

GUIA

VALOR MÁXIMO DE CARCAÇA



agrocere

PIC

Este guia foi elaborado para ajudar a cadeia global de produção de carne suína a produzir com elevado nível de qualidade.

INTRODUÇÃO

Desde sua primeira publicação, em 1996, esta obra tem se estabelecido como uma referência para produtores e indústria, enfatizando o compromisso da Agrocere PIC com a excelência na produção de carne suína de alta qualidade.

Mantendo o caráter científico e o foco na indústria, este material discute conceitos e sistematiza conhecimento, fornecendo informações atualizadas e detalhadas sobre o valor total da carcaça e recomendações para gerenciá-lo. Estão compilados aqui não apenas os fundamentos clássicos, mas também as últimas descobertas científicas e orientações para sua aplicação prática nas plantas frigoríficas.

São metodologias, avaliações, procedimentos e orientações técnicas, cuidadosamente organizados, para oferecer um amplo suporte de recomendações para otimizar o valor da carcaça e a qualidade da carne suína.

Esperamos, com este guia, disponibilizar conhecimento avançado e o que há de mais atual em termos de produção e processamento de carne suína, contribuindo para que a indústria alcance novos patamares de excelência na produção de alimentos.

Em caso de dúvidas, nossa equipe de Serviços Técnicos está à disposição para lhe ajudar no que for preciso.

SUMÁRIO

Seção 1: Composição da carcaça 08

1.1 Mensuração da composição da carcaça	09
1.1.1 Métodos para medições do conteúdo de carne magra na carcaça	09
1.1.1.1 Medições diretas.....	09
1.1.1.2 Medições indiretas.....	11
1.1.2 Equações para predição de carne magra da carcaça.....	15
1.1.3 Sistemas de pagamento.....	16
1.2 Cortes primários e secundários.....	22
1.2.1 Diferenças nas principais regiões do mundo	26
1.3 Rendimento de carcaça	27
1.3.1 O que é rendimento de carcaça? Qual é a importância deste parâmetro?	27
1.3.2 Fatores que afetam o rendimento da carcaça	29

Seção 2: O que é “qualidade da carne” e pontos-chave para alcançar resultados desejados 37

2.1 Pontos-chave Agroceres PIC.....	39
--	-----------

Seção 3: Qualidade da carne magra..... 41

3.1 Medição da qualidade da carne magra	41
3.1.1 Principais métricas	42
3.1.2 Procedimentos de medição da qualidade da carne.....	43
3.1.2.1 Medição de pH.....	43
3.1.2.2 Medição de cor	47
3.1.2.3 Medição da capacidade de retenção de água	50
3.1.2.4 Firmeza.....	52
3.1.2.5 Medição de marmoreio	52
3.1.2.6 Medição de temperatura	54
3.1.2.7 Medição sensorial e maciez	54
3.2 Fatores que influenciam a qualidade da carne magra	57
3.2.1 Conversão de músculo em carne	57
3.2.1.1 Metabolismo energético.....	58
3.2.1.2 <i>Rigor Mortis</i> e condições associadas.....	58
3.2.1.3 Tipo de fibra muscular.....	60

3.2.2	Desenvolvimento da qualidade da carne	61
3.2.2.1	Capacidade de retenção de água	61
3.2.2.2	Cor.....	61
3.2.2.3	Maciez.....	62
3.2.3	Fatores que afetam o declínio do pH e a qualidade da carne	64
3.2.3.1	Efeitos genéticos no pH.....	65
3.2.3.2	Efeitos do armazenamento de glicogênio no pH	66
3.2.3.3	Efeitos do estresse pré-abate no pH.....	67
3.2.3.4	Efeitos do resfriamento da carcaça no pH.....	68
3.2.4	Princípios de resfriamento da carcaça suína e efeitos na qualidade da carne suína	69
3.2.5	Princípios de insensibilização de suínos e efeitos na qualidade da carne	72
3.2.5.1	Insensibilização elétrica	73
3.2.5.2	Atordoamento com gás (atmosfera controlada).....	76
3.2.6	Princípios de exsanguinação e efeitos na qualidade da carne	80
3.3	Gerenciando a qualidade da carne magra	83
3.3.1	Genética	83
3.3.1.1	Recomendações genéticas.....	84
3.3.2	Nutrição.....	84
3.3.2.1	Recomendações sobre jejum alimentar.....	86
3.3.3	Embarque de suínos na granja	86
3.3.3.1	Recomendações para o embarque dos animais na granja.....	87
3.3.4	Transporte dos suínos.....	88
3.3.4.1	Recomendações de transporte.....	88
3.3.5	Desembarque dos suínos	90
3.3.5.1	Recomendações de desembarque	90
3.3.6	Manejo de pocilga	91
3.3.6.1	Recomendações de manejo nas pocilgas.....	91
3.3.7	Insensibilização dos suínos	93
3.3.7.1	Movimentação de suínos em fila única.....	94
3.3.7.2	Gerenciamento da movimentação de suínos em grupo	95
3.3.7.3	Gerenciamento da insensibilização elétrica	95
3.3.7.4	Gerenciamento da insensibilização por CO ₂	96
3.3.8	Exsanguinação ou sangria dos suínos.....	97
3.3.8.1	Recomendações de exsanguinação	97
3.3.9	Insensibilização até resfriamento	98
3.3.9.1	Tempo entre a sangria e resfriamento	99
3.3.10	Resfriamento da carcaça	99
3.3.10.1	Recomendações gerais de resfriamento	100
3.3.10.2	Recomendações de resfriamento rápido da carcaça.....	100
3.3.10.3	Recomendações de resfriamento de equilíbrio de carcaça	100

SUMÁRIO

Seção 4: Qualidade da gordura suína 102

4.1 Medição da qualidade da gordura suína.....	103
4.1.1 Principais métricas.....	103
4.1.2 Medição da qualidade da gordura suína	104
4.1.2.1 Valor de iodo e ácidos graxos	104
4.1.2.2 Cor da gordura	108
4.1.2.3 Medidas primárias de consistência/qualidade da gordura	108
4.1.2.4 Rendimentos de fatias de bacon	109
4.2 Fatores que influenciam a qualidade da gordura.....	110
4.2.1 Biologia da qualidade da gordura.....	110
4.2.2 Efeitos não nutricionais que influenciam a qualidade da gordura.....	112
4.2.3 Efeitos nutricionais na qualidade da gordura.....	120
4.3 Gerenciando a qualidade da gordura.....	122
4.3.1 Formulação de dieta para melhorar a qualidade da gordura	122
4.3.2 Forma da dieta e uso de microingredientes para gerenciar a qualidade da gordura	127

Seção 5: Efeitos da categoria animal na qualidade da carne suína 128

5.1 Diferenças de qualidade de carne magra entre machos castrados, fêmeas e machos inteiros.....	129
5.2 Diferenças de qualidade de gordura entre machos castrados, fêmeas e machos inteiros.....	130
5.3 Odor na carne.....	131
5.3.1 Genética e odor de machos inteiros.....	131
5.3.2 Manejos na granja vs odor de macho inteiro	132
5.3.3 Manejos de odor de macho inteiro em frigoríficos.....	133
5.4 Imunocastração.....	134

Considerações Finais 135

Referências..... 136

COMPOSIÇÃO DA CARÇAÇA



A composição da carcaça é um fator importante na determinação de seu valor. Seja qual for o critério utilizado para avaliar sua composição, ele é necessariamente orientado pelo que agrega mais valor ao frigorífico ou ao sistema de integração.

A mensuração das características da carcaça pode variar desde a simples pesagem até o uso de medições que avaliam a proporção de carne magra e, muitas delas, são, comumente, usadas como forma de pagamento para compra de animais vivos, em todo o mundo. Há países que exigem o uso de seus próprios métodos e equações para avaliar a composição da carcaça, outros, permitem que cada empresa desenvolva e utilize seus próprios métodos e equações.

Uma vez implementado o modelo de avaliação, uma metodologia que atribui valor à carcaça é estabelecida. Esse sistema de remuneração é exclusivo de cada empresa, mesmo quando existem padrões nacionais de avaliação. Como os modelos de faturamento e bonificação são, geralmente, baseados nos cortes primários, que têm mais valor, esses sistemas podem variar, significativamente, de país para país.

Além disso, dependendo da região, a carcaça pode ser cortada de diferentes maneiras, para agregar valor aos cortes primários de importância naquela área. Esta seção abordará as medições da composição da carcaça com mais detalhes, incluindo métodos de mensuração, equações, cortes primários e rendimento da carcaça.

1.1 Mensuração da composição da carcaça

Os métodos para medir a composição da carcaça podem variar entre países ou até mesmo entre plantas frigoríficas, dentro do mesmo país. Esta subseção abordará as diferentes medições e equipamentos utilizados para mensurar a composição da carcaça.

Alguns dos fatores mais importantes que afetam o valor da carcaça são:

- Peso da carcaça e/ou cortes primários.
- Peso da carcaça e/ou composição de carne magra.
- Rendimento de carcaça/perda de cortes primários ou resíduos da desossa.

Dentre esses fatores, alguns têm medições diretas, como o peso da carcaça, enquanto outros, como percentual de carne magra são, comumente, estimados por equações a partir de medições mais simples.

Conheça, a seguir, os cinco métodos para determinar o teor de carne magra da carcaça.

1.1.1 Métodos para medição do conteúdo de carne magra da carcaça

1.1.1.1 Medições diretas

As medições diretas avaliam as características da carcaça. Entre essas características, algumas são usadas para aferir diretamente o valor da carcaça, enquanto outras, apenas para predizer o seu valor.

Pesos de cortes primários

- Melhor avaliação geral do valor da carcaça.
- Medido pela pesagem de cada um dos cortes primários.
- Pode ser demorado e laborioso.
- Avaliações mais complexas dos cortes primários podem ser obtidas por meio de análises de aproximação ou dissecação da carne magra.

Comprimento da carcaça

- Medido em linha reta da primeira costela a sínfise pélvica (Figura 1.1).
- Geralmente, não é considerada uma boa medição do valor da carcaça.
- No entanto, carcaças mais longas podem oferecer benefícios comerciais adicionais para cortes primários, como o carré ou a barriga.
- Na prática, nenhuma relação com a composição de carne magra da carcaça.

Espessura de toucinho (ET), área de olho do lombo (AOL) e profundidade do lombo (PL)

- A espessura de toucinho pode ser medida a partir de vários locais da linha média com um paquímetro ou régua (Figura 1.1).
 - Espessura de toucinho na linha média da 1ª costela.
 - Espessura de toucinho na linha média da 7ª costela.
 - Espessura de toucinho na linha média da 10ª costela.
 - Espessura de toucinho na linha média da última costela.
 - Espessura de toucinho na linha média da última vértebra lombar.

Figura 1.1

Locais comuns de medição de carcaça



- As medições de espessura de toucinho e lombo podem ser feitas em locais específicos (Figura 1.2).
 - Espessura de toucinho na posição P2: mensurada a 6,5 cm da linha média, normalmente, entre a penúltima vértebra torácica e a primeira lombar ou na 10ª costela.
 - Profundidade do lombo: medição da superfície dorsal para ventral do lombo, a partir do ponto onde é mensurada a espessura de toucinho na posição P2 e perpendicular à superfície, medição da área total do lombo. Isso pode ser feito usando uma grade de medida de perímetro ou em papel de acetato medindo a área real usando um planímetro.
- A espessura de toucinho também é medida usando um intrascópio (Figura 1.3).
 - Medição usada apenas para a espessura de toucinho.
 - Considerada uma opção de baixo custo para determinação de espessura de toucinho na posição P2 em uma planta de processamento comercial com nória mais lenta.

Figura 1.2

Avaliação de acordo com espessura de toucinho e área de olho do lombo na carcaça

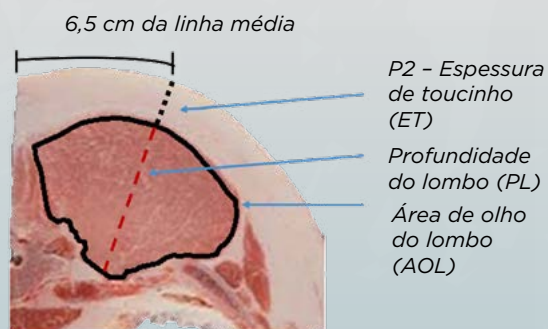


Figura 1.3

Intrascópio usado para medir a espessura de toucinho



1.1.1.2 Medições indiretas

Avaliação visual da conformação

A conformação ou escore muscular de suínos vivos e carcaças é usada em algumas partes do mundo para avaliar o suíno/carcaça para fins de pagamento ou tipificação.

Conformação visual do suíno vivo

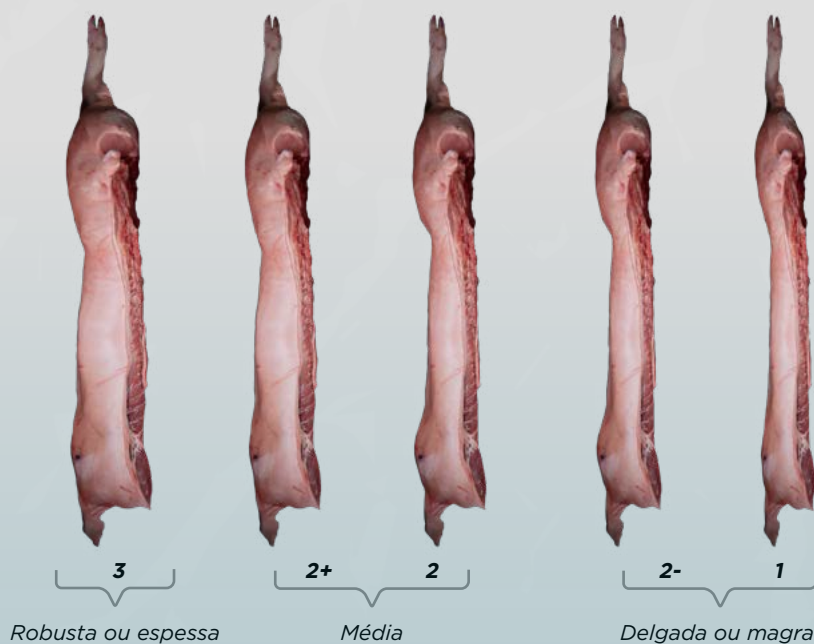
- Em muitos locais, a conformação do animal vivo é o parâmetro utilizado para realizar a compra do suíno.
- Os compradores, comumente, pagam mais por suínos com melhores escores de conformação.
- O escore de conformação, geralmente, não é padronizado e é determinado a partir de critérios estabelecidos por cada comprador.

