Matéria seca (%)	25,16±0,128	25,04±0,228	25,59±0,271	26,22±0,186	0,24
Extrato etéreo (%)	1,10±0,067	1,24±0,103	1,43±0,091	1,35±0,106	0,71
Perda por cocção (%)	36,32±0,302	35,07±0,463	33,74±0,565	34,55±0,229	0,02
Pernil (músculo semimembranosus)					
pH 45 min	6,41±0,061	6,52±0,065	6,69±0,066	6,52±0,027	0,007
pH 24 h	5,54±0,016	5,55±0,010	5,72±0,021	5,65±0,004	<0,0001
Perda por gotejamento (%)	2,98±0,477	2,61±0,233	2,64±0,218	2,76±0,230	0,71
Escore de cor ¹	3,28±0,134	3,60±0,164	3,58±0,096	3,84±0,114	0,01
L *	45,96±0,438	46,42±0,370	44,60±0,664	45,48±0,424	0,09
a*	4,55±0,211	5,10±0,284	5,42±0,183	5,32±0,178	0,18
b*	2,29±0,249	2,30±0,388	2,86±0,226	2,59±0,220	0,81

¹NPPC scoring system. Color: 1= pale pinkish gray to white, ..., 6= dark purplish red. Marbling: 1= devoid to practically devoid, ..., 10= abundant (National Pork Producers Council, 1999).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros da análise de regressão polinomial e níveis descritivos de probabilidade para os efeitos linear e quadrático das variáveis de qualidade de carne de fêmeas e machos castrados abatidos em diferentes pesos (Experimento 1).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)				R ²	RSE	Pr>F	
	Intercepto		Linear	Quadrático			Linear	Quadrático
	F	M						
pH 45 min do lombo	4,410	4,410	0,03003	-0,0001086	0,80	0,144	0,09	0,01
pH 45 min do pernil	4,512	4,512	0,02999	-0,0001093	0,77	0,152	0,19	0,02
pH 24 h do lombo	5,036	5,036	0,00389	-	0,63	0,082	0,0007	0,71
pH 24 h do pernil	4,288	4,288	0,01706	-0,0000517	0,73	0,068	<0,0001	0,02
Escore de cor do lombo	1,015	1,015	0,01669	-	0,64	0,591	0,04	0,80
Escore de cor do pernil	2,210	2,210	0,01071	-	0,79	0,320	0,0007	0,23
L* do lombo	52,183	52,183	-0,03944	-	0,63	1,543	0,005	0,97
L* do pernil	47,770	47,770	-0,01666	-	0,59	1,629	0,04	0,23
Escore de marmoreio	-1,275	-1,275	0,02291	-	0,59	0,583	0,03	0,39
Matéria seca	42,702	42,702	-0,30548	0,0013188	0,74	0,654	0,09	0,03
Perda por cocção	41,231	41,231	-0,04928	-	0,55	1,603	0,03	0,06

Experimento 2

Os valores de L^* , a^* , pH 24 h, perda por cocção e escore de marmoreio do lombo, além do valor de L^* e pH 24 h do pernil, se alteraram de forma quadrática ($P < 0,08$ a $P < 0,002$) com o aumento do peso de abate (Tabela 3). O pH 45 min do lombo e do pernil e o escore de cor do lombo aumentaram de forma linear ($P < 0,05$ a $P < 0,004$), enquanto que a perda por gotejamento do lombo reduziu de forma linear ($P < 0,08$) com o aumento do peso de abate.

O aumento do escore de cor com o peso de abate está de acordo com o observado nas fêmeas e machos castrados (Experimento 1) e pode estar relacionado ao aumento do pH e do conteúdo de mioglobina do músculo (Latorre et al., 2004).

A redução observada na perda por gotejamento com o aumento do peso de abate neste estudo é, provavelmente, consequência do aumento do pH, pois é conhecido o efeito do pH sobre esta variável. Estes resultados estão de acordo com o encontrado por Fàbrega et al. (2011), porém, Weatherup et al. (1998), Beattie et al. (1999) e Bertol et al. (2015) não detectaram efeito do peso de abate sobre esta variável. O aumento quadrático observado na perda por cocção, que resultou em valores mais elevados nos suínos abatidos aos 130 kg, contraria os resultados de Weatherup et al. (1998), Beattie et al. (1999) e os resultados observados nas fêmeas e machos castrados (Experimento 1), onde foi verificada redução da perda por cocção com o aumento do peso de abate.

O aumento do escore de marmoreio com o aumento do peso de abate era um resultado esperado, pois este mesmo efeito foi observado em estudos anteriores (Cisneros et al., 1996; Weatherup et al., 1998; Latorre et al., 2003), bem como nos machos castrados e fêmeas avaliados no Experimento 1, porém, a resposta esperada era de aumento linear. Entretanto, aumentos na gordura intramuscular com o aumento do peso de abate não foram relatados em outros estudos (Beattie et al., 1999; Piao et al., 2004; Correa et al., 2006; Fàbrega et al., 2011; Bertol et al., 2015). Esta discrepância nos efeitos do peso de abate sobre o marmoreio poderia ser associada com diferentes faixas de peso de abate avaliadas, genótipo, manejo alimentar e níveis nutricionais das dietas utilizados nos outros estudos. Por exemplo, Correa et al. (2006) avaliaram faixas mais restritas de peso de abate (107 kg a 125 kg) e

Bertol et al. (2015) submeteram os suínos à restrição alimentar e mantiveram os mesmos níveis nutricionais dos 80 kg até o peso de abate.

Embora não tenham sido conduzidos testes sensoriais em laboratório neste estudo para avaliação da presença de odor na carne, após o abate as carcaças foram avaliadas no frigorífico pelo Serviço de Inspeção Federal quanto ao tamanho dos testículos e presença de odor sexual, mas nenhum problema foi detectado. Portanto, nenhuma carcaça foi condenada em função destes fatores.

Conclusões

O aumento do peso de abate induziu a melhoria da qualidade da carne nas fêmeas, machos castrados e machos imunocastrados, em função de aumento da gordura intramuscular e da melhoria da cor dada por redução da luminosidade e mudança da coloração para o róseo avermelhado. O aumento do peso de abate também levou à melhoria da capacidade de retenção de fluidos através da redução da perda por cocção nas fêmeas e machos castrados e redução da perda por gotejamento nos machos imunocastrados. Portanto, observa-se uma convergência de resultados entre os três sexos, ainda que a coloração e as medidas de perda de fluidos possam ter sido influenciadas também pelas condições ambientais, já que os animais de diferentes pesos-alvo de abate foram abatidos em datas diferentes. Conclui-se que suínos fêmeas, machos castrados e machos imunocastrados do genótipo MS-115 x F1, alimentados com ractopamina, podem ser abatidos em pesos elevados sem prejuízo à qualidade da carne.

Tabela 3. Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carne do lombo e do pernil (média ± desvio padrão) de machos imunocastrados e estimativas dos parâmetros da análise polinomial de regressão e níveis de probabilidade para os efeitos linear e quadrático (Experimento 2).