Conformação da carcaça

- A avaliação visual da conformação da carcaça é empregada, em alguns mercados, para classificá-la de acordo com as demandas do produto e pode ser usada para balizar o seu pagamento, de forma direta ou indireta.
- Existem diferentes sistemas para avaliação de conformação da carcaça e a maioria deles é semelhante na forma como as classificam (Figura 1.4).

Figura 1.4

Exemplo de um sistema de avaliação da conformação da carcaça suína



Sondas de fibra óptica para tipificação

Há mais de 30 anos, as sondas de fibra óptica são utilizadas para medir a composição da carcaça em plantas de processamento. Esse tipo de equipamento mede a espessura do toucinho e a profundidade do lombo, parâmetros que ajudam a estimar o percentual de carne magra ou cortes magros na carcaça e, para isso, são usadas diferentes equações.

Essas sondas trabalham com a premissa de que a gordura e os ossos, que são mais brancos, refletirão a luz de maneira diferente da cor vermelha do tecido magro. Com base nesse perfil de refletância de luz (Figura 1.5) e, à medida que a sonda é inserida ou removida, dependendo do seu modelo, pode-se medir a espessura de toucinho e a profundidade do lombo.

Essas medições podem ser coletadas em qualquer local, ao longo do comprimento do lombo. No entanto, a maioria das aferições é feita na 10ª ou última costela na posição P2, pois esses locais têm a maior correlação com a composição magra da carcaça.

As sondas de fibra óptica são ideais para uso em plantas de processamento comercial, pois podem ser usadas em velocidades de linha de produção de até 1.300 suínos por hora. Conheça exemplos de sondas de fibra óptica para tipificação (Figura 1.6) usadas em plantas frigoríficas em todo o mundo:

- Sonda de tipificação Fat-o-Meat'er™.
- Sonda de tipificação Hennessey (HGP).
- Sonda de tipificação PG-100.

Figura 1.5

Perfil de refletância de luz de uma sonda de classificação óptica para determinar a espessura de toucinho e a profundidade do lombo

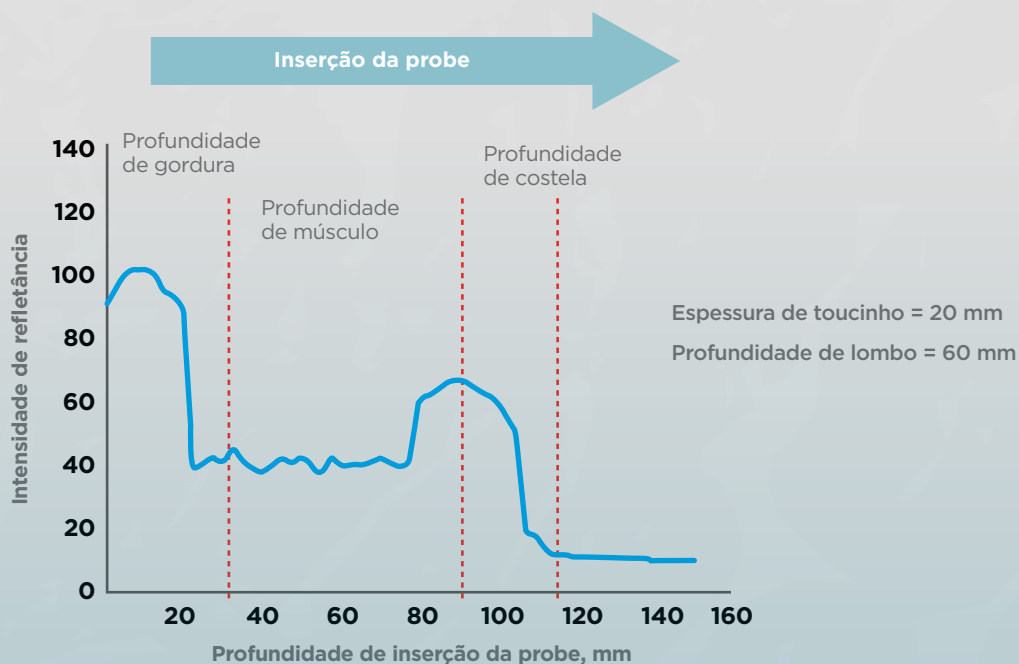


Figura 1.6

Exemplo de sonda de classificação óptica



Medições de ultrassom

A tecnologia de ultrassonografia pode ser usada para estimar a composição da carcaça, sendo aplicada tanto em suínos vivos como na própria carcaça. Na prática, é usada, principalmente, na carcaça.

Dependendo da tecnologia, as medidas de ultrassom podem ser coletadas em toda a carcaça ou apenas no carré:

- O BioQScan e o CVT (Figura 1.7) são dois dos sistemas de ultrassom que fazem medidas apenas no carré.
- Já o sistema AutoFOM (Figura 1.8) mede toda a carcaça, e é, sem dúvida, o sistema mais detalhado usado para classificação comercial, podendo coletar até 3.200 medidas por carcaça. Ele pode fornecer informações precisas sobre cortes primários e secundários de forma individualizada por carcaça, além de medir a espessura de toucinho e a profundidade do lombo.

Figura 1.7

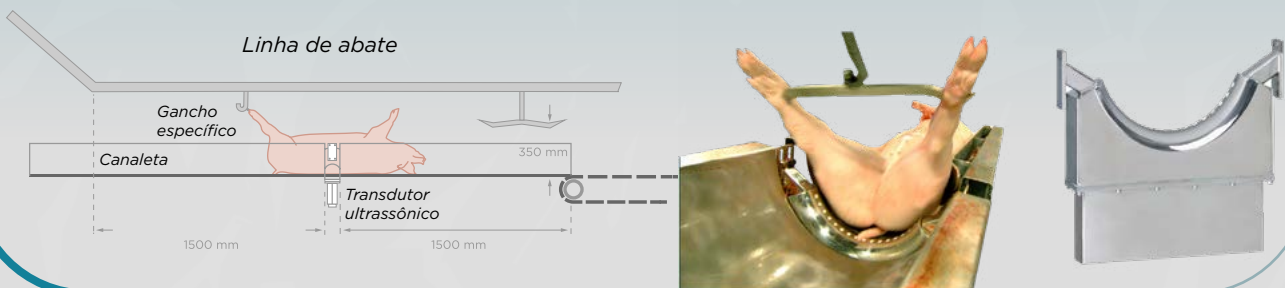
Instrumento de ultrassonografia de classificação de carcaça



BioQscan®

Figura 1.8

Sistema AutoFOM III

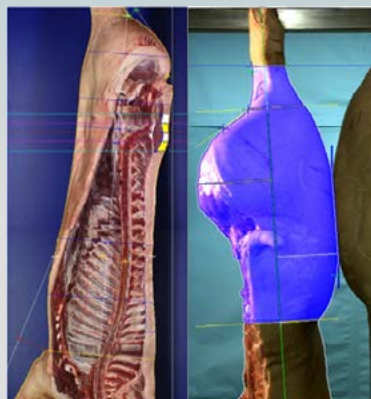


Análise de imagens de vídeo

A análise de imagens de vídeo é, raramente, usada para avaliar a composição da carcaça. A maioria dos sistemas se concentra nas medidas da linha média do lombo, e alguns incorporam a conformação do pernil (Figura 1.9). Os dois sistemas mais comuns, usados para classificar carcaças, são o CS 2000 e o CSB Image Meater.

Figura 1.9

Exemplo de sistema de imagem usado na classificação



VCS 2000 sistema de imagem (Foto cortesia de e+V Technology GmbH & Co.)

1.1.2 Equações para predição de carne magra da carcaça

Dentro de cada um dos diferentes métodos de estimativa da composição da carcaça, devem ser desenvolvidas equações para predição do teor de carne magra e/ou peso dos cortes primários. Muitos países desenvolvem equações nacionais obrigatórias para cada tipo de equipamento de classificação aprovado para garantir a padronização. Outros países permitem que empresas privadas desenvolvam e validem suas próprias equações para o método de classificação escolhido.

Cada uma dessas equações pode ser desenvolvida com base em métodos exclusivos. Algumas equações podem usar partes específicas totais ou parciais da carcaça, enquanto outras podem usar predições para estimar o percentual de rendimento dos cortes primários. Portanto, a porcentagem de carne magra pode variar de equação para equação na mesma carcaça.

A Tabela 1.1 mostra 10 equações de diferentes países, estimando a porcentagem de carne magra de um suíno com 15 mm de toucinho e 65 mm de profundidade do lombo. A porcentagem de carne magra desses cálculos varia de 57.0% a 69.1% de carne magra, apesar de as medidas de gordura, do lombo e da profundidade do lombo serem as mesmas. Isso não significa que uma equação seja melhor que a outra, mas mostra que essas equações foram desenvolvidas usando métodos diferentes para definir o teor de carne magra das carcaças.

Tabela 1.1

País	Equipamento	Intercepto	Coefficiente da espessura de toucinho (ET), mm	Coefficiente de profundidade do lombo (PL), mm	Percentual de carne magra, %
República Tcheca	Fat-O-Meater	59,8613	0,7293	0,1285	57,3
Croácia	Hennessey Grading Probe	59,6037	0,8640	0,1820	58,5
França	UltraFOM	66,4900	0,8910	0,1040	59,9
Alemanha	Fat-O-Meater	61,8000	0,8830	0,1550	58,6
Holanda	CGM	66,8600	0,6549	0,0207	58,4
Polônia	CGM	50,1193	0,6242	0,2698	58,3
Romênia	Fat-O-Meater	60,2699	0,8151	0,2010	61,1
Espanha	Fat-O-Meater	64,5300	0,8760	0,1810	63,2
África do Sul	Hennessey Grading Probe	72,5114	0,4618	0,0547	69,1
EUA "padrão SFK"	Fat-O-Meater	58,9000	0,6100	0,1120	57,0

A elaboração dessas equações é uma tarefa difícil, que requer um longo e laborioso trabalho. A variação na população usada para o desenvolvimento da equação é a chave para obter uma avaliação estatisticamente válida e comercialmente aplicável. É importante que as carcaças de teste sejam distribuídas, igualmente, em todas as faixas de peso, espessura de toucinho e profundidade do lombo, esperadas na tipificação comercial.

As carcaças divergentes da média são, especialmente, importantes porque costumam ser encontradas com menor frequência, mas críticas para o desenvolvimento de uma equação estatisticamente sólida. Se a equação for usada em vários genótipos, ela deve ser desenvolvida com dados de todos os diferentes genótipos. O mesmo acontece com o sexo dos suínos que terão carcaças posteriormente tipificadas.

1.1.3 Sistemas de pagamento

Os sistemas de pagamento podem variar entre empresas, e até mesmo dentro de plantas frigoríficas da mesma companhia, embora exista algum tipo de padronização nos países. A maioria dos sistemas de faturamento e bonificação é baseado no peso, seja da carcaça ou do animal vivo.

A maioria dos países tem padronizado a base e a unidade utilizadas para o pagamento (Tabela 1.2). O preço pago é, normalmente, determinado a partir do preço médio ponderado dentro do país ou região. A unidade para pagamento pode variar entre as plantas frigoríficas, dependendo de como a indústria vai remunerar a compra dos animais.

Em alguns casos, os suínos podem ser vendidos com base na unidade de preço por kg, nesse caso, o preço pago é estabelecido antecipadamente. Em seguida, o preço total é ajustado por meio de diferentes programas de bonificação/incentivo para direcionar o produtor a entregar os suínos com os atributos que o frigorífico deseja.

O mais básico desses sistemas de pagamento é aquele em que apenas o peso é usado. A Figura 1.10 contém um exemplo de sistema de pagamento baseado no peso da carcaça por kg.

A planta frigorífica, neste caso, sinaliza a preferência por suínos na faixa de peso de carcaça quente de 82 a 95 kg. Quanto mais longe os pesos da carcaça quente estiverem da faixa desejada, maior será o desconto.

Esse tipo de sistema ajuda a garantir que os produtores entreguem suínos no peso sugerido pelo frigorífico.

A Figura 1.11 mostra os resultados de, aproximadamente, 65.000 suínos abatidos, em uma planta usando o sistema de pagamento mostrado na Figura 1.10.

Nesse caso, quase 66% dos suínos foram comercializados na faixa de peso ideal. Apenas 1,5% dos suínos sofreram descontos de -\$0,35 a -\$0,75 por kg.

Tabela 1.2

Base padrão e unidade para pagamento em países produtores de suínos

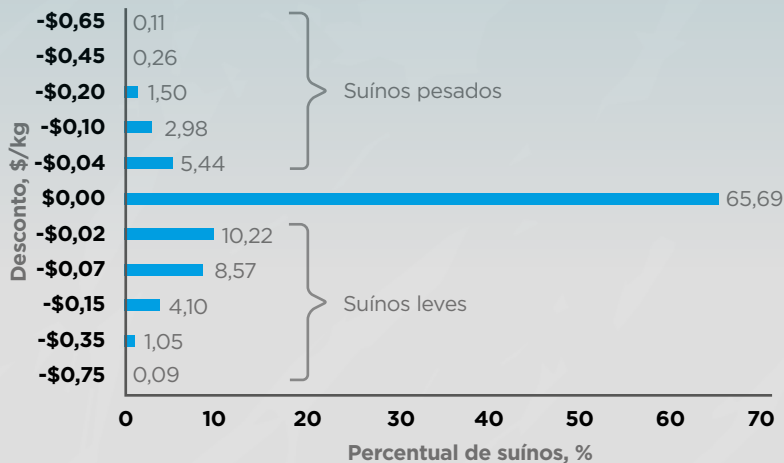
País	Base	Unidade de pagamento
EUA	Carcaça	\$/100 lbs
México	Peso vivo	\$/kg
Canadá	Carcaça	\$/100 kg
Colômbia	Peso vivo	\$/kg
Brasil	Peso vivo	R\$/kg
Chile	Peso vivo	\$/kg
Espanha	Peso vivo	€/kg
Alemanha	Carcaça	€/kg
Holanda	Peso vivo	€/kg
Dinamarca	Carcaça	DKK/kg
Rússia	Peso vivo	₽/kg
Itália	Peso vivo	€/kg
Ucrânia	Peso vivo	₴/kg
Polônia	Carcaça	zł/kg
Romênia	Peso vivo	RON/kg
França	Carcaça	€/kg
Reino Unido	Carcaça	£/ 100 kg
Austrália	Carcaça	\$/kg
África do Sul	Carcaça	R/kg
Filipinas	Peso vivo	₱/kg
China	Peso vivo	¥/kg
Vietnã	Peso vivo	VND/kg
Coreia do Sul	Carcaça	₩/kg

Figura 1.10 Exemplo de esquema de pagamento por peso

Faixa de Peso	Desconto
< 58 kg	-\$0,75/kg
59 a 68 kg	-\$0,35/kg
69 a 74 kg	-\$0,15/kg
75 a 78 kg	-\$0,07/kg
79 a 81 kg	-\$0,02/kg
82 a 95 kg	\$0,00/kg
96 a 98 kg	-\$0,04/kg
99 a 102 kg	-\$0,10/kg
103 a 108 kg	-\$0,20/kg
109 a 112 kg	-\$0,45/kg
> 112 kg	-\$0,65/kg



Figura 1.11 Demonstração de descontos de peso que estimulam a padronização de suínos no mercado*



*Baseado nos dados de 5 produtores e 64.669 suínos abatidos em indústria nos EUA.

Este é apenas um exemplo de muitas situações possíveis. Esses sistemas podem variar no número de categorias de desconto de peso, ou até mesmo pagar um prêmio adicional em uma classe de peso, dependendo dos resultados desejados pelo frigorífico.

O percentual de carne magra é outro incentivo de pagamento comum. A Figura 1.12 contém um exemplo de sistema de pagamento baseado em carne magra na carcaça, usado em conjunto com o exemplo de desconto de peso na Figura 1.10. Nesse sistema de pagamento, a planta frigorífica demanda carcaças com 51% a 60,9% de carne magra. Qualquer carcaça abaixo desse percentual receberá um desconto.

Esse sistema de bonificação também incentiva um comportamento do mercado. Aproximadamente 81% dos suínos estavam na faixa ideal para porcentagem magra, enquanto apenas 6,5% na faixa inaceitável (Figura 1.13). Esses dois exemplos de um sistema de pagamento por peso e carne magra demonstram como os incentivos podem influenciar a venda de suínos com um padrão estabelecido pela indústria.

Figura 1.12

Exemplos de esquema de pagamento por percentual de carne magra

Carne magra %	Desconto
< 43%	-\$0,25/kg
43 a 44.9%	-\$0,20/kg
45 a 46.9%	-\$0,15/kg
47 a 48.9%	-\$0,10/kg
49 a 50.9%	-\$0,05/kg
51 a 52.9%	\$0,00/kg
53 a 54.9%	\$0,05/kg
55 a 56.9%	\$0,07/kg
57 a 58.9%	\$0,09/kg
59 a 60.9%	\$0,06/kg
> 60.9%	\$0,00/kg

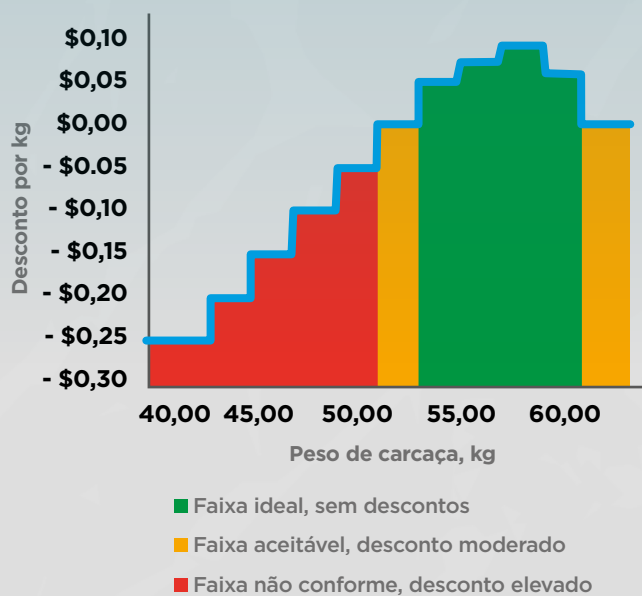
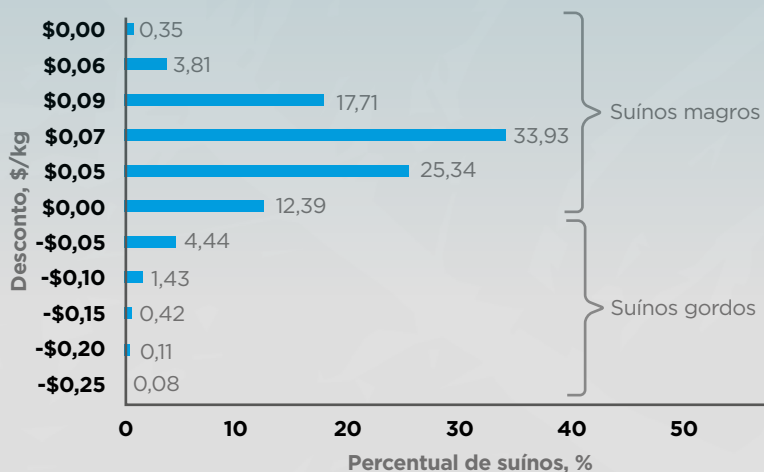


Figura 1.13

Demonstração de bonificação/descontos por teor de carne magra*



*Baseado nos dados de 5 produtores e 64.669 suínos abatidos em indústria nos EUA.

Há outros sistemas de pagamento diferentes dos mencionados anteriormente. Um exemplo é o SEUROP (Tabela 1.3).

Tabela 1.3

Sistema de classificação de carne magra SEUROP da União Europeia

Código SEUROP	% de carne magra
S	> 60%
E	55 a 60%
U	50 a 54.9%
R	45 a 49.9%
O	40 a 44.9%
P	< 40%

Tabela 1.4

Padrão nacional russo para tipificação de carcaças (GOST)

Classe (a)	Definição	Peso da carcaça, kg	Espessura de toucinho (b)	Preço por kg
1	Machos castrados e fêmeas (c)	Com a pele - 47 a 68 kg (d) Com a pele - 52 a 75 kg (e)	20 mm ou >	140,00 ₺
2	Machos castrados e fêmeas	Com a pele - 47a 102 kg (d) Com a pele - 52 a 113 kg (e) Sem pele - 45 a 91 kg	30 mm ou >	138,00 ₺
3	Machos castrados e fêmeas	Com a pele - até 102 kg (c) Com a pele - até 113 kg (d) Sem pele - até 91 kg\	> 30 mm	135,00 ₺

(a) Existem outras classes para suínos não comerciais (ou seja, 4 = matrizes; 5 = leitões de 3 a 7 kg; e 6 = machos inteiros).

(b) Medido na linha média entre a 6ª e a 7ª costelas.

(c) Sem arranhões, ferimentos ou manchas de sangue na pele

(d) Cabeça, patas dianteiras e cauda removidas.

(e) Cabeça, patas dianteiras e cauda não removidas.

Figura 1.14

Sistema de pagamento usado em indústrias alemãs com AutoFOM

CLASSIFICAÇÃO DO LOMBO		CLASSIFICAÇÃO DA BARRIGA		CLASSIFICAÇÃO DA CARÇAÇA		CLASSIFICAÇÃO DO PERNIL	
Peso do lombo, kg	Índice	Carne magra da barriga, %	Índice	Peso da carçaça, kg	Índice	Peso do pernil desossado, kg	Índice
< 6 kg	2,5	< 45	1	< 85	-1	< 15	1,8
6 a 6,5 kg	2,75	45 a 49,99	1,05	85 a 87,99	-0,5	15,0 a 17,0	2,3
6,6 a 7,5 kg	3,6	50 a 54,99	1,5	88 a 102	0	17,1 a 18,5	2,75
7,1 a 8 kg	3,4	55 a 59,9	1,8	102,1 a 105	-0,5	18,6 a 21	2,5
> 8 kg	3	≥ 60	1,7	> 105	-1	> 21	2

- O peso do lombo (ou pernil) é usado para determinar o fator de índice e, em seguida, o peso do lombo (ou pernil) é multiplicado pelo fator de índice para obter a quantidade de pontos do índice.
- O percentual de carne magra da barriga é usado para determinar o fator de índice para a barriga e, então, o peso da barriga é multiplicado pelo fator de índice para determinar a quantidade de pontos de índice.
- Se o peso da carçaça estiver fora da faixa ideal, o fator de índice é multiplicado pela diferença do peso atual e os limites extremos da faixa de peso ideal. Por exemplo:
 - O peso da carçaça é 82, então: $88 - 82 = 6$ e $6 \times -1 = -6$ pontos de índice.
 - O peso da carçaça é 105, então: $105 - 102 = 3$ e $3 \times -0,5 = -1,5$ pontos de índice.
- O valor máximo e mínimo de pontos do índice são 70 e 104, respectivamente.

EXEMPLO 1

	Peso ou %	Fator de índice	Pontos de índice
Lombo, kg	8,0	3,40	27,2
Pernil desossado, kg	18,5	2,75	50,87
Teor de carne magra na barriga, %	59,00	1,80	-
Peso da barriga, kg	14,2	-	25,56
Peso da carçaça, kg	100	0	0
	Total de pontos de índice		103,64
	Preço base sem ajuste, \$/kg		\$1,30
	Preço base ajustado pelos pontos de índice, \$/kg		\$1,35

EXEMPLO 2

	Peso ou %	Fator de índice	Pontos de índice
Lombo, kg	7,3	3,40	24,82
Pernil desossado, kg	19,0	2,50	47,5
Teor de carne magra na barriga, %	54,68	1,50	-
Peso da barriga, kg	16,0	-	24
Peso da carçaça, kg	105	-0,5	-1,5
	Total de pontos de índice		94,82
	Preço base sem ajuste, \$/kg		\$1,30
	Preço base ajustado pelos pontos de índice, \$/kg		\$1,23

Embora o peso e a porcentagem de carne magra sejam os principais componentes no pagamento dos suínos, outros fatores podem influenciar a remuneração. Algumas plantas industriais pagam bonificação pela homogeneidade dentro de uma carga de suínos para estimular a redução na variação de peso ao abate. Muitas plantas frigoríficas, em todo o mundo, avaliam a qualidade da gordura, e isto influencia o preço pago aos produtores de suínos. Isso normalmente ocorre definindo uma média mínima que os produtores devem cumprir durante um período pré-determinado.

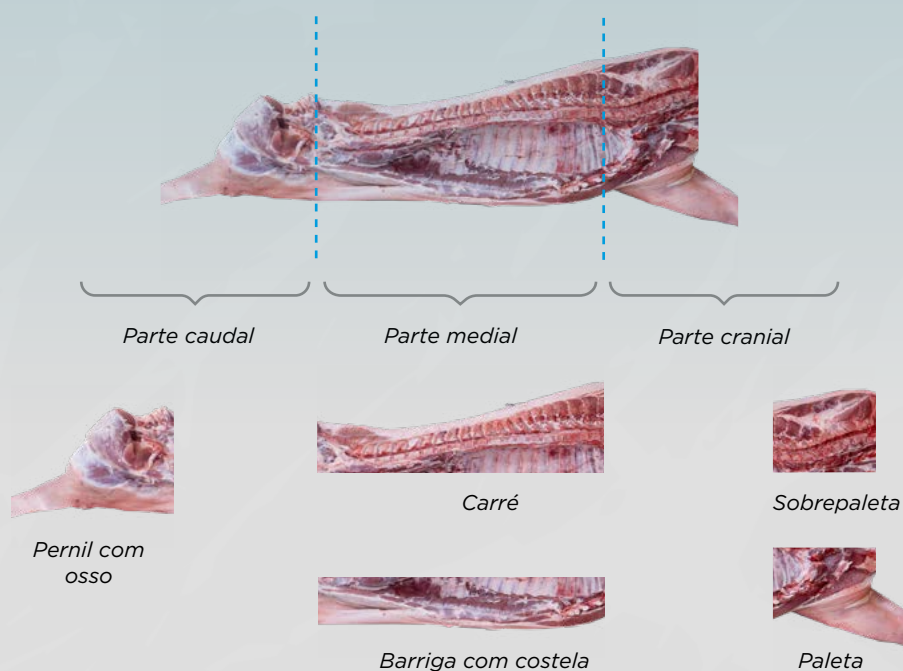
Em alguns países, há desconto no preço de machos inteiros, quando comparados aos preços das fêmeas e dos machos castrados. Em resumo, cada frigorífico pode pagar de forma diferente. Pequenas discrepâncias nos sistemas de pagamento podem influenciar o peso, a composição da carcaça e outros atributos que determinam que tipo de animais abatidos recebem as maiores margens líquidas.