Variável	Peso-alvo de abate (kg)			Pr>F	Estimativas dos parâmetros			R ²	RSE	Pr>F	
					Intercepto	Linear	Quadrático			Linear	Quadrático
	120	130	140								
Lombo (músculo longissimus thoracis)											
L *	51,66 ± 0,72	50,96 ± 0,37	44,93 ± 0,40	0,0001	-34,29	1,50883	-0,0065804	0,78	2,054	0,0001	0,03
a *	2,54 ± 0,30	2,93 ± 0,19	1,81 ± 0,18	0,02	-40,50	0,67415	-0,0026216	0,52	0,615	0,13	0,04
b *	3,55 ± 0,39	3,49 ± 0,18	3,96 ± 0,21	0,42	-	-	-	-	-	-	-
Escore de marmoreio ¹	1,20 ± 0,20	2,00 ± 0,00	1,70 ± 0,13	0,004	-15,81	0,25302	-0,0009081	0,58	0,384	0,02	0,04
Escore de cor ¹	2,40 ± 0,19	3,00 ± 0,00	3,37 ± 0,25	0,008	-1,19	0,03105	-	0,68	0,393	0,004	0,75
pH 45	6,37 ± 0,07	6,63 ± 0,07	6,59 ± 0,05	0,05	5,53	0,00757	-	0,40	0,168	0,05	0,15
pH 24	5,39 ± 0,03	5,48 ± 0,02	5,88 ± 0,01	0,0001	11,85	-0,11144	0,0004799	0,82	0,126	0,0001	0,002
Perda por gotejamento (%)	4,87 ± 0,87	3,50 ± 0,55	2,89 ± 0,20	0,08	9,67	-0,04470	-	0,50	1,334	0,08	0,51
Perda por cocção (%)	35,54 ± 0,42	37,19 ± 0,24	35,93 ± 0,19	0,03	-42,42	1,21595	-0,0046556	0,62	0,774	0,55	0,01
Pernil (músculo semimembranosus)											
L *	51,75 ± 0,76	52,67 ± 1,85	40,15 ± 3,26	0,05	-128,60	3,01993	-0,0126154	0,75	5,836	0,07	0,08
a *	4,46 ± 0,17	4,16 ± 0,63	3,97 ± 0,60	0,77	-	-	-	-	-	-	-
b *	4,93 ± 0,21	5,25 ± 0,30	4,73 ± 0,74	0,76	-	-	-	-	-	-	-
Escore de cor ¹	3,00 ± 0,00	2,96 ± 0,34	3,50 ± 0,29	0,38	-	-	-	-	-	-	-
pH 45	6,35 ± 0,03	6,59 ± 0,07	6,66 ± 0,04	0,01	5,44	0,00826	-	0,51	0,151	0,01	0,37
pH 24	5,45 ± 0,04	5,58 ± 0,03	5,89 ± 0,04	0,0001	13,09	-0,12813	0,0005385	0,93	0,070	0,0001	0,01
Perda por gotejamento (%)	2,58 ± 0,87	1,90 ± 0,45	1,69 ± 0,49	0,75	-	-	-	-	-	-	-

¹INPPC scoring system. Cor: 1 = cinza a branco rosa pálido, ..., 6 = vermelho escuro arroxeado. Marmoreio: 1 = isento a praticamente isento, ..., 10 = abundante (National Pork Producers Council, 1999).

Referências

AASLYNG, M. D.; BEJERHOLM, C.; ERTBJERG, P.; BERTRAM, H. C.; ANDERSEN, H. J. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 4, p. 277-288, June 2003. DOI: 10.1016/S0950-3293(02)00086-1.

BEATTIE, V. E.; WEATHERUP, R. N.; MOSS, B. W.; WALKER, N. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, v. 52, n. 2, p. 205-211, June 1999. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00169-7.

BERTOL, T. M.; CAMPOS, R. M. L. DE; COLDEBELLA, A.; SANTOS FILHO, J. I. DOS; FIGUEIREDO, E. A. P. de; TERRA, N. N.; AGNES, I. B. L. Desempenho e qualidade da carne de genótipos de suínos alimentados com dois níveis de aminoácidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 621-629, jun. 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000600012.

BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; COLDEBELLA, A.; KAWSKI, V. L.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100kg live weight. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p.1166-1174, ago. 2015. DOI: 10.1590/1678-4162-8113.

BERTRAM, H. C.; STRAADT, I. K.; JENSEN, J. A.; AASLYNG, M. D. Relationship between water mobility and distribution and sensory attributes in pork slaughtered at an age between 90 and 180 days. **Meat Science**, v. 77, n. 2, p. 190-195, Oct. 2007. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.03.006.

CANNATA, S.; MUSELLA, M.; ROSSI, R.; PASTORELLI, G.; CORINO, C. A sensory study on loin quality from pigs slaughtered at 120 or 160 kg live weight. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, suppl. 1, p. 676-678, 2007. DOI: 10.4081/ijas.2007.1s.676.

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M. Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 287-300, Mar. 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(97)00109-5.

CISNEROS, F.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. F.; MCCAW, J.; FERNANDO, R. L. 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**, v. 74, n. 5, p. 925-933, May 1996. DOI: 10.2527/1996.745925x.

CORREA, J. A.; RIVEST, J.; GARIÉPY, C.; FAUCITANO, L. Effects of growth rate, SEX and slaughter weight on carcass composition and meat quality in commercial pigs. **CMSA News**, Edmonton, p. 12-15, mar. 2005. Disponível em: <http://cmsa-ascv.ca/documents/2005%20March%20Effect%20growth%20rate,%20sex.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CORREA, J. A.; FAUCITANO, L.; LAFOREST, J. J.; RIVEST, J.; MARCOUX, M.; GARIÉPY, C. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. **Meat Science**, v. 72, n. 1 p. 91-99, Jan. 2006. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.06.006.

CORREA, J. A.; MÉTHOT, S.; FAUCITANO, L. A modified meat juice container (ez-dri-ploss) procedure for a more reliable assessment of drip loss and related quality changes in pork meat. **Journal of Muscle Foods**, v. 18, p. 67-77, Jan. 2007. DOI: 10.1111/j.1745-4573.2007.00066.x.

CORINO, C.; MUSELLA, M.; MOUROT, J. Influence of extruded linseed on growth, carcass composition and meat quality of slaughtered 5 pigs at 110 and 160 kg live weight. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1850-1860, 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0155.

DURKIN, I.; DADIC, M.; BRKIC, D.; LUKIC, B.; KUSEC, G.; MIKOLIN, M.; JERKOVIC, I. Influence of gender and slaughter weight on meat quality traits of heavy pigs. **Acta Agriculturae Slovenica**, suppl. 3, p. 211-214, Sep. 2012.

FÀBREGA, E.; GISPERT, M.; TIBAU, J.; HORTÓS, M.; OLIVER, M. A.; FONT I FURNOLS, M. 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**, v. 89, p. 434-439, May 2011. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.05.009.

FANG, S. H.; NISHIMURA, T.; TAKAHASHI, K. Relationship between development of intramuscular connective tissue and toughness of pork during growth of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 120-130, 1 Jan. 1999. DOI: 10.2527/1999.771120x.

HAMILTON, D. N.; ELLIS, M.; BERTOL, T. M.; MILLER, K. D. Effects of handling intensity and live weight on blood acid-base status in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 8, p. 2405-2409, Aug. 2004. DOI: 10.2527/2004.8282405x.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 447-457, Aug. 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00034-5

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. New frontiers in understanding drip loss in pork: recent insights on the role of postmortem muscle biochemistry. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 124, suppl. 1, p.19-26, Nov. 2007. DOI: 10.1111/j.1439-0388.2007.00683.x.

KATSUMATA, M.; KYOYA, T.; ISHIDA, A.; OHTSUKA, M.; NAKASHIMA, K. Dose-dependent response of intramuscular fat accumulation in longissimus dorsi muscle of finishing pigs to dietary lysine levels. **Livestock Science**, v. 149, n. 1-2, p. 41-45, Nov. 2012. DOI: 10.1016/j.livsci.2012.06.025.

LATORRE, M. A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D. G.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 2, p. 526-533, Fev. 2004. DOI: 10.2527/2004.822526x.

LATORRE, M. A.; MEDEL, P.; FUENTETAJA, A.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. **Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 33-45, Aug. 2003. DOI: 10.1017/S1357729800053625.

MELODY, J. L.; LONERGAN, S. M.; ROWE, L. J.; HUIATT, T. W.; MAYES, M. S.; HUFF-LONERGAN, E. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 4, p. 1195-1205, Apr. 2004. DOI: 10.2527/2004.8241195x.

MOON, S. S.; MULLEN, A. M.; TROY, D. J.; YANG, H. S.; JOO, S. T.; PARK, G. B. Effect of pig slaughter weight on pork quality. **Korean Journal of Food Science and Animal Resources**, v. 23, n. 4, p. 315-320, Jan. 2003.

NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. **Pork quality standards**. Des Moines, IA, 1999.

OLIVARES, A.; DAZA, A.; REY, A. I.; LOPEZ-BOTE, C. J. Low levels of dietary vitamin A increase intramuscular fat content and polyunsaturated fatty acid proportion in liver from lean pigs. **Livestock Science**, v. 137, n. 1, p. 31-36, May 2011. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.09.02.

PIAO, J. R.; TIAN, J. Z.; KIM, B. G.; CHOI, Y. I.; KIM, Y. Y.; HAN, K. I. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 17, n. 10, p. 1452-1458, 2004. DOI: 10.5713/ajas.2004.1452.

WAGNER, J. R.; SCHINCKEL, A. P.; CHEN, W.; FORREST, J. C.; COE, B. L. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 6, p. 1442-1466, June 1999. DOI: 10.2527/1999.7761442x.

WEATHERUP, R. N.; BEATTIE, V. E.; MOSS, B. W.; KILPATRICK, D. J.; WALKER, N. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Animal Science**, v. 67, n. 3, p. 591-600, Dec. 1998. DOI: 10.1017/S1357729800033038.

Capítulo 4

Visão econômica do peso ótimo de abate

*Jonas Irineu dos Santos Filho
Teresinha Marisa Bertol
Arlei Coldebella*



Introdução

A suinocultura brasileira vem buscando sistematicamente a melhoria em seus índices de eficiência técnica e econômica. Para alcançar este fim, a incorporação de tecnologia tem sido uma constante. Entretanto, a utilização dos conhecimentos de gestão da produção, isto é, o quanto produzir em determinada situação, ainda é praticada de forma incipiente.

Tradicionalmente, para os produtores independentes, o peso médio de abate (PMA) dos suínos situa-se em torno de 100 kg, entretanto, os critérios que determinam este peso parecem inconsistentes, porque independente da relação de preços insumo-produto, o mesmo peso se mantém. A questão do peso ótimo de abate (POA) do suíno é considerada de forma diferenciada sendo que o nutricionista, fundamentado no custo dos ingredientes, pode recomendar um POA de 90 kg, enquanto os administradores dos frigoríficos podem determinar um POA entre 100 kg e 105 kg, e os economistas, por sua vez, em função das condições de otimização do trabalho e do custo por unidade de suíno instalado, podem até defender um POA de 120 kg (Gregor et al., 1988).

Porém, um fator importante e que determina o PMA é a estruturação do mercado consumidor que deve ser atendido. Assim, para o consumidor de carne a produção de um suíno com baixo peso, que apresente carne com menor porcentagem de gordura, é preferencial (Ellis et al. 1996). Para a produção de embutidos os pesos de abate preferenciais são os mais elevados, porque envolve a proporção relativa entre carne e gordura estruturadas (Nuernberg e Ender, 1989).

Para a indústria varejista, uma definição adequada pode ser o peso no qual a margem entre o custo de produção e o processamento das carcaças, por um lado, e o valor dos produtos vendidos, de outro lado, é maximizada. Sobre este ponto de vista, a potencial vantagem do peso de abate mais elevado tem sido reconhecida já há algum tempo. Isto decorre pela redução do custo fixo por unidade de produção, para ambos, tanto para o produtor, quanto para o processador. Historicamente, levar ao abate suínos com peso acima de 90 kg era associado com o aumento no teor de gordura na carcaça e deterioração da eficiência alimentar com consequente aumento nos custos e diminuição no valor da carcaça (Ellis e Horsfield, 1988). Mais recentemente, entretanto, o desenvolvimento significativo nos dois setores, produção e

processamento, tem revisto o interesse no peso de abate mais elevado para os suínos. Segundo Thompson et al. (1996), as características genéticas dos suínos têm acentuada influência sobre o POA. Friesen et al. (1994) avaliaram as diferenças em termos de características das carcaças de genótipos com média e alta deposição de carne (230 g/dia a 330 g/dia e maior que 340 g/dia, respectivamente) em dois pesos de abate (104 kg e 127 kg) e verificaram o aumento mais acentuado na deposição de gordura, no peso de abate maior e nas carcaças dos genótipos com menor potencial para deposição de carne.

As necessidades de cada indústria fazem com que, embora conhecendo-se o peso ótimo de abate, o PMA efetivamente utilizado seja diferente deste. Assim, pode ser normal que, para o atendimento de distintas exigências de mercado, até quatro diferentes faixas de pesos de abate, variando desde os 60 kg até os 130 kg de peso vivo sejam adotadas. Se para o produtor a conversão alimentar e a taxa de ganho de peso são os principais indicadores de eficiência, é de se esperar que, à medida que se alterem as relações de preços dos insumos (milho e farelo de soja) com o produto (preço pago por kg de suíno produzido), o ponto de máxima eficiência econômica se desloque, já que, em função da idade do animal, as taxas de ganho de peso médio e de eficiência alimentar, ou produtividade marginal da ração, variam.

A utilização de curvas de crescimento para descrever o desempenho de animais tem sido amplamente publicada (Fitzhugh Júnior, 1976). Em geral, muitos estudos envolvem uma faixa de peso ou idade restrita e dentro do interesse comercial (Giúdice et al. 1982). Segundo Krieter e Kalm (1989) estes períodos curtos podem ser expressos por simples funções polinomiais, mas, para estudos de desempenho que envolvem períodos mais amplos, modelos não lineares são preferencialmente utilizados com mais flexibilidade e melhores ajustes (Freitas e Costa, 1983; Kuhn et al., 1983; Kanis e Koops, 1990; Rodrigues et al. 1992; Schinckel e De Lange, 1996).

Questões teóricas do peso ótimo de abate

Com os dados de desempenho e com as características de carcaça dos animais abatidos, gera-se a função de produção, a função de lucro e as funções de custo definidas em termos da quantidade a ser produzida. A função de produção, também chamada de função resposta, é uma relação física entre as quantidades utilizadas de certo conjunto de insumos e as quantidades físicas máximas que se pode obter do produto, para uma dada tecnologia conhecida. Ao se exigir que a função de produção represente o máximo que se pode obter (estabelecido um conjunto de fatores de produção) com o uso de cada combinação de insumos, na verdade está sendo construída uma relação funcional entre os insumos e o produto. Ou seja, esta definição possibilita descrever a função de produção na forma matemática:

$$Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

Onde, **Y** é a quantidade produzida e **X₁, X₂, X₃, ..., X_n** são os **n** insumos que entram neste processo e se transformam em **Y**. Esta representação simbólica significa que **Y** é uma função de **X₁, X₂, X₃, ..., X_n**.

A função de lucro pode ser escrita de forma mais direta através da expressão de lucro, como sendo:

$$L = R(Y) - C(Y)$$

Onde **L** é o lucro; **R(Y) = R · Y**, ou seja, a receita total que depende da quantidade produzida (e vendida); e **C(Y)** é a função de custo total do empreendimento que também depende da quantidade produzida.