1.2 Cortes primários e secundários

Como a carne suína é uma commodity comercializada globalmente, o corte da carcaça é padronizado em todo o mundo, especialmente em grandes plantas de processamento. Na maioria dos casos, a carcaça é cortada primeiro em três partes, embora em proporções diferentes. Essa divisão inclui a parte mais caudal, o pernil, o segmento medial, onde estão o carré e a barriga, e a fração mais cranial, paleta e sobrepaleta (Figura 1.15).

Figura 1.15

Hemi-carcaça dividida nas principais partes e cortes primários



À medida que a carcaça se move pela desossa essa é fragmentada em mais cortes.

Os seis principais cortes primários são:

- Pernil com osso.
- Carré com osso.
- Barriga.
- Costela.
- Sobrepaleta.
- Paleta.

Esses cortes primários podem ser divididos em cortes secundários, e sofrer variações de corte e nomenclatura, conforme às especificações utilizadas pelas empresas e frigoríficos. As figuras 1.16, 1.17 e 1.18 fornecem exemplos de como as carcaças podem ser divididas em cortes primários e secundários na América do Norte.

Figura 1.16

Cortes primários e secundários do pernil

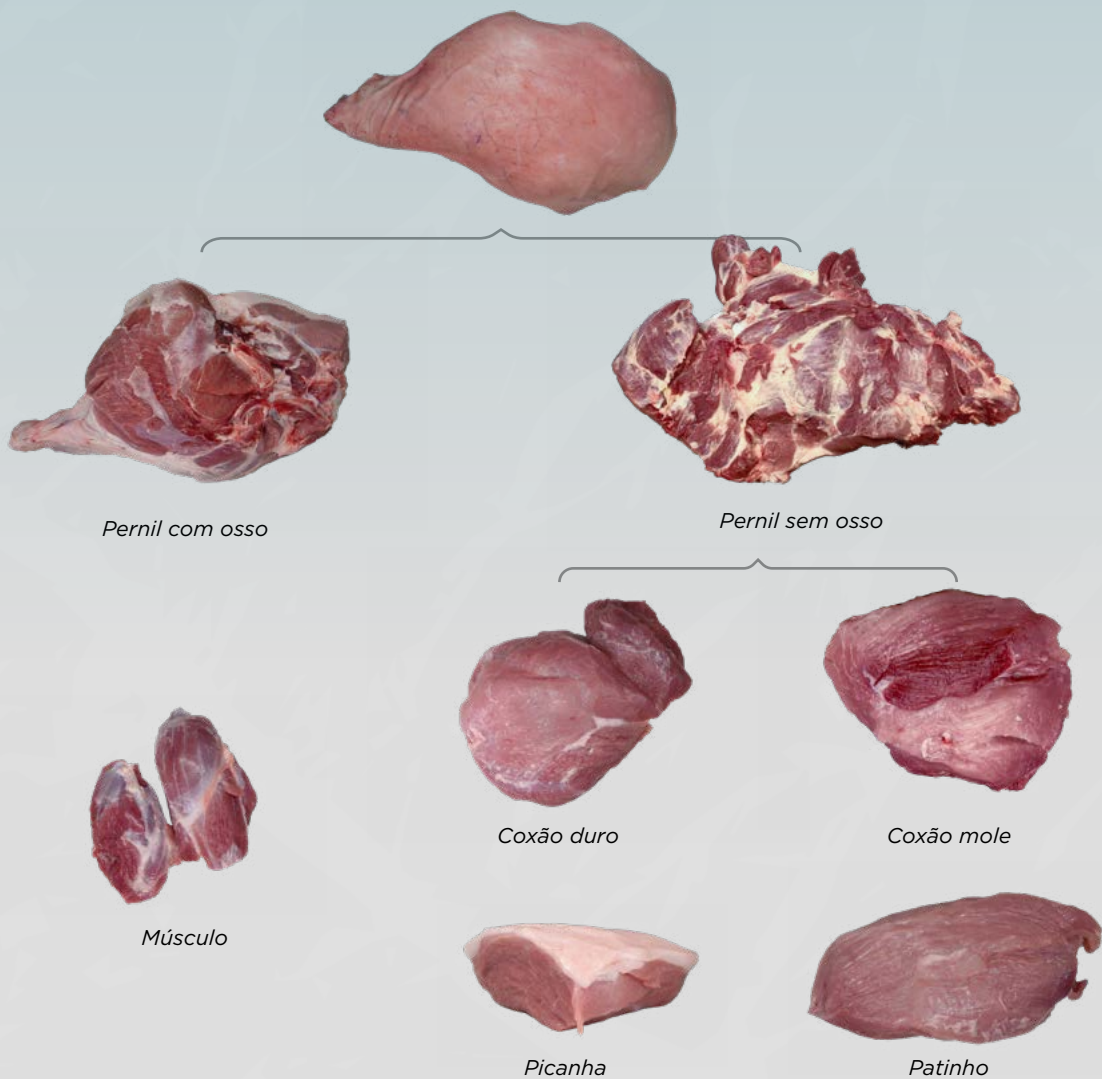


Figura 1.17

Carré, barriga com costela, cortes primários e secundários

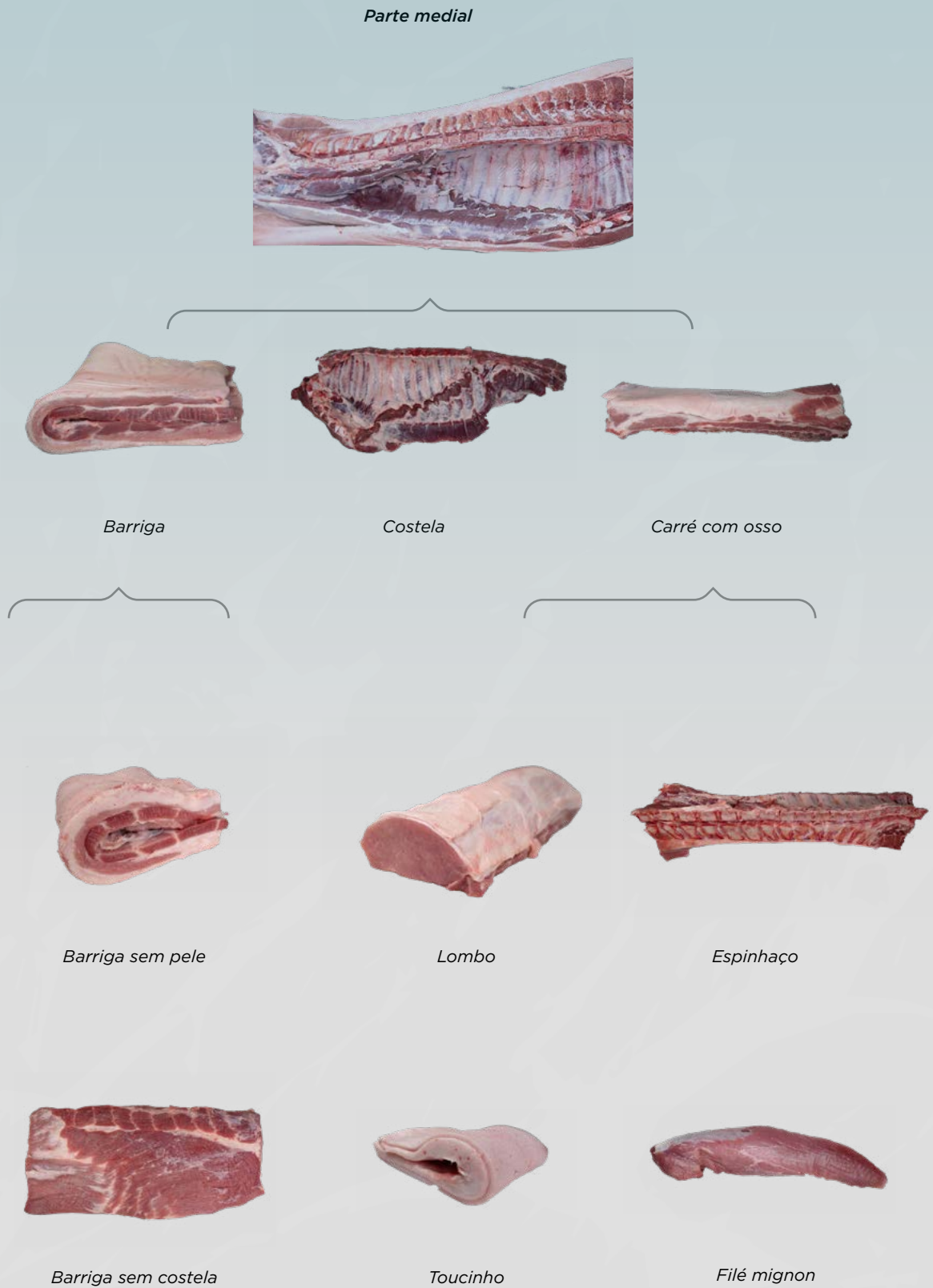


Figura 1.18

Paleta e sobrepaleta, cortes primários e secundários

Parte cranial



Paleta



Papada



Sobrepaleta



Paleta desossada



Espinhaço do pescoço



Copa lombo



Paleta para apresuntado



Pé com jarrete

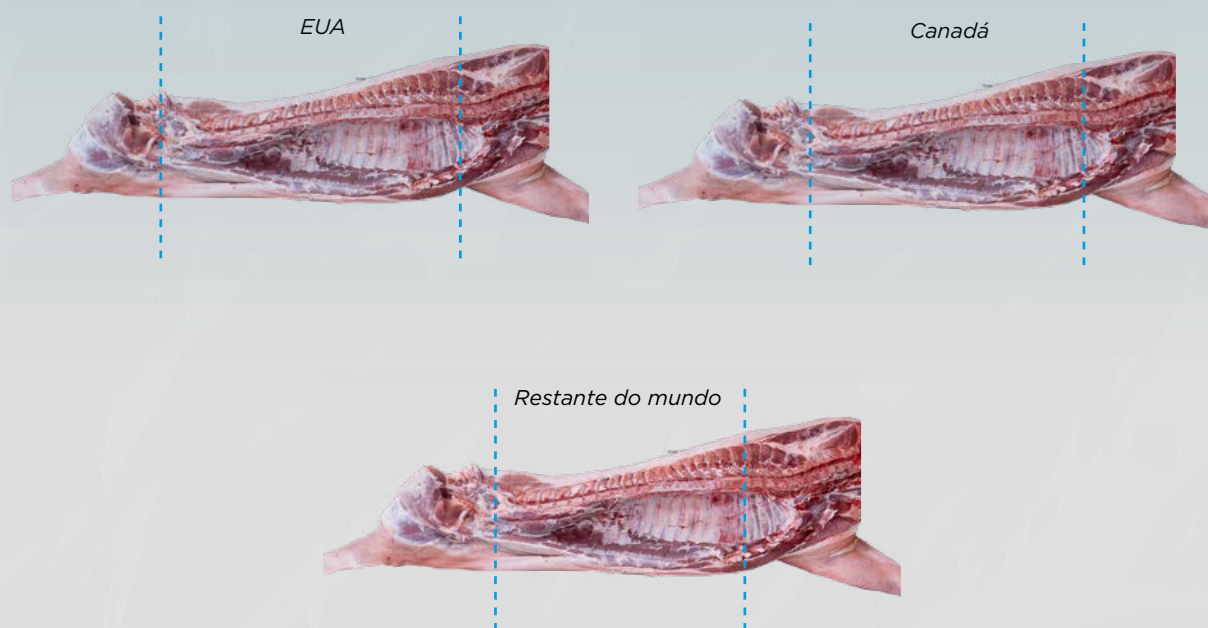
1.2.1 Diferenças nas principais regiões do mundo

A Figura 1.19 descreve as principais diferenças na posição em que são seccionadas as carcaças nos EUA, Canadá e outros países.

Nos EUA e Canadá, a separação do pernil da carcaça é feita no mesmo local, cerca de 3,8 cm a 8,8 cm anterior à sínfise pélvica e o corte é feito bem próximo à cabeça do fêmur. Na maioria das outras regiões do mundo, o pernil é cortado com uma maior distância da sínfise pélvica, o que pode levar ao aumento do peso do pernil e diminuir o peso do carré, da parte mais medial. Assim, os pernis com osso são muito maiores fora dos EUA e Canadá devido a essa diferença na fragmentação inicial da carcaça.

Figura 1.19

Diferença da secção inicial da carcaça no mundo



A paleta também é removida da parte medial de maneira diferente ao redor do mundo. Nos EUA, a separação é feita na região da 1ª e 2ª costelas, enquanto no Canadá a divisão é feita na região da 2ª e 3ª costelas. Na maioria das outras regiões, o fracionamento é feito entre a 4ª e a 5ª costelas. Essas diferenças resultam em carré e barriga muito mais pesados nos EUA e Canadá, quando comparados às outras regiões.

1.3 Rendimento da carcaça

1.3.1 O que é rendimento de carcaça? Qual a importância desse parâmetro?

O termo rendimento de carcaça é, muitas vezes, mal interpretado, assim como empregado de forma equivocada. Não se pode, por exemplo, atribuir significado equivalente às concepções de rendimento de cortes primários e rendimento de carcaça, pois são conceitos completamente diferentes.

O rendimento de carcaça é a quantidade de carcaça produzida pelo suíno vivo. Já o rendimento de cortes primários é a quantidade de cortes primários produzida a partir de uma carcaça. O rendimento de carcaça é expresso em porcentagem. Para calcular esse número, basta dividir o peso da carcaça pelo peso vivo e multiplicar por 100 (Figura 1.20).

A maioria das plantas industriais fornece informações de rendimento de carcaça aos produtores, sinalizando que esse é parâmetro mais relevante para seus negócios. Porém, para o produtor, o mais importante é saber se ele será remunerado com base no peso vivo do animal ou no peso da carcaça.

Figura 1.20

Cálculo para rendimento da carcaça

130 kg



98,8 kg



- Rendimento de carcaça = $(\text{Peso de carcaça} \div \text{Peso vivo}) \times 100$
- Rendimento de carcaça = $[98,8 \div 130] \times 100$
- Rendimento de carcaça = **76,0%**

A Figura 1.21 contém cálculos para o pagamento de suínos com base no peso vivo e na carcaça, usando dois cenários diferentes.

Cenário 1: o peso vivo aumenta enquanto o peso da carcaça permanece o mesmo, diminuindo o rendimento de carcaça. Nesse cenário, a remuneração por carcaça se mantém no mesmo valor, entretanto, o pagamento por peso vivo aumenta à medida que o peso vivo evolui.

Isso significa que, se o frigorífico opera por pagamento por peso vivo pagará mais por carcaças nessa condição. Nesse cenário o frigorífico estará em desvantagem,

pois seu custo de aquisição por kg de carcaça aumenta devido aos suínos de menor rendimento, porém, o produtor teria vantagem, uma vez que seria melhor remunerado por menos carcaça.

Cenário 2: o peso vivo permanece o mesmo e o de carcaça aumenta, elevando o rendimento de carcaça. Nesse cenário, a remuneração por peso vivo do suíno se mantém no mesmo valor, entretanto, o pagamento aumenta à medida que o peso da carcaça evolui.

Dessa forma, pagando por peso vivo, a planta frigorífica remuneraria menos por uma carcaça mais pesada e com maior rendimento.

Isso quer dizer que ela estará em vantagem usando a base de pagamento por peso vivo, uma vez que seu custo de aquisição por kg de carcaça é potencializado.

Em contrapartida, o produtor com suínos de maior rendimento estará em desvantagem pois será menos remunerado ao entregar mais carcaça por suíno.

O mais relevante é que, quando a remuneração pelo suíno é baseada no peso da carcaça, o rendimento não importa. Em outras palavras, nem o produtor nem o frigorífico têm vantagem com base no rendimento de carcaça. Essa abordagem comercial é a mais desejável, pois muitos fatores podem influenciar o rendimento da carcaça.

Figura 1.21

Efeito da base de pagamento pelo peso vivo ou peso de carcaça

Preço por kg de peso vivo 1,19 €/kg					Preço por kg de carcaça 1,50 €/kg					
Peso vivo	Peso da carcaça	Rendimento da carcaça	Valor (peso vivo)	Valor (peso da carcaça)						
110	88	80,0	€ 130,35	€ 132,00	CENÁRIO 1	<i>O peso vivo aumenta enquanto o peso da carcaça permanece o mesmo.</i>				
111	88	79,3	€ 131,54	€ 132,00						
112	88	78,6	€ 132,72	€ 132,00						
113	88	77,9	€ 133,91	€ 132,00						
Peso vivo	Peso da carcaça	Rendimento da carcaça	Valor (peso vivo)	Valor (peso da carcaça)						
110	86	78,2	€ 130,35	€ 129,00	CENÁRIO 2	<i>O peso vivo permanece o mesmo enquanto o peso da carcaça aumenta.</i>				
110	87	79,1	€ 130,35	€ 130,50						
110	88	80,0	€ 130,35	€ 132,00						
110	89	80,9	€ 130,35	€ 133,50						

1.3.2 Fatores que afetam o rendimento da carcaça

Seis fatores principais que podem influenciar o rendimento da carcaça:

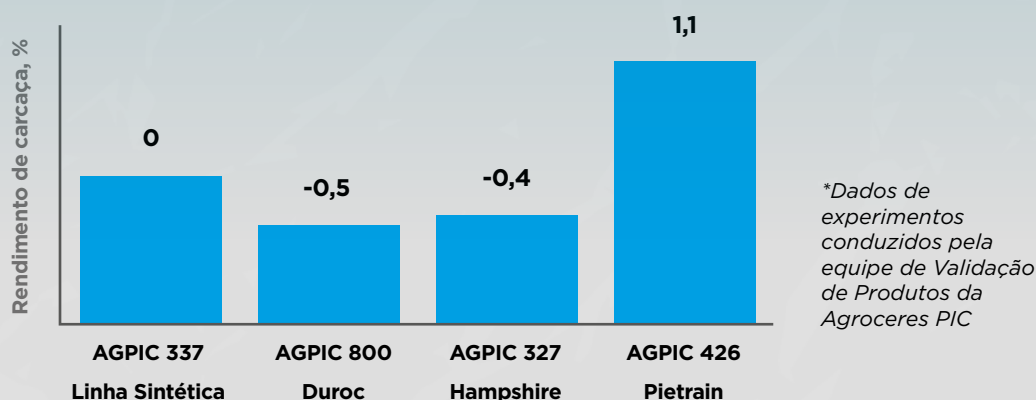
- Genética, sexo e peso.
- Conteúdo intestinal e período de jejum pré-abate.
- Nutrição.
- Precisão na aferição dos pesos.
- Local de aferição dos pesos.
- Procedimentos industriais de preparação da carcaça.

Genética, sexo e peso

A genética, o sexo e o peso dos animais podem afetar o rendimento de carcaça. A Figura 1.22 contém dados do programa de validação de produtos da Agrocere PIC, que demonstra as diferenças no rendimento de carcaça entre as diferentes raças/linhas comerciais. A linha Pietrain (AGPIC 426) tem claramente o maior rendimento de carcaça, seguida pela linha sintética (AGPIC 337) e as linhas Hampshire (AGPIC 327) e Duroc (AGPIC 800).

Figura 1.22

Efeito da genética no rendimento de carcaça*



Com relação ao sexo, a Tabela 1.5 mostra 7 estudos que determinaram as diferenças no rendimento de carcaça entre machos castrados e fêmeas. Os resultados não foram consistentes, os machos castrados apresentaram rendimentos elevados em 4 avaliações e as fêmeas em 3 delas. No geral, os machos castrados tiveram em média 0,10% de vantagem no comparativo em relação aos resultados das fêmeas.

Em uma revisão de literatura, Xue *et al.* (1997) compararam o rendimento nas diferentes categorias animais de 15 trabalhos. Constatou-se que os machos castrados tiveram uma vantagem média de 0,92% no rendimento de carcaça comparado os machos inteiros, diferença essa que é coerente, pois o peso dos testículos presentes nessa categoria animal afeta o rendimento da carcaça.

Tabela 1.5

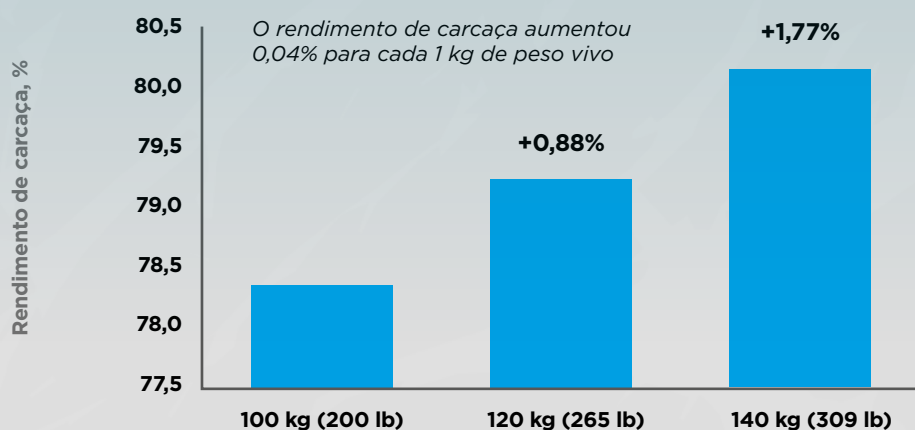
Efeito do sexo sob o rendimento de carcaça

Referência bibliográfica	Machos	Fêmeas	Diferença
Xu <i>et al.</i> , 2010	77,35	77,38	-0,03
Friesen <i>et al.</i> , 1994	72,67	71,92	0,75
Christian <i>et al.</i> , 1980	71,61	71,38	0,23
Latorre <i>et al.</i> , 2008	78,50	78,40	0,10
Boler <i>et al.</i> , 2014	78,72	78,51	0,21
Bertol <i>et al.</i> , 2015	79,44	79,55	-0,12
Wagner <i>et al.</i> , 1999	74,63	75,10	-0,47
		Média	0,10

A Figura 1.23 resume dados de 7 referências bibliográficas para determinar o efeito do peso vivo no rendimento de carcaça. Os pesos vivos nos experimentos variaram de 91 a 182 kg. Os coeficientes angulares das regressões foram calculadas para cada experimento. Em seguida, o coeficiente angular médio de todas as avaliações foi usado para gerar os resultados da figura. Em média, o rendimento de carcaça avançou 0,04% para cada 1 kg de aumento de peso vivo.

Figura 1.23

Efeito do peso vivo sob o rendimento de carcaça

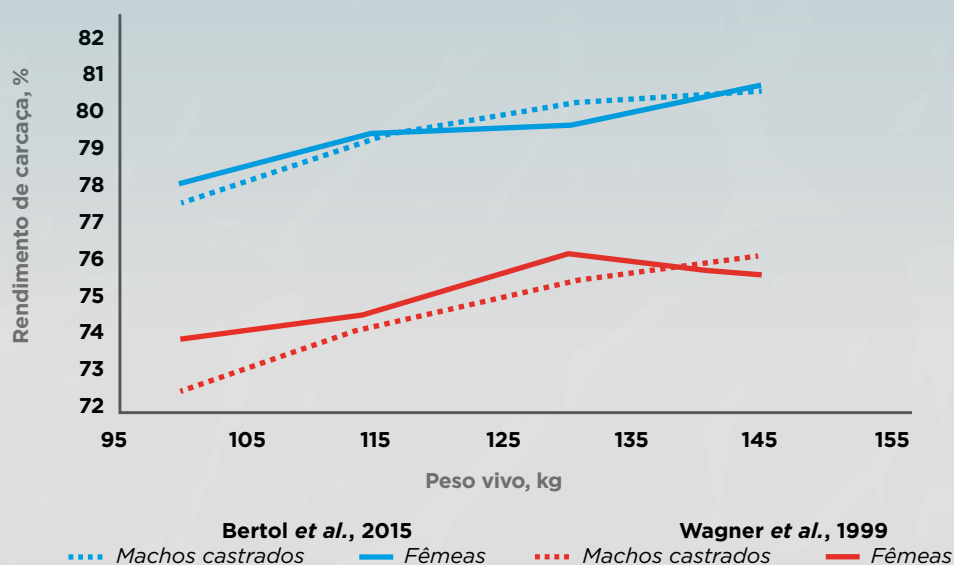


Dados obtidos através da compilação de informações de 7 experimentos. (Christian *et al.*, 1980; Latorre *et al.*, 2008; Apple *et al.*, 2009; Virgili *et al.*, 2003; Crome *et al.*, 1996; Bertol *et al.*, 2015; and Wagner *et al.*, 1999) com peso de abate entre 91 e 182 kg (201 e 401 lb.).

A Figura 1.24 demonstra o efeito da interação entre sexo e peso vivo no rendimento de carcaça. Com peso vivo mais leve, as fêmeas tiveram maior rendimento. Com a elevação do peso de abate, a diferença diminuiu, com machos castrados apresentando maior rendimento com peso de abate mais elevado. Isso explica a variabilidade observada nos dados da Tabela 1.5 entre machos castrados e fêmeas, em que os experimentos tiveram diferentes pesos finais.

Figura 1.24

Efeito da interação entre peso vivo e sexo sob o rendimento de carcaça



Conteúdo intestinal e período de jejum pré-abate

Os principais componentes do peso vivo que não fazem parte do peso da carcaça são as vísceras, o aparelho reprodutor, o sangue, os pelos, unhas e cabeça. As vísceras são, de longe, o maior componente do peso vivo que não faz parte da carcaça, respondendo por, aproximadamente, 14%.

O aparelho digestório é composto, em grande parte, por vísceras, mas seu peso pode ser influenciado pela quantidade de ração e de água.

Usando os cálculos na Tabela 1.6 para determinar o efeito do conteúdo intestinal no rendimento de carcaça, tem-se que 1 kg de conteúdo intestinal reduz o rendimento de carcaça em 0,60% e 0,64% em carcaças sem e com cabeça, respectivamente.

O período de jejum pré-abate é um fator importante para aumentar o rendimento da carcaça e reduzir essa variação.