Como:

$$L = RT - C(Y) \text{ ou } L = PY - C(Y)$$

O lucro, em representações gráficas, é visualmente identificado e obtido diretamente pela distância vertical entre as curvas de receita total e custo total. A equação de lucro permite obter a regra de decisão em relação ao máximo de produção, pois derivando a função de lucro em relação a quantidade e igualando a função derivada a zero, obtém-se a condição necessária para o lucro máximo:

$$L = PY - C(Y) \text{ e } \frac{\partial L}{\partial Y} = \frac{\partial(PY)}{\partial Y} - \frac{\partial C(Y)}{\partial Y} = 0$$

A condição suficiente para obtenção de lucro máximo é que a derivada de segunda ordem da função lucro em relação a quantidade assuma valores negativos, logo:

$$\frac{\partial^2 L}{\partial Y^2} = \frac{\partial^2 C(Y)}{\partial Y^2} < 0$$

Além disso, é importante observar que a expressão:

$$\frac{\partial C(Y)}{\partial Y}$$

Ela representa a inclinação da curva do custo total (um número múltiplo da quantidade de ração consumida) em qualquer dos seus pontos relevantes. Representa também o acréscimo observado no custo total por unidade (infinitesimal) de acréscimo na produção. Esta é a definição exata do custo marginal de produção. Então:

$$CMg = \frac{\partial C(Y)}{\partial Y}$$

É a função que representa o custo marginal de produção. O custo marginal representa a variação no custo de produção decorrente da decisão de se produzir mais uma unidade de um determinado produto que, no caso presente, é representado pelo aumento em um kg de peso vivo no suíno. E, consequentemente:

$$\frac{\partial^2 C(Y)}{\partial Y^2} = \frac{\partial CMg}{\partial Y}$$

É a inclinação do custo marginal. Na definição do custo marginal na produção de suínos, segundo Headley et al. (1961), a conversão alimentar definida entre faixas de peso específicas, representa a quantidade de ração necessária para que o animal adquira um kg de peso, podendo ser definida como consumo marginal de ração (CRF). Matematicamente, ela pode ser escrita como sendo:

$$CRF = \frac{\Delta C}{\Delta P} = \frac{C_n - C_{n-1}}{P_n - P_{n-1}}$$

No qual, assim definido, **CRF** é o consumo de ração necessário para promover um kg de ganho de peso no suíno e **C_n** é o consumo de ração ao peso **P_n**.

A regra para a decisão sobre o quanto produzir é o ponto mais importante e, para que o empreendedor obtenha o lucro máximo, é necessário que sua produção seja aumentada até o ponto em que **Cma=P** (Custo marginal = Preço). Esta regra é válida, naturalmente, para um empreendimento que tem atuação em mercados de competição perfeita. A condição mais geral, abrangendo mercados imperfeitos, requer que **Cma=Rma** (Custo Marginal=Receita Marginal) e que, graficamente, a curva da Rma seccione a de Cma de baixo para cima do ponto ótimo. Assim:

$$RMa = \frac{\partial(RT)}{\partial Q}$$

A receita marginal é, em um mercado de competição perfeita, **Rma=P**. O nível de produção ótimo deve ser interpretado como o nível de produção que maximiza o lucro ou minimiza o prejuízo, fato este que dependerá das condições de mercado.

Em situação de campo na decisão do peso ótimo de abate nem sempre é possível ter acesso a um volume de informações tão grandes que permita calcular a função de produção. De forma semelhante, nos trabalhos que envolvem função de produção existe um pressuposto de que os preços dos insumos e produtos sejam o mesmo ao longo de todo o período, o que de fato não ocorre. Desta forma, somente é possível tomar-se a decisão do peso ótimo de abate para um período de tempo futuro onde se tenha a mínima previsibilidade de preços dos insumos e dos produtos.

Na prática, os insumos não são comprados diariamente. Geralmente, o produtor fará um estoque que garanta no mínimo um mês de produção. Por outro lado, o valor da produção é sempre uma incógnita para o produtor.

Na visão da tomada de decisão de curto prazo é importante ter em mente que não se estará otimizando o peso ótimo de abate e sim comparando-o entre duas situações possíveis. Neste caso, podemos comparar a situação de se abater o animal com um peso ou com um peso maior. Desta forma, é necessário ter conhecimento das seguintes informações:

- Qual o peso atual.
- Qual o peso a que se quer chegar.
 - Ganho de peso diário.
 - Dias para chegar ao peso meta.
- Rendimento de carcaça no peso atual.
- Rendimento de carcaça no peso meta.
- Preço corrente (R\$/kg) do suíno vivo.
- Mudança de preço esperada (R\$/kg).
- Bonificação paga pela agroindústria.
- Conversão alimentar no período adicional.
- Preço da ração (kg).
- Custo de oportunidade do espaço.
- Mortalidade no período acrescido.
- Custo adicional de mão de obra.

E, com os dados acima, é possível calcular a receita adicional e o custo adicional entre os dois períodos e assim avaliar a viabilidade ou não da estratégia de se postergar ou anteceder o dia de remessa dos animais para abate.

$$\text{Receita adicional} = \text{Ganho de peso no período} * \text{Preço de venda} + \\ \text{Mudança no preço esperada} * \text{peso final}$$

A mudança de peso esperada é calculada como sendo o acréscimo de preço devido à bonificação da carcaça ou outro prêmio que possa existir e que tenha relação com o peso de abate. No caso tradicional de pagamento de bonificação de carcaça existente no Brasil, a alteração na bonificação é definida como sendo a diferença entre a bonificação de carcaça no peso meta menos a bonificação no peso desejado multiplicada pelo preço base do suíno. Caso não ocorra pagamento por bonificação, o segundo termo da equação será nulo.

O custo adicional decorrente da mudança do peso de abate é dado por:

- a) Aumento no consumo de ração.
- b) Custo adicional com a utilização do espaço.
- c) Custo com mortalidade adicional.
- d) Custo com adicional de mão de obra.

Aumento do consumo de ração: conversão alimentar no período adicional (kg/kg) * ganho de peso no período adicional (kg) * preço da ração (R\$/kg).

Custo adicional com a utilização do espaço: nas unidades de terminação, o custo adicional decorrerá do menor número de lotes alojados e, consequentemente, aumento no custo da depreciação e dos juros sobre o capital médio. Já na produção de ciclo completo, as instalações estão previamente definidas pelo número de matrizes alojadas, o que permitiria espaço tão somente para um ajuste semanal ou no máximo quinzenal do alojamento e este custo passa a ser negligível.

Custo com mortalidade adicional: acréscimo de mortalidade no período adicional * peso médio (peso no início e o peso meta) * preço pago.

Custo com adicional de mão de obra: tendo como referência que um homem pode cuidar de mil animais no sistema de terminação, tem-se:

$$= \text{gasto diário com mão de obra} * \text{dias acrescido para o abate} / 1.000$$
$$\text{Acréscimo total no custo} = a + b + c + d$$

Estudo A

Função de produção

Com base nos dados experimentais realizados na Embrapa Suínos e Aves, foram ajustadas funções de produção para os suínos descendentes do cruzamento entre fêmeas F1 e machos MS-115. O uso da ractopamina nas rações faz com que exista diferença nas dietas oferecidas, o que tornou necessário estimar diferentes curvas para diferentes pesos de abate (100 kg, 115 kg, 130 kg e acima de 130 kg). As equações do Modelo não linear

sugerido por Gompertz são apresentadas a seguir:

Função de produção para animais abatidos com peso vivo até 100 kg:

$$y = 168,9666 * e^{-e(-0,00686*(CR-75,2089))}$$

Para animais abatidos com peso vivo até 115 kg:

$$y = 193,34862 * e^{-e(-0,005688*(CR-99,5212))}$$

Para animais abatidos com peso vivo até 130 kg:

$$y = 212,7757 * e^{-e(-0,004864*(CR-121,41255))}$$

Para animais abatidos acima de 130 kg:

$$y = 208,0193 * e^{-e(-0,004957*(CR-116,7644))}$$

Onde **Y** representa o peso vivo do suíno, em kg, e **X** a quantidade de ração, em kg, fornecido ao animal nas fases de crescimento e terminação. O modelo ajusta-se bem aos dados pois, não só os coeficientes são todos altamente significativos, como também o coeficiente de determinação, em cada caso, é elevado, apresentando valores superiores a 0,95 para todas as equações estimadas. A equação de Gompertz além de ter apresentado boa aderência aos dados ainda apresenta interpretação e significado biológico para todos os coeficientes analisados.

Função de custo

A função de custo foi obtida mediante a derivada da função de produção, e para as curvas de Gompertz apresentadas acima, derivou-se as seguintes funções de consumo:

Para abate até 100 kg:

$$CR = 75,2089 + \frac{\ln(\ln 168,9666 - \ln y)}{0,00686}$$

Para abate de 100 kg a 115 kg:

$$CR = 99,5212 + \frac{\ln (\ln 193,3486 - \ln y)}{0,005688}$$

Para abate de 115 kg a 130 kg:

$$CR = 121,4125 + \frac{\ln (\ln 212,7757 - \ln y)}{0,004864}$$

Para abates acima de 130 kg:

$$CR = 116,7644 + \frac{\ln (\ln 208,0193 - \ln y)}{0,004957}$$

Na função de produção estimada, assume-se que todos os fatores de produção, com exceção do consumo da ração, permanecem constantes, o que parece um modo pouco correto de abordar o problema, na medida em que o uso da maior parte dos outros insumos variáveis (medicamentos, mão de obra, etc.) é proporcional ao tempo de permanência do animal na propriedade. Por exemplo, a mão de obra utilizada na terminação do suíno será tanto maior quanto mais pesado for este, pois o peso e tempo estão intimamente relacionados. Em relação aos custos, tais como depreciação das instalações e juros sobre o rebanho, pode-se afirmar que são proporcionais ao tempo de permanência do animal na propriedade. Dado que o animal permanecerá tanto mais tempo na propriedade quanto maior for o peso com que será vendido, pode-se dizer que os outros encargos estão diretamente relacionados com os custos da ração.

Devido aos fatos observados acima, somente o custo de obtenção do animal destinado à fase de crescimento e terminação são considerados fixos, podendo o seu valor ser imputado ou real, caso o animal seja comprado. Segundo Santos Filho et al. (2001), analisando o comportamento do custo de produção na década de 1990, os outros encargos com a criação de suínos, além do custo da ração e do custo do leitão, podem ser estimados em cerca de 20% dos custos da alimentação, isto é:

$$C = 1.2*(P_x * X) + F$$

Nestes termos, a equação de custo é apresentada na seguinte forma:

$$CT100kg = [[75,2089 + (\ln (\ln 168,9666 - \ln y)) / 0,00686] * Pr^{*1,2} + F] \quad (5)$$

$$CT115kg = [[99,5212 + (\ln (\ln 193,3486 - \ln y)) / 0,005688] * Pr^{*1,2} + F] \quad (6)$$

$$CT130kg = [[121,4125 + (\ln (\ln 212,7757 - \ln y)) / 0,004864] * Pr^{*1,2} + F] \quad (7)$$

$$CTacima130kg = [[116,7644 + (\ln (\ln 208,0193 - \ln y)) / 0,004957] * Pr^{*1,2} + F] \quad (8)$$

Na década de 1980, Pinheiro et al. (1983) convencionaram adotar o preço do milho como padrão de referência. Este fato decorria da menor complexidade das rações naquele momento, com a simples adição do concentrado proteico ao milho, diferentemente dos dias atuais. Devido a mudanças conjunturais e tecnológicas foi utilizado no estudo o preço da ração de terminação e não o preço do milho como principal indicador de custo.

Para a avaliação do custo fixo foi determinado o preço de venda do leitão:

$$PVL = (PVB * 1,5 * PVS) + (RPL * PVS) \quad (6)$$

Onde, **PVL** é preço de venda do leitão; **PVB** é o peso máximo de venda do leitão sobre o qual será pago um bônus, em função de sua inclusão em determinada faixa de peso e que no caso foi de 70% sobre o preço de venda do suíno; **PVS** é preço de venda do kg de suíno vivo; **RPL** é a diferença entre o peso do leitão e peso de venda com bônus (22 kg).

Custo marginal

Para a definição do custo marginal será necessário conhecer a partir da conversão alimentar, entre duas faixas de peso específicas, a quantidade de insumos necessários para que o suíno ganhe um kg de peso.

O custo marginal é calculado como sendo:

$$CMg = 1.2 * (CRF * Px)$$

A curva de custo total médio apresenta o formato de U enquanto a curva de custo marginal é crescente.

Receita marginal

Avaliando a receita marginal observa-se que, principalmente, nos estados do sul do Brasil a decisão relacionada ao peso ótimo de abate estava na dependência tão somente do custo marginal. Assim, a receita marginal era, até então, decorrente tão somente das conjunturas de mercado, sendo de conhecimento dos produtores. Este fato ocorria pois até o início da década de 1990 os suínos no Brasil eram pagos pelo o seu peso vivo, não havia nenhuma diferenciação de preço relacionado com a qualidade da produção. Este fato foi alterado com a adoção da tipificação de carcaças. A tipificação das carcaças de suínos, segundo Favero (1989), teve início no Brasil em 1982, porém, somente dez anos depois passou a ser utilizada pela maioria das indústrias frigoríficas da região Sul. Atualmente, com raras exceções, os frigoríficos estão pagando os suínos com base no peso e no rendimento de carne na carcaça avaliado com equipamento eletrônico que mede a espessura de toucinho e a profundidade do lombo (músculo *Longissimus dorsi*). Cada indústria tem trabalhado individualmente na definição de equações que, com base na espessura de toucinho e músculo, possam estimar com a melhor precisão o percentual de carne nas carcaças.

Nos frigoríficos de médio e grande porte do Sul do Brasil desde 1996 utilizam-se da tipificação eletrônica das carcaças de suínos como forma de efetuar o pagamento, isto gera como vantagem a possibilidade de diferenciar o suíno de uma simples “commoditie”, pois a carne suína passa a ser paga pela sua qualidade, aqui expressa em quantidade de carne na carcaça. Entretanto, cria para os produtores uma necessidade adicional em relação à definição do peso ótimo de abate, pois o preço deixa de ser, simplesmente, um valor único e passa a assumir valores que dependem da bonificação que cada suíno recebe na dependência da tipificação eletrônica. Nesta nova circunstância, está vinculado outro problema a ser equacionado, e este decorre do fato de que o produtor precisa conhecer o peso da carcaça e o efeito do peso da carcaça sobre a porcentagem de carne do suíno. As estimativas advindas de observações no campo permitem estimar as seguintes curvas (Guidoni, 2001):

$$Pcarf = -4,118599 + 0,780899 * PV \text{ e } Pcmf = 64,5 - 0,105 * PV$$

Onde o **Pcarf** é o peso da carcaça quente e **Pcmf** é a porcentagem de carne na carcaça resfriada. Assim, em termos de percentual de carne magra na carcaça, estima-se a queda de 1% a cada 10 kg de acréscimo de peso do animal que, devido à bonificação, influencia nos resultados econômicos das granjas (Tabela 1).