Tabela 1.6

Efeito do conteúdo intestinal sobre o rendimento de carcaça

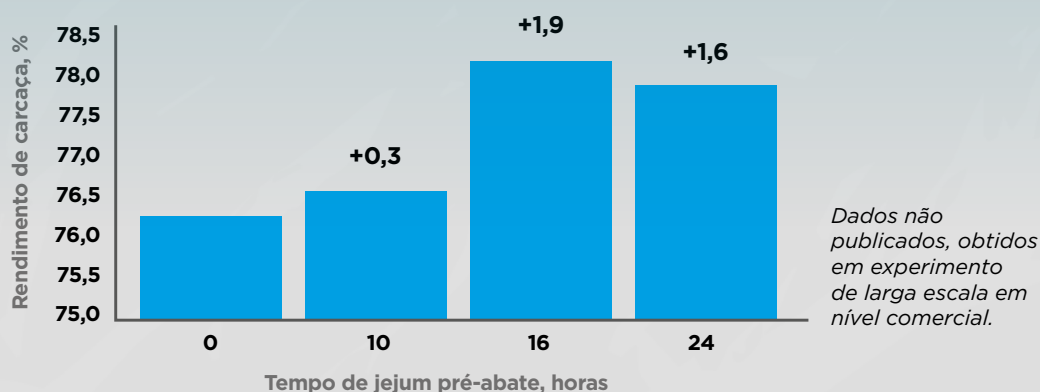
Item	Carcaça sem cabeça		Carcaça com cabeça	
	0 kg de conteúdo intestinal	1 kg de conteúdo intestinal	0 kg de conteúdo intestinal	1 kg de conteúdo intestinal
Peso vivo, kg	125	126	125	126
Peso da carcaça, kg	95	95	101,25	101,25
Cabeça (5%), kg	6,25	6,25	0	0
Pelos, sangue e unhas (6%), kg	7,5	7,5	7,5	7,5
Vísceras (14%), kg	16,25	17,25	16,25	17,25
Rendimento da carcaça, %	76,00	75,40	81,00	80,36

Efeito de 1 kg de conteúdo intestinal equivale a -0,60 a -0,64% em rendimento

O jejum pré-abate é usado para reduzir o conteúdo intestinal. Dados de trabalho, realizado em nível comercial, sugerem que o rendimento da carcaça melhora à medida que o tempo sem acesso a ração aumenta (Figura 1.25).

Figura 1.25

Efeito do tempo de jejum pré-abate sob o rendimento de carcaça



Conforme demonstra o trabalho, o efeito do jejum pré-abate foi mínimo até 10 horas, mas com 18 horas de restrição alimentar o rendimento de carcaça aumentou quase 2%. Entretanto, o jejum prolongado, pode diminuir o rendimento de carcaça. Os dados mostram que a diferença entre 18 e 24 horas de retirada da ração é mínima, mas é mais pronunciada entre 24 e 30 horas sem alimentação. Isso se deve, principalmente, ao potencial de perda de massa muscular na carcaça.

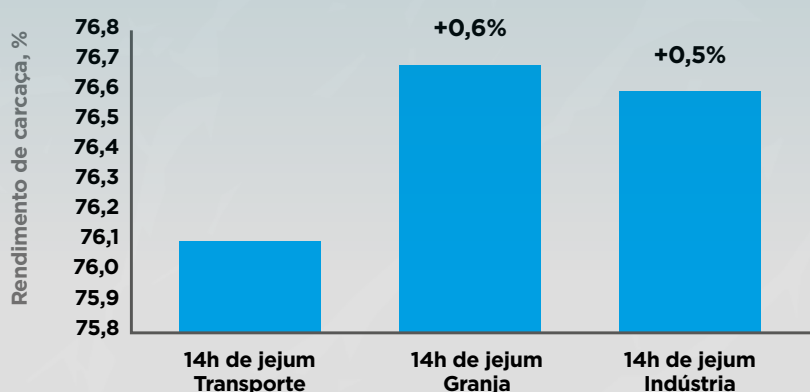
Nesse mesmo estudo, foram avaliados os efeitos de 14 horas de jejum pré-abate, considerando se este ocorreu na granja, no transporte ou no frigorífico (Figura 1.26). Constatou-se que o momento que precede o abate, quando se inicia a restrição no fornecimento de ração aos animais, tem efeito sobre o rendimento de carcaça.

Suínos que permaneceram em jejum por 14 horas, na granja ou no frigorífico, tiveram maior rendimento de carcaça. Esses, efetivamente, conseguiram esvaziar o trato digestório, diferentemente dos suínos que ficaram sem alimentação por 14 horas durante o transporte. Isso ocorre porque há uma redução na função intestinal causado pelo estresse sofrido pelos animais durante o deslocamento.

O estudo avalia ainda que esses suínos não tiveram descanso suficiente nas pocilgas do frigorífico, de modo que a função intestinal fosse restabelecida.

Figura 1.26

Efeito do local onde foi iniciado o jejum pré-abate sob o rendimento de carcaça*



Dados não publicados obtidos em experimento de larga escala em nível comercial. Total de jejum foi de 16 a 17 horas.

Adicionalmente, os dados do trabalho sugerem que o jejum é necessário antes do carregamento e do transporte, para minimizar o efeito do conteúdo intestinal sobre o rendimento da carcaça.

A Agrocere PIC recomenda um mínimo de 6 a 8 horas de jejum antes do carregamento dos suínos, ou seja, a restrição alimentar deve ser feita na granja com pelo menos 2 a 3 horas de descanso após o transporte e antes da insensibilização no frigorífico, ou segundo legislação vigente.

O ideal é que o tempo total de jejum entre a granja, o transporte e a indústria seja de 12 a 20 horas, porém a legislação brasileira determina que o tempo total de jejum não deve ultrapassar 18 horas.

É importante considerar os efeitos negativos que a má execução do jejum pré-abate pode ter sobre o desempenho produtivo dos suínos. Falhas nos procedimentos para a realização da restrição alimentar no manejo pré-abate, como a necessidade de desligar o fornecimento de ração do galpão, prejudicando a alimentação dos suínos

que não serão comercializados naquele dia, ou na estratégia de venda e retirada dos animais, podem ocasionar episódios que prejudicam a performance produtiva do lote.

Outro experimento, realizado em larga escala nos EUA indicou que a mortalidade pode aumentar em 0,25% quando o jejum é feito 2 semanas antes da comercialização de todos os animais do galpão, embora outras características de crescimento não tenham sido afetadas. No entanto, foi observado em experimentos comerciais realizados em larga escala na Europa, que o jejum feito 4 semanas antes da venda de todos os animais da granja não apresentou efeito sobre a mortalidade do lote.

Essa diferença entre os experimentos pode ser explicada pela disparidade entre os estudos no percentual de mortalidade geral do lote. No estudo americano, a perda média por morte foi superior a 6%, enquanto no estudo europeu foi inferior a 2%. Isso indica que é importante considerar o estado de saúde e/ou eventos que antecedem a retirada de ração nos galpões comerciais. Esses são fatores importantes para considerar antes de fazer a restrição de ração no galpão.

É importante salientar que o tempo de jejum pré-abate recomendado pela Agrocere PIC também exerce um efeito positivo na qualidade da carne suína. Isso será discutido nos itens 3.2.3.2 e 3.3.2.

Nutrição

Muitos aspectos da nutrição podem afetar o rendimento da carcaça. A alimentação com dietas ricas em fibras é um dos mais comuns e pode reduzir o rendimento de carcaça.

Vários estudos avaliaram ingredientes ricos em fibras, como grãos de destilaria de milho. Os pesquisadores descobriram que o rendimento da carcaça diminui, consistentemente, à medida que o nível de ingredientes ricos em fibras aumenta na dieta. Grande parte desse efeito é atribuído a taxas de passagem intestinal mais lentas associadas à alimentação com dietas ricas em fibras, o que resulta em elevada quantidade de conteúdo intestinal quando os animais são abatidos.

Da mesma forma, uma pesquisa da Agrocere PIC mostrou que aumentar o nível de energia da dieta e reduzir a quantidade de fibras aumenta o rendimento da carcaça (Figura 1.27). Outras pesquisas sugerem que elevar o nível de aminoácidos pode aumentar o rendimento de carcaça (Figura 1.28).

Figura 1.27

Efeito da energia da dieta sob rendimento de carcaça*

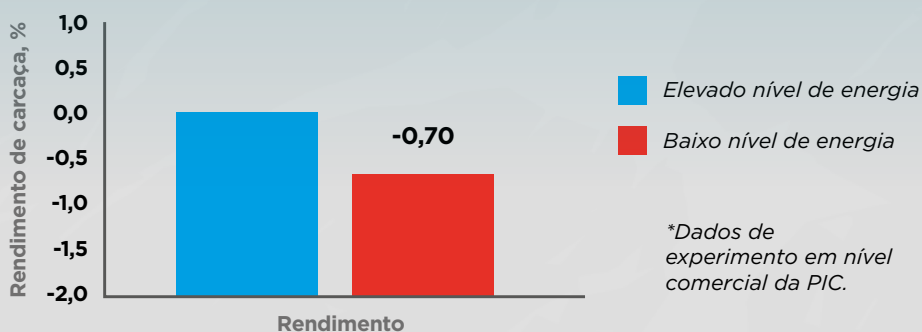
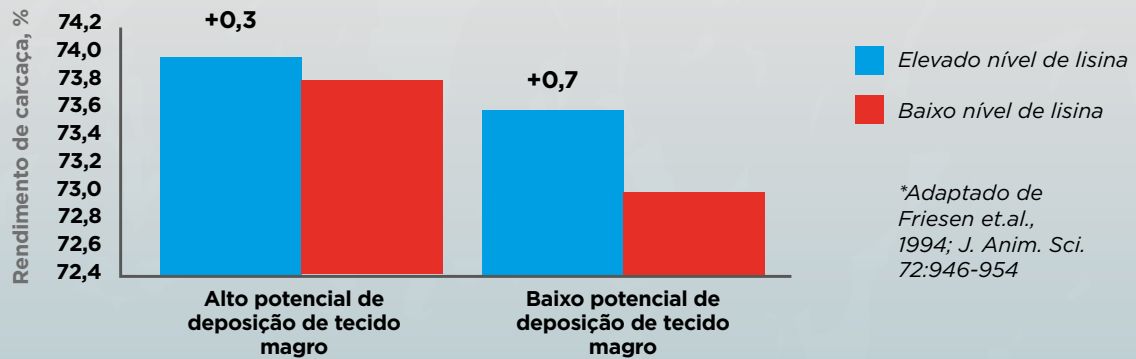


Figura 1.28

Efeito do nível de lisina no rendimento de carcaça*



*Adaptado de Friesen et.al., 1994; J. Anim. Sci. 72:946-954

Precisão das pesagens

A precisão do processo de pesagem pode fazer uma grande diferença nas avaliações de rendimento de carcaça. Se a balança não for calibrada com frequência, os pesos podem estar errados e causar um rendimento menor ou maior do que o esperado.

O mais importante é que os pesos vivos para cálculos de rendimento sejam aferidos ainda no caminhão, ou seja, na balança rodoviária. E os pesos de carcaça sejam medidos, individualmente, na balança de nória.

Uma avaliação precisa e consistente do peso vivo do suíno e da carcaça é fundamental para entender as implicações comerciais do rendimento da carcaça.

Local das aferições

O local onde o peso vivo dos suínos é aferido pode ter um grande efeito no rendimento de carcaça. Quando o peso vivo é mensurado nas plantas frigoríficas, o rendimento é, normalmente, maior do que quando é mensurado antes do transporte.

Isso ocorre porque os suínos perdem, em média, entre 1% e 2% de seu peso durante o transporte. Por exemplo, um suíno que pesou 125 kg na granja e 123 kg na chegada ao frigorífico apresenta 1,6% de perda de transporte. Se o peso da carcaça com a cabeça fosse de 100 kg, os rendimentos de carcaça calculados seriam de 80% para o peso vivo na granja e de 81,3% no frigorífico.

Essa variação representa uma diferença de 1,3% no rendimento de carcaça, gerado apenas pelo local e horário de aferição do peso vivo.

Procedimentos do abate

Os procedimentos de abate podem influenciar, significativamente, o rendimento da carcaça. A maioria dos países faz a mensuração do peso da carcaça sem a cabeça.

Nos EUA, a cabeça é removida antes que os pesos da carcaça sejam coletados. A cabeça representa de 4 a 5% do peso vivo e afetará o rendimento no mesmo percentual.

O rendimento com cabeça é de 79 a 81%, enquanto o rendimento sem a cabeça é de 74 a 76%. Outras partes da carcaça, que podem ou não ser removidas e, que afetam o rendimento são a gordura anexa à pleura parietal, conhecida como banha rama, os rins, pés e a pele.

As perdas excessivas da carcaça, durante os procedimentos de abate, também podem alterar o peso da carcaça e afetar, diretamente, o rendimento. Entre as causas estão:

- Animais criptorquidas e/ou herniados.
- Rupturas e contaminações, hérnias abdominais, etc.
- Folículos pilosos escuros e duros.
- Remoção da pele.
- Picadas de insetos.
- Lesões de pele.
- Aderências pulmonares.
- Condenação de vísceras.
- Lesões, cortes, contusões, abscessos, etc. (muitas vezes causados por objetos pontiagudos em baias como parafusos, trincos de portão, bebedouros, etc.).
- Fraturas ósseas.
- Caudofagia.
- Lesões por brigas.
- Conteúdo intestinal.

Enquanto essas perdas representam grande impacto em carcaças individuais, seu efeito para uma carga inteira pode não ser perceptível, caso estejam associadas a um animal e consideradas como ocorrências pontuais.

O impacto dessas perdas fica mais evidente quando cargas inteiras registram problemas sanitários, como dermatites, que comprometem o rendimento devido à remoção do local das lesões.

O QUE É “QUALIDADE DA CARNE” E PONTOS-CHAVE PARA ALCANÇAR OS RESULTADOS DESEJADOS



A qualidade da carne é, frequentemente, associada a diferentes características. Nas próximas duas seções conceituaremos “qualidade da carne” e discutiremos os diferentes atributos importantes para a indústria.

Uma descrição comum usada para definir o que é qualidade da carne é “o total de características da carne que possuem efeito sobre amostras de um produto e que influenciam a apreciação do consumidor final” (Hoffman, 1994). Dessa forma, o consumidor define a qualidade da carne a partir de sua percepção e preferência por diferentes atributos de valor.