Tabela 1. Peso de abate, lucro ao peso ótimo e aos 100 kg para pagamento do suíno sem bonificação.

	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Peso ótimo	87,02	130,29	141,73	137,59	100,27	122,49
Lucro ao peso ótimo	-25,01	17,79	58,41	40,71	-6,49	2,09
Lucro 100 kg	-28,24	9,51	34,15	24,38	-6,49	-0,30

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

Desta forma, a bonificação tem sido utilizada como uma estratégia comercial para incentivar a produção de carcaças com mais carne e menos gordura, mas como negócio é mais uma das transações entre produtores e frigoríficos que obedecem às leis tradicionais de mercado. Por isso, no Brasil têm sido praticados índices médios de bonificação variáveis com oscilação média entre 1% a 10%. Entretanto, desde o início de sua aplicação (Guidoni, 2001), parece haver concordância entre todos os frigoríficos de que o índice de bonificação seja gerado em função do peso da carcaça quente (**Pcarq**) e da porcentagem de carne estimada na carcaça resfriada (**Pcmf**).

Um dos modelos para pagamento de bonificação de carcaças de suínos pode ser encontrado em Favero et al. (1998).

$$\text{Bônus} = 37,004721 + 0,094412 * pcarq + 1,144822 * pcmf - 0,000053067 \\ pcarq * pcmf + 0,000018336 * pcmf^2 + 0,000409 * pcarq^2$$

Outro modelo pode ser encontrado em Guidoni (2001).

$$\text{Bônus} = -210 + 145 * (0,991922^{(pcarq * Pcmf)})$$

Lucro máximo

O lucro na atividade pode ser expresso através da equação abaixo:

$$\pi = P_p * Y - [CR * Pr * 1,2 + F]$$

Para que o suinocultor obtenha o lucro máximo, é necessário que a sua produção seja aumentada até o ponto em que o **CMg=RMg**. A receita marginal nas regiões onde ocorre bonificação de carcaça é dada pela equação abaixo, onde **Py** é o preço base para o kg do suíno vivo.

$$RMg_n = [Py * (1 + Bonus_n) * P_n] - [Py * (1 + Bonus_{n-1}) * P_{n-1}]$$

Em média, nesta última década (2012 a 2016) a relação entre o preço do kg do suíno em peso vivo e o preço da ração de terminação foi de 3,71 e este valor determina um peso ótimo de abate de 122,49 kg na situação de não bonificação da carcaça. Neste mesmo período, a razão máxima obtida foi de 4,58 em 2014 e a mínima de 3,07 em 2012, o que determinou, respectivamente, um peso ótimo de abate de 87,02 kg e 141,73 kg. Na condição de bonificação, esta conclusão será afetada diretamente pelo efeito do peso de abate sobre a percentagem de carne na carcaça (Tabela 2).

Tabela 2. Peso de abate, lucro ao peso ótimo e aos 100 kg para pagamento do suíno com bonificação crescente.

	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Peso ótimo	87,02	131,79	141,73	138,99	100,26	124,09
Lucro ao peso ótimo	-4,80	47,27	92,68	73,95	23,82	31,09
Lucro 100 kg	-6,78	35,91	64,63	53,97	23,82	25,99

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

A decisão de aumento do peso de abate, principalmente em sistemas de ciclo completo, não pode ser revertida no curto prazo. Após decidir pela construção das instalações, possíveis quedas na relação de entre os preços da ração e os dos suíno alteraram o peso ótimo de abate, entretanto a rentabilidade será afetada de forma negativa.

A utilização de linhagens onde a porcentagem de carne na carcaça apresenta apenas pequenos decréscimos à medida que se aumenta o peso de abate, ou a utilização de níveis nutricionais e práticas de manejo da alimentação que atendam o potencial genético em termos de deposição de carne, influenciam o peso ótimo de abate.

Em todas as situações analisadas, a rentabilidade apresenta um formato de U invertido, crescendo até um ponto máximo e logo após apresentado um decréscimo. Em média, no período analisado de 2012 a 2016, o lucro por animal abatido foi de R\$ 2,09 para a situação em que não é efetuado o pagamento de bônus. Para o sistema de bônus apresentado em Favero (1998) e Guidoni (2001), estes valores foram de R\$ 16,02 e R\$ 31,09 respectivamente.

Estudo B

Para o dia a dia, provavelmente uma boa forma de tomar decisões sobre o peso ótimo de abate esteja no trabalho desenvolvido por Lawrence (2007). Neste estudo, a decisão ou não de se alterar o peso de abate leva em consideração o curto prazo, geralmente de duas a quatro semanas (Tabela 3). Este curto período permite a previsibilidade de preços pagos e recebidos.

Tabela 3. Retorno esperado para postergar em 20 dias a venda para o abate de um suíno de 95 kg.

Itens	Peso vivo e carcaça
Peso corrente do suíno (kg)	95
Período na terminação para alcançar o peso corrente (dias)	95
Número de dias até alcançar o novo peso de abate	20
Ganho de peso diário esperado para o novo peso de abate (kg)	0,9
Ganho de peso adicionado em kg (A)	18,00
Rendimento de carcaça antes (%)	71,85
Rendimento de carcaça depois (%)	72,67
Peso final esperado em kg (D)	113
Peso da carcaça (kg)	82,12
Preço corrente (R\$/kg) (B)	3,40
Mudança de preço esperada (R\$/kg) (F)	0,037

Continua...

Tabela 3. Continuação...

Itens	Peso vivo e carcaça
Bonificação percentual pela carne magra (%)	0,00
Bonificação paga pela agroindústria (R\$/kg) (E)	0,00
Receita adicionada total (R\$)	103,70
Preço da ração (R\$/kg)	0,88
Conversão alimentar esperada durante o ganho de peso adicional	3,60
Custo adicional com a ração (R\$)	57,02
Custo de oportunidade do espaço (R\$)	0,71
Mortalidade no período acrescido (%)	0,3
Custo com a mortalidade adicional (R\$)	0,8840
Salário e encargos (R\$)	1.584,00
Custo diário da mão de obra (R\$)	72,00
Custo adicional da mão de obra	1,30
Custo do peso adicionado total (R\$)	59,91
Custo adicionado por kg (R\$/kg ganho) (C)	3,33

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

O rendimento da carcaça e o peso de abate são indexadores de muitas das equações de bonificação de carcaça em uso no Brasil. Para simplificar, neste exemplo vamos assumir a inexistência de sistema de bonificação e tendo como referência um sistema de produção tipo unidade de terminação. Assim sendo, o adicional de receita (AR) é calculado como:

$$\begin{aligned}
 \text{AR} &= 20 \text{ (dias a mais na engorda)} * 0,9 \text{ (ganho de peso diário)} * \\
 &3,4 \text{ (preço recebido pelo produtor antes do acréscimo de peso)} + \\
 &0,0376 \text{ (acrécimo de preço por kg devido a nova bonificação)} * \\
 &\text{peso final} = 65,45
 \end{aligned}$$

O acréscimo no custo (AC) é, conforme apresentado nas questões teóricas do peso de abate, o somatório do custo com a ração (CR), alojamento (CE), mortalidade (CM) e mão de obra (CMDO).

$$\begin{aligned}
 \text{CR} &= 3,6 \text{ kg/kg (Conversão alimentar no período acrescido)} * \\
 &18 \text{ kg (acrécimo de peso)} * 0,88 \text{ R\$ preço da ração} = 57,02
 \end{aligned}$$

CE = diferença do valor da depreciação do lote com o peso normal de abate e o novo peso meta dividido pelo número de animais abatidos. Neste exemplo, tem-se o custo das instalações e equipamentos para o alojamento de 750 animais estimados em R\$ 224.344,00, uma vida útil média estimada em 23,32 anos, o valor residual de 7,78% e um vazio sanitário de 14 dias.

$$\text{Depreciação atual} = \left(\frac{(224.344,00 * (1 - 7,78\%))}{23,32} \right) / 3,41 =$$

$$\text{Depreciação meta} = \left(\frac{(224.344,00 * (1 - 7,78\%))}{23,32} \right) / 2,87 =$$

CE = (3.086,72/98%-2.600,63/97,7%)/(750) onde 0,98 e 0,977 devem-se à mortalidade de 2% dos animais no período atual e de 2,3% no período meta.

$$CE = (3172,38 - 2653,70) / 750 = R\$ 0,692$$

O custo da mortalidade é determinado pelo valor do animal morto no período de tempo acrescido.

$$CM = 0,38\% * (113 - 95) / 2 * 3,4 = R\$ 0,884$$

Por fim, o custo da mão de obra, que é calculado como:

$$CMDO = R\$ 72,00 \text{ (valor diário do trabalhador)} * 20 \text{ (dias acrescidos)} / (1000 * 0,983)$$

$$CMDO = 1,32$$

Assim,

$$AC = 57,02 + 0,692 + 0,884 + 1,32 = 59,91$$

Assim, o ganho extra com o aumento do peso de abate foi de R\$ 5,54/animal abatido, o que em um lote proposto de 750 animais representaria um aumento no lucro do lote de R\$ 4.155,00.

Na análise acima, tem-se a perspectiva do produtor rural. Entretanto, existem outros elos a montante que também se beneficiam do aumento do peso de abate. O elo transporte de animais é beneficiado, pois no caso acima o número de animais transportados do produtor para a agroindústria é o mesmo, sendo que o custo por kg é menor no caso dos animais mais pesados.

De forma semelhante, o custo do abate do suíno é independente do seu peso e desta forma novamente existe o ganho com o abate de animais de maior porte. De forma análoga, existe o custo de fazer o corte dos animais, que é o mesmo nos dois pesos.

Desta forma, existirá a economia com o transporte, abate e processamento dos animais.

Estudo C

A decisão do peso ótimo de abate é complexa. Ela depende do equilíbrio de um grande número de variáveis. Ainda assim, algumas regras econômicas nunca devem deixar de serem observadas.

Em termos de máximo lucro econômico, o ponto ideal de produção é obtido onde a receita marginal se iguala ao custo marginal. Nesta situação, será aproveitado todo o potencial de rentabilidade da atividade.

A receita marginal é uma variável que depende de diversos fatores. Para a indústria, esta variável é definida em função do grupo de produtos produzidos e comercializados pela empresa. Para o produtor rural, propriamente dito, esta variável depende da forma como o mesmo é remunerado. Assim, para situações onde o produtor recebe pelo animal vivo, independente da porcentagem de carne magra na carcaça, a receita passa a ser facilmente percebida pelo produtor por ser fixa (Tabela 4). Para a indústria, a produção de carcaças maiores, desde que atendam as expectativas da sua demanda, minimiza o custo industrial e, portanto, permite maior remuneração do produtor.

Tabela 4. Custo médio para fêmeas do kg de peso vivo, carcaça e carne magra de suínos em diferentes pesos de abate e cenários de custo médio unitário das dietas.

Itens/pesos	106,5	119,7	133,9	141,9
Redução de 20%				
Peso vivo	2,890	2,868	2,751	2,735
Carcaça	3,958	3,904	3,718	3,703
Carne magra	6,647	6,504	6,630	6,563
Preço padrão de R\$ 0,7719				
Peso vivo	3,163	3,162	3,050	3,053
Carcaça	4,332	4,304	4,121	4,134
Carne magra	7,275	7,170	7,350	7,326
Acréscimo de 20%				
Peso vivo	3,436	3,456	3,348	3,371
Carcaça	4,706	4,705	4,524	4,564
Carne magra	7,903	7,837	8,069	8,088

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

O custo marginal depende da curva de crescimento do animal e do preço dos insumos utilizados na produção. O uso da ractopamina não permite utilizar a extrapolação nas curvas de produção para definir o peso ótimo de abate, já que seu período de fornecimento tem que ser definido *a priori* em função do peso de abate. A mudança de peso, fora do proposto para o experimento, exigiria uma nova dieta cujo resultado deveria ser novamente testado. Assim, a decisão recai sobre o custo mínimo médio obtido e para o tipo de remuneração que se incorre.

Geralmente, espera-se que com o aumento do peso de abate ocorra uma leve piora na porcentagem de carne magra e uma melhora na porcentagem de carcaça. Assim, em função da receita a ser obtida pelo produtor para cada peso, pode existir um diferente ponto de ótimo (Tabela 5). Para o estudo efetuado, adotou-se a decisão de calcular o custo total médio para diferentes preços da ração e para diferentes padrões de peso: peso do suíno vivo, peso da carcaça e o peso da carne magra. Os diferentes padrões de peso simulam cenários de diferentes formas de bonificação.

Tabela 5. Custo médio para machos do kg de peso vivo, carcaça e carne magra de suínos em diferentes pesos de abate e cenários de custo médio unitário das dietas.

Itens/pesos	111,2	126,1	137,9	148,4
Redução de 20%				
Peso vivo	3,029	2,919	2,842	2,828
Carcaça	4,182	4,060	3,889	3,850
Carne magra	7,235	7,118	7,069	7,245
Preço padrão de R\$ 0,7544				
Peso vivo	3,322	3,231	3,171	3,171
Carcaça	4,587	4,495	4,338	4,317
Carne magra	7,936	7,880	7,886	8,124
Acréscimo de 20%				
Peso vivo	3,616	3,544	3,500	3,514
Carcaça	4,993	4,930	4,788	4,784
Carne magra	8,638	8,643	8,703	9,002

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

A alteração do preço da ração influenciou o custo mínimo do suíno produzido com as diferentes dietas e pesos. Nas fêmeas, para o preço médio das dietas de R\$ 0,7719, o menor custo médio de produção para o kg de peso vivo e o kg de carcaça foi obtido aos 133,9 kg. Nas simulações onde o preço das dietas foi elevado em 20%, o peso de abate com custo médio mínimo não se alterou para nenhum dos padrões de peso adotados. Por outro lado, a redução de 20% no preço da dieta elevou o peso de abate com menor custo médio para 149,1 kg.

Para os machos, o preço médio das dietas também afetou o custo mínimo. Para o preço médio das dietas de R\$ 0,7455, o menor custo médio foi obtido para o peso de abate de 148,4 kg. Quando se simulou um decréscimo de 20% no preço médio das rações, a vantagem dos pesos mais elevados foi ampliada. Por outro lado, nas dietas onde simulou-se um acréscimo de 20% no preço das dietas, o preço médio mínimo para o padrão de peso vivo foi reduzido para 137,9 kg. Ainda assim, observa-se que somente nas dietas com 20% de diminuição do custo médio da dieta ocorreu vantagem expressiva para os animais abatidos com o máximo peso. Nas dietas com preço ampliado e preço padrão as vantagens em relação ao peso de 146,5 kg, quando ocorre, é marginal.