No caso da qualidade da carne suína, essas características geram impactos em diferentes níveis da cadeia de produção e distribuição, na indústria processadora, atacadista, varejista e no próprio consumidor final.

A qualidade da carne pode ser dividida em 5 categorias:

Higiene e segurança alimentar.

Aspectos do abate, manuseio e processo de refrigeração, que podem determinar se a carne suína é segura para consumo.

Composição nutricional.

Aspectos inerentes a sua composição, como proteínas, gorduras e carboidratos, e como ela é percebida pelo consumidor final como saudável.

Ética/bem-estar.

Aspectos de como o suíno foi alimentado e produzido na granja até a insensibilização e abate no frigorífico.

Sensorial.

Aspectos da experiência de comer a carne suína, características como: maciez, cor, suculência, sabor e aroma.

Tecnológico.

Avaliações que podem prever os aspectos sensoriais do consumidor ou a adequação de processamento da carne suína.

Dessas cinco categorias, os componentes de higiene e segurança alimentar, composição nutricional e ética/bem-estar são considerados aspectos fixos da qualidade. Em outras palavras, a carne suína deve ser processada de forma ética, com segurança alimentar e atender as exigências nutricionais dos consumidores.

Este guia foca nos aspectos sensoriais e tecnológicos da qualidade da carne suína que definem a atual ou potencial experiência do seu consumo. É importante notar que o fator ético/bem-estar tem alguma sobreposição com os aspectos sensoriais e tecnológicos da qualidade da carne, uma vez que a redução do nível de bem-estar proporcionado aos animais, resulta em suínos estressados. Isso tem um efeito negativo na qualidade da carne e nos aspectos sensoriais do consumidor.

O fator sensorial é avaliado em painéis de degustação, com análises conscientes ou não. Eles têm o objetivo de definir, com escalas de satisfação, a experiência de consumir o alimento. Os ensaios experimentais são conduzidos em painéis sensoriais realizados com pessoas treinadas para esse tipo de experiência ou de consumidores comuns sem preparação prévia. Os participantes geralmente avaliam maciez, suculência, sabor e inadequações de sabor e odor. Esses dois tipos de painéis serão discutidos com mais detalhes na Seção 3 do guia.

O componente tecnológico é composto por medições objetivas que são usadas para definir ou fazer a predição da qualidade da carne suína, como:

- pH.
- Capacidade de retenção de água.
- Cor.
- Maciez por força de cisalhamento.
- Marmoreio.
- Qualidade da gordura.

Os componentes sensoriais e tecnológicos da qualidade da carne são divididos em duas categorias para posterior discussão nos próximos dois capítulos.

2.1 Pontos-chave Agroceres PIC

Devido a compreensão atual dos fundamentos básicos da ciência aplicada à qualidade da carne, um sistema pode ser desenvolvido para obter resultados mais consistentes. O PIC Blueprint for Animal Welfare and Meat Quality, estabelecido pela PIC, em 1996, foi um dos primeiros padrões estabelecidos na indústria para qualidade da carne.

A Agroceres PIC desenvolveu um plano para enfatizar as práticas eficientes para o manejo dos animais e o abate humanizado, que tem reflexo significativo na melhoria da qualidade da carne produzida. A Agroceres PIC também monitora ativamente e contribui com novos conhecimentos científicos para atualizar, continuamente, esse plano.

Quando se trata de gerenciar a qualidade da carne produzida (QC), três fatores principais devem ser destacados: níveis de armazenamento de glicogênio ou potencial glicolítico (PG); níveis de estresse (E) e taxa de declínio da temperatura da carcaça (DT).

Pense no gerenciamento da qualidade da carne como uma equação:

$$QC = PG + E + DT$$

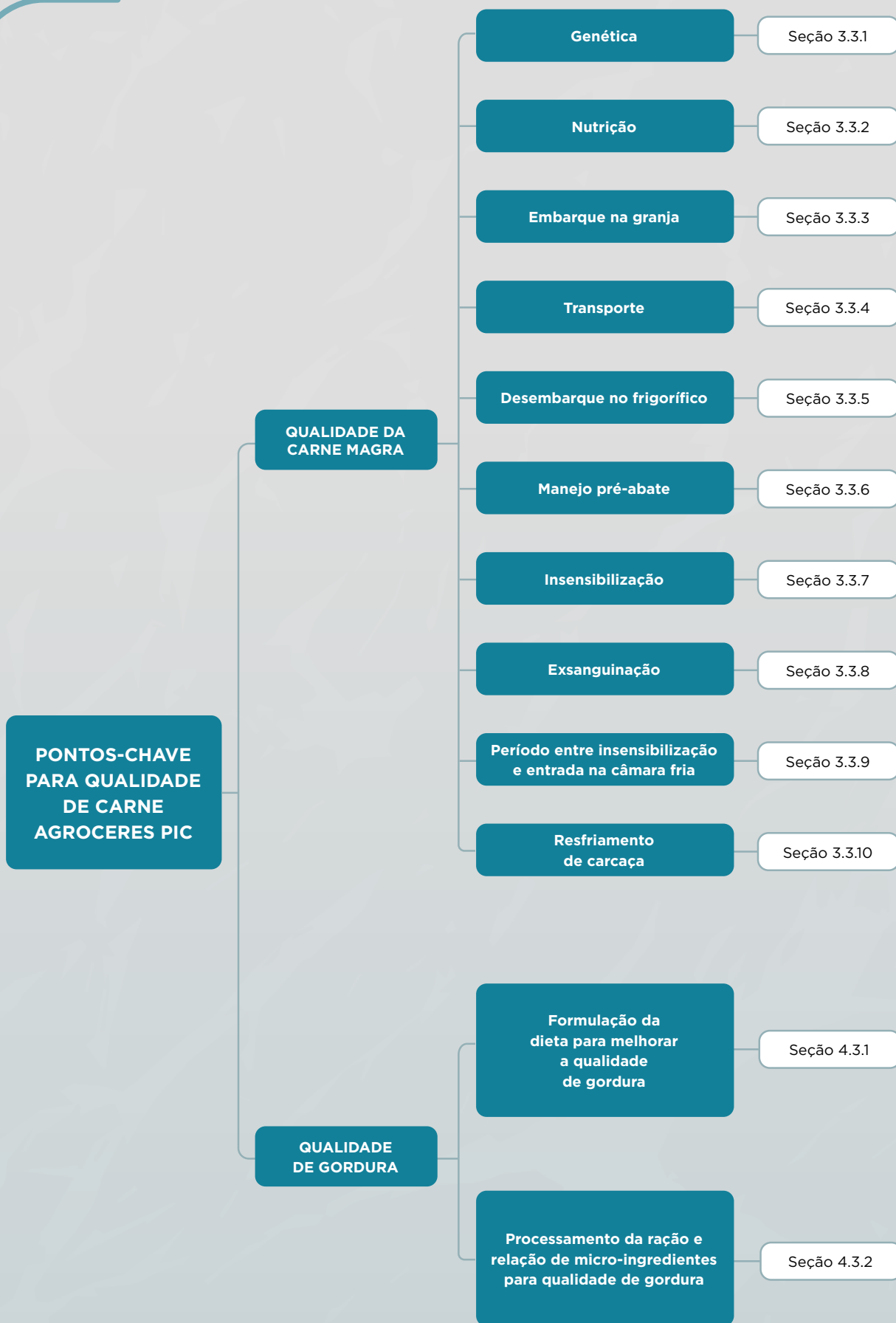
O guia Agroceres PIC contempla 10 áreas críticas para a produção de carne com elevado nível de qualidade, os quais incluem genética, nutrição, embarque na granja, transporte, desembarque no frigorífico, manejo pré-abate, manejo de insensibilização, exsanguinação, período entre a insensibilização e entrada na câmara fria e o resfriamento da carcaça propriamente dito.

A versão original do guia abordava apenas a qualidade de carne magra e o bem-estar animal. Como a qualidade da gordura se tornou cada vez mais importante a partir dos anos 2000, ela foi incluída nesta versão revisada.

Os pontos-chave para obtenção de elevado nível de qualidade da carne magra e gordura é descrito na Figura 2.1.

Embora as seções 3 e 4 discutam os detalhes específicos, bem como a medição e o gerenciamento da qualidade da carne magra e gordura, este esboço fornecerá uma referência rápida para ajudar a localizar práticas de gerenciamento específicas.

Figura 2.1



QUALIDADE DA CARNE MAGRA



Definir o conceito de qualidade de carne magra é considerado, na maioria das vezes uma tarefa difícil, dada a subjetividade dessa compreensão. Os parâmetros usados para essa caracterização, normalmente, são a aparência ou o aspecto da carne suína. O indicador final da qualidade, no entanto, se dá pela sua maciez, suculência e sabor.

3.1 Medição da qualidade da carne magra suína

As métricas a seguir podem ser usadas para medir ou prever a qualidade e são afetadas por vários fatores discutidos abaixo. Esta seção se concentra nessas métricas e nos equipamentos e métodos de avaliação.

Fatores que influenciam esses indicadores durante a conversão do músculo esquelético em carne, além de como gerenciar esses processos bioquímicos, serão discutidos.

3.1.1 Principais métricas

As métricas podem ser divididas em duas categorias:

- Medidas indiretas que são usadas para prever a qualidade de carne magra e,
- Medidas diretas que avaliam sensorialmente a qualidade da carne.

Medições indiretas

- Potencial hidrogeniônico (pH).
 - Mensura a acidez ou basicidade da carne.
 - A formação de lactato *post mortem* na carne faz com que o pH diminua.
 - O pH é uma medida objetiva.
- Cor.
 - Cor do tecido muscular ou carne.
 - A cor é afetada pelos níveis de mioglobina e pH.
 - A cor pode ser uma medida subjetiva ou objetiva.
 - A cor também pode ser uma medida direta, pois os consumidores podem selecionar o produto com base na cor da carne.
- Capacidade de retenção de água.
 - Capacidade do músculo/carne em reter água.
 - Diretamente relacionado ao pH do músculo/carne.
 - Perda por gotejamento ou Purge Loss (perda da água expelida pela superfície cortada) são formas comuns de medição.
 - A perda por cozimento também é influenciada pela capacidade de retenção de água.
 - Principalmente medida de forma objetiva.
- Firmeza.
 - É utilizada para avaliar a firmeza do músculo/carne.
 - A firmeza é afetada por muitos fatores, incluindo pH, composição de gordura, temperatura, peso, entre outras, dentro de um corte primário ou secundário.
 - Principalmente medida de forma subjetiva.
- Marmoreio/gordura intramuscular.
 - Nível de gordura intramuscular.
 - Não relacionado ao nível de pH.
 - Pode ser influenciado pela genética, dieta e sexo.
 - Pode ser medido subjetivamente (marmoreio) ou objetivamente (analisando gordura intramuscular/nível de lipídios).
 - O marmoreio também pode ser uma medida direta, pois os consumidores podem selecionar o produto com base no grau de marmoreio.
- Temperatura.
 - Declina à medida que o músculo é convertido em carne durante as primeiras 24 horas *post mortem*.
 - A taxa de declínio da temperatura é importante para regular o metabolismo *post mortem* e o declínio do pH.
 - A temperatura é uma medida objetiva.

Medições diretas

- Força de cisalhamento.
 - Medida direta da maciez da carne suína.
 - Também correlacionado com pH, suculência e sabor.
 - A força do corte é medida objetivamente.
- Análise sensorial.
 - Um painel com pessoas realiza testes de sabor em um conjunto controlado de condições com pontuação padronizada.
 - Os painéis podem consistir em experimentos realizados com pessoas treinadas ou não treinadas (consumidor).
 - A análise sensorial, em sua maioria, é uma medida subjetiva. Um painel sensorial com pessoas treinadas reduz a subjetividade.

3.1.2 Procedimentos de medição da qualidade da carne suína

3.1.2.1 Medição de pH

Muitos medidores diferentes estão disponíveis no mercado. Alguns dos mais usados, em todo o mundo, são encontrados na Figura 3.1.

Figura 3.1



Medidor de pH MPI

<https://www.frontmatec.com/>



Frontmatec pH*K21

Imagem cortesia da Frontmatec

<http://www.meatprobes.com/>



Hanna HI98163

www.hannainst.com



Hanna Halo Bluetooth FC2022

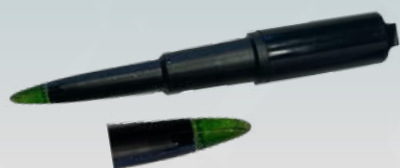
www.hannainst.com

A chave para obter boas e confiáveis medições de pH depende menos do medidor em si e mais da qualidade da sonda. É importante usar um medidor equipado com uma sonda projetada para determinar o pH em produtos alimentícios.

Os dois tipos de sondas de uso mais comum para medir o pH da carne são a ponta de vidro e/ou a sonda ISFET sem vidro (Figura 3.2). Essas pontas têm forma de lança para permitir a inserção em um músculo intacto. A sonda ISFET é desejável do ponto de vista da segurança alimentar, pois reduz o risco de pontas de vidro quebradas contaminarem a carne. No entanto, as sondas com ponta de vidro são mais precisas e confiáveis.

Figura 3.2

Tipos de sondas usadas para medir o pH em carnes



Sonda de ponta de vidro



Sonda ISFET sem vidro

O principal desafio com uma sonda ISFET é a dificuldade para o sensor fazer contato adequado com a carne, pois o dispositivo está levemente inserido na sonda. Uma sonda ISFET também tem um tempo de reação mais lento em comparação com a de vidro.

Apesar das desvantagens, pode ser necessário usar sondas ISFET em plantas de processamento que proíbem o uso desse tipo de equipamentos com ponta de vidro.

Nota: Algumas sondas de pH (Smart Probes) têm a capacidade de medir pH e temperatura simultaneamente. A maioria dos medidores de pH são projetados para uso em ambiente de laboratório e, portanto, não são práticos para uso em plantas de processamento. Alguns modelos são desenvolvidos para serem portáteis e resistentes à água, tornando-se ideais para uso em ambiente de planta de processamento. Três estilos básicos de medidores de pH portáteis estão disponíveis:

- Pistola:
 - Projetado especificamente para medição de pH em carnes; permite o uso com uma das mãos.
 - Geralmente mais caro, com uma faixa de preço de US\$ 2.500 a US\$ 5.000 (preços de 2021).
- Cabo portátil:
 - Requer o uso de ambas as mãos, pois a sonda de pH está em um cabo.
 - Os modelos de baixo custo começam a partir de US\$ 200. Dependendo do tipo de sonda, os custos variam de US\$ 150 a US\$ 300.
- Bluetooth:
 - Pode ser usado com uma ou duas mãos (requer um smartphone ou tablet).
 - A sonda é o medidor de pH, e está equipada com um aplicativo para registrar o pH. Essas sondas custam cerca de US\$ 200.

Outra consideração ao selecionar um medidor de pH é verificar sua capacidade de registrar e armazenar resultados à medida que as medições são coletadas e a funcionalidade de baixar os dados, posteriormente.

Esses recursos permitem uma coleta de dados mais fácil e precisa, além de flexibilidade para obter mais medições em menos tempo. A capacidade de registrar pelo menos 500 amostras é ideal para a maioria das aplicações em uma planta de processamento.

Considere, também, os recursos de calibração ao selecionar um medidor de pH. O equipamento deve ser capaz de calibração de, no mínimo, 2 pontos com padrões de pH 4,0 e 7,0.

Assumindo que não há limitações em relação às sondas de pH com ponta de vidro, sugerimos as seguintes especificações ao selecionar um medidor de pH:

- Medidor de pH que usa sondas com ponta de vidro.
- Medidor de pH com capacidade de ajuste manual da temperatura.
- Medidor de pH com capacidade de registrar e baixar resultados.
- Capacidade mínima de calibração em pH 4,0 e 7,0.
- Velocidade de medição < 5 segundos.

Todos os medidores de pH apresentados na Figura 3.1 atendem a essas especificações. Outros medidores de pH podem estar disponíveis e são igualmente eficazes.

Os procedimentos de calibração e armazenamento de um medidor de pH são fundamentais para obter resultados consistentes e confiáveis. A calibração do medidor deve ser realizada com tampão de pH 4,0 e 7,0 fresco no início de cada dia e verificado ao longo do dia. É necessário reajustar o aparelho, se a calibração estiver errada em mais de 0,05 unidades de pH.

Se uma sonda de pH não tiver sido usada por mais de dois dias, mergulhe-a no tampão de calibração por 30 minutos antes de calibrá-la para evitar desvios na medição.

Armazene a ponta da sonda no tampão de calibração de pH após a calibração e entre as medições. Ao armazenar sondas de pH durante a noite, sua ponta deve ser colocada em solução de armazenamento (KCl 4M ou similar) ou solução tampão (pH 4,0 ou 7,0). Para períodos mais longos, é preferível usar a solução de armazenamento em vez de tampão.

Os tampões devem ser armazenados em recipientes herméticos. A exposição excessiva ao ar irá deteriorá-los. Para calibração diária, é melhor ter pequenos recipientes de cada tampão de calibração que são reabastecidos, semanalmente, a partir dos recipientes dos tampões de pH originais.

Normalmente, o pH é medido no pernil e/ou no lombo. O pH do pernil é usualmente aferido no músculo semimembranoso, enquanto o pH do lombo é medido no longuíssimo dorsal. Esses dois locais são considerados os melhores para mensurar o pH, pois apresentam maior variação para detectar diferenças devido a fatores genéticos e/ou ambientais.

O pH do lombo e do pernil podem ser coletados na carcaça ou nos cortes primários individuais, dependendo de qual método funciona melhor na planta de processamento (Figuras 3.3 e 3.4). Ao medir o pH no lombo de uma carcaça, meça entre a 10ª e a última costela para evitar medir outros músculos além do longuíssimo dorsal.

Figura 3.3

Medição de pH no lombo

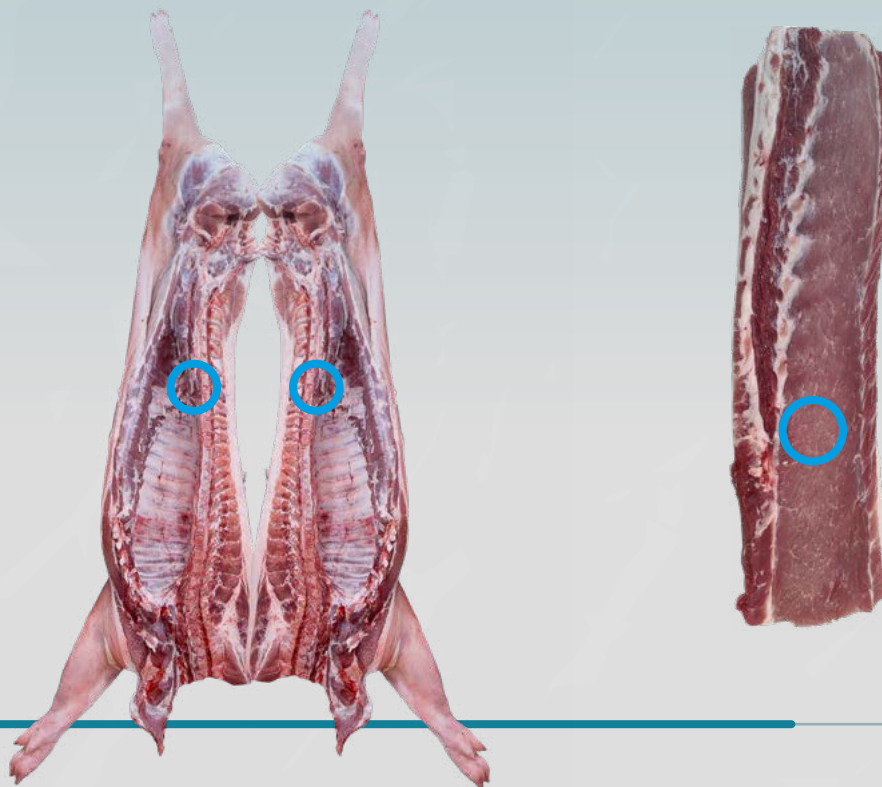
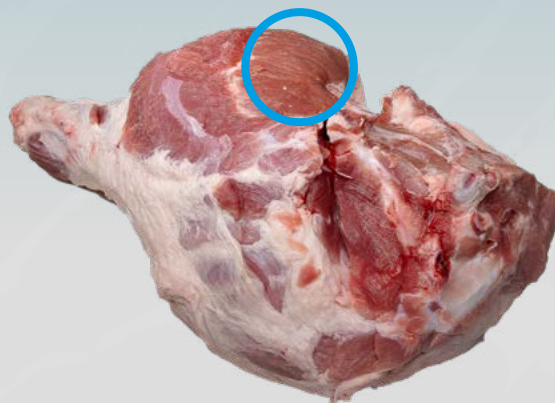


Figura 3.4

Medição de pH no pernil



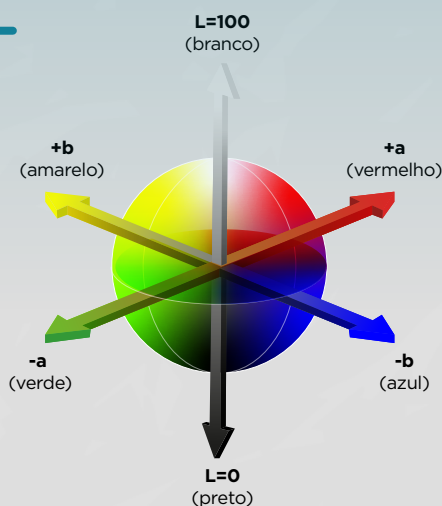
3.1.2.2 Medição de cor

A cor da carne suína pode ser medida de forma objetiva ou subjetiva. As medidas objetivas são comumente aferidas com colorímetros, enquanto as subjetivas são determinadas usando um conjunto de padrões definidos.

Medidas objetivas

Existem quatro componentes principais da medição instrumental de cores, incluindo espaço de cores, iluminantes, ângulo do observador e tamanho da abertura de medição. Normalmente, apenas espaços de duas cores são usados na indústria da carne: CIE $L^*a^*b^*$, ou o Hunter $L a b$. Esses espaços de cores tridimensionais fornecem os valores “L”, “a” e “b” usados para avaliar a cor da carne (Figura 3.5).

Figura 3.5



- À medida que **L** aumenta, a cor fica mais clara (branco puro = 100).
- À medida que **L** diminui, a cor fica mais escura (preto puro = 0).
- À medida que **a** aumenta, a intensidade do vermelho aumenta.
- À medida que **a** diminui, a intensidade do verde aumenta.
- À medida que **b** aumenta, a intensidade do azul diminui.
- À medida que **b** diminui, a intensidade do amarelo diminui.

O valor L^* representa a luminosidade (branco ao preto), com um número menor (cor mais escura) preferido na carne suína. O valor a^* representa a vermelhidão (vermelho a verde) com maior número (mais vermelho) preferido na carne suína. O valor b^* representa o amarelo (amarelo a azul), com um número menor (menos amarelo) preferido na carne suína. Os valores $L^*a^*b^*$ dependem do iluminante e do ângulo utilizado pelo observador.

Normalmente, a cor da carne suína é medida usando os iluminantes C ou D65, embora em alguns casos o iluminante A possa ser usado. O iluminante C representa a luz média do dia, excluindo a região do comprimento de onda ultravioleta. O iluminante D65 representa a luz média do dia, mas inclui a região do comprimento de onda ultravioleta. O iluminante A representa a luz incandescente.

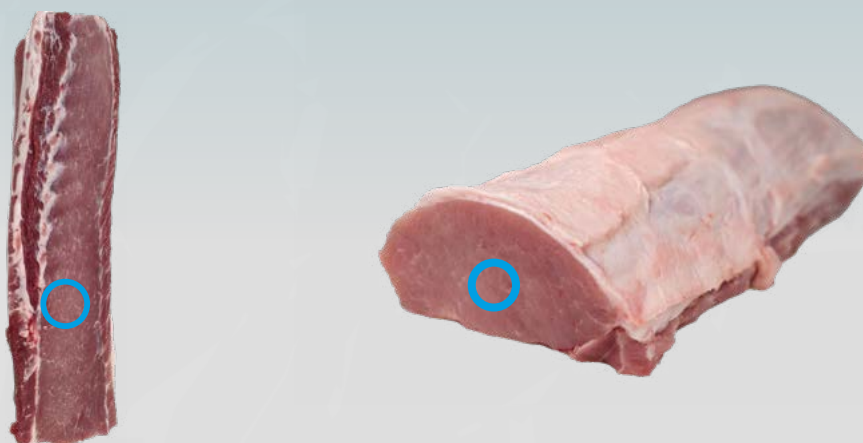
O ângulo do observador é um componente da medição de cor instrumental que, basicamente, padroniza o campo de visão humano. Os ângulos de observação de 2° ou 10° são usados com o ângulo de observação de 10° , proporcionando um campo de visão maior.

O tamanho da abertura de medição é o componente final da aferição de cores a ser considerado. O tamanho da abertura é o diâmetro da área circular medida. As aberturas de 8 mm e 40 mm são as mais utilizadas.

Embora a cor possa ser medida em qualquer parte da carcaça, a maioria é feita no lombo e/ou no pernil. No lombo, a medição pode ser feita na área da seção transversal do músculo ou na superfície do lombo em contato com a costela (Figura 3.6).

Figura 3.6

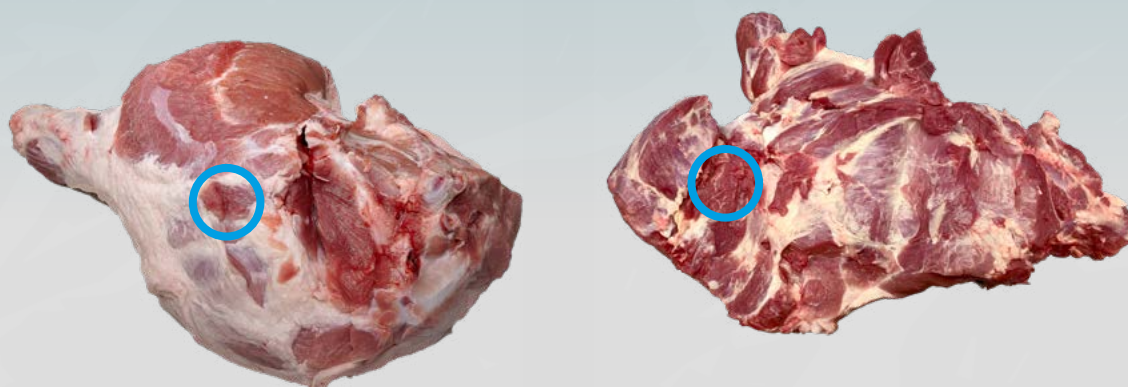
Locais de medição de cores para lombos



Para o pernil, as medições são, normalmente, feitas no músculo semimembranoso interno (Figura 3.7), mas podem ser feitas no glúteo médio, na face do pernil cortado. O músculo interno do pernil desossado, onde a carne magra é separada do osso, é o local em que, normalmente, é realizada a mensuração, tendendo à cor mais pálida devido ao resfriamento mais lento