Diferentemente do custo do peso vivo, quando a meta é minimizar o custo de se produzir um kg de carcaça o peso de menor custo mínimo de produção para o kg da carcaça é obtido quando os animais são abatidos com um peso de 148,4 kg.

Finalmente, para o kg de carne magra o peso de custo mínimo para as fêmeas foi de 119,7 kg para todos os cenários de preços das dietas. Para os machos, o peso de menor custo médio foi de 126,1 kg, 137,9 kg e 112,2 kg para, respectivamente, os cenários de preço de dieta padrão (R\$ 0,7455), com 20% de redução e 20% de acréscimo.

Além da lucratividade, o peso afeta a possibilidade de produzir cortes especiais proveniente dos suínos. Existe um grande volume de cortes de carne suína que ainda são desconhecidos da população e difíceis de produzir em animais abatidos com baixo peso. Por exemplo, podem-se citar a picanha suína e o filé mignon de carne suína. O aumento do peso de abate, ao possibilitar o desenvolvimento de novos produtos para o consumidor, cria condições para o aumento da demanda e possibilita pagamentos diferenciados por produtos de melhor percepção de “qualidade” por parte do consumidor.

Referências

ELLIS, M.; HORSFIELD, S. V. K. The potential for increasing slaughter weights for bacon pigs in the United Kingdom. **Pig News and Information**, v. 9, n. 3, p. 31N-34N, 1988.

ELLIS, M.; WEBB, A. J.; AVERY, P. J. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughterhouse on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. **Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 521-530, Sep.1996. DOI: 10.1017/S135772980001506X.

FAVERO, J. Tendências da tipificação de carcaças e qualidade da carne suína no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 4., 1989, Itapema. **Anais**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1989. p. 7-10.

FAVERO, J.; GUIDONI, A. L.; BELLAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínos em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p. 405-406.

FITZHUGH JÚNIOR, H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, v. 42, n. 4, p. 1037-1051, May 1976. DOI: 10.2527/jas1976.4241036x.

FREITAS, A. R.; COSTA, S. N. Ajustamento de modelos não lineares a dados de crescimento de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 10, p. 1147-1154. out. 1983.

FRIESEN, K. G.; NELSEN, J. L.; UNRUH, J. A. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 4, p. 946-954, Apr.1994. DOI: 10.2527/1994.724946x.

GIÚDICE, F. M. C.; DONZELE, J. L.; COSTA, P. M. A. Determinação do peso econômico ótimo de abate de suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 11, n. 3, p. 460-468, 1982.

GREGOR, G.; TRIEBLER, G.; DRZEWIECKI, H. C. Results of model experiments on the optimization of finishing weight in pigs. **Archiv Tierzucht**, v. 31, n. 1, p.53-62, 1988.

GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Bem-estar, transporte, abate e consumidor: anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p. 222-235. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 69).

HEADLEY, V. E.; MILLER, E. R.; ULLREY, D. E. Application of the equation of the curve of diminishing increment to swine nutrition. **Journal of Animal Science**, v. 20, n. 2, p. 311- 314, 1961.

KANIS, E.; KOOPS, W. J. Daily gain, food intake and food efficiency in pigs during the growing period. **Animal Production**, v. 50, n. 2, p. 353-364, Apr. 1990. DOI: 10.1017/S0003356100004803.

KRIETER, J.; KALM, E. Growth, feed intake and mature size in Large White and Pietrain pigs. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 106, n. 2, p. 300-311, Jan./Dec.1989. DOI: 10.1111/j.1439-0388.1989.tb00244.x.

KUHN, G.; ENDER, K.; OTTO, E. Use of growth functions do derive optimum slaughtering dates on the basis of fattening performance and carcass yield in barrows. **Archiv Tierzucht**, v. 26, n. 3, p. 261-269, 1983.

LAWRENCE, J. **Swine Marketing Decision Calculator**. Ag Decision Maker, Iowa State University Extension and Outreach, 2007. Disponível em: <https://www.extension.iastate.edu/agdm/livestock/xls/b2-30advancedhogmarketcalculator.xls>. Acesso em: 10 out. 2017.

NUERNBERG, K.; ENDER, K. Fatty acid composition in back fat of barrows, female fattening pigs and young boars. **Archiv Tierzucht**, v. 32, n. 5, p. 455-464, 1989.

PINHEIRO, A. C. A.; PROTAS, J. F. S.; IRGANG, R. A função de produção e a relação de preços insumo-produto, como determinantes do peso ótimo de abate de suínos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 21, n. 3, jul./set. 1983.

RODRIGUES, P. B.; MUNIZ, J. A.; PEREIRA, F. A. Estudo comparativo de curvas de crescimento em suínos. *Ciência e Prática*, v. 16, n. 1, p. 151-157, 1992.

SANTOS FILHO, J. I. dos; BOFF, J.; TALAMINI, D. J. D. Capacidade de Pagamento de sistemas especializados de produção de suínos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 10, n. 1, p. 13-19, fev./mar. 2001.

SCHINCKEL, A. P.; DE LANGE, C. F. M. Characterization of growth parameters needed as input for pig growth models. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 10, p. 2021- 2036, Aug. 1996. DOI: 10.2527/1996.7482021x.

THOMPSON, J. M.; SUN, F.; SCHINCKEL, A. P.; STEWART, T. S. The effect of genotype and sex on the patterns of protein accretion in pigs. **Animal Science**, v. 63, n. 1, p. 265-276, Oct. 1996. DOI: 10.1017/S135772980001482X.

Literatura recomendada

FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Concórdia: EMBRAPA-CNPAS, 1999. 4 p. (EMBRAPA-CNPAS. Comunicado Técnico, 237).

JOHNSON, M.; LATOUR, D.; ROUTTEN, E.; BROCKLEBANK, J. **Principles of regression analysis: course notes**. Cary: SAS Institute, 1994. 655 p.

KOPECKY, O.; VITEK, M.; TETKOVA, M. Changes in meat and fat deposition in dependence on growth intensity in pigs. **Archiv Tierzucht**, v. 31, n. 1, p. 53-62, 1988.

NORONHA, J. F. Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos In: CONTINI, E.; ARAUJO, J. D. de; OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E. **Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1984. p. 23-66 (EMBRAPA-DEP. Documentos, 7).

PARKS, J. R. **A theory of feeding and growth of animals**. Berlin: Springer Verlag, 1982. 322 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, 11).

PINHEIRO, A. C. A.; GALEGO, M. A. **Econometria**. Évora: Universidade de Évora, 1999. 302 p. (Manuais da Universidade de Évora).



Suínos e Aves

O peso de abate é um indicador de manejo de grande importância na produção de suínos, por ser um dos determinantes da lucratividade da atividade tanto no segmento de dentro da porteira quanto na agroindústria. Este assunto tem sido objeto de estudos na Embrapa Suínos e Aves desde a década de 80, quando os primeiros estudos nessa área foram desenvolvidos.

Neste livro são relatados e discutidos os resultados dos estudos mais recentes desenvolvidos na Embrapa sobre a avaliação dos efeitos do peso de abate no desempenho, qualidade da carcaça, rendimento e composição dos cortes, qualidade da carne e lucratividade nas fêmeas, machos castrados cirurgicamente e machos imunocastrados, sem perder de vista os avanços obtidos em comparação com o observado nas últimas quatro décadas. Essa comparação evidencia o melhoramento dos genótipos e os ajustes nutricionais que levaram a alterações significativas em fatores que afetam a definição do peso de abate para ótima lucratividade, implicando em sua alteração ao longo do tempo e garantindo o uso mais eficiente dos insumos.

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

ISBN 978-85-7035-820-2



CGPE 14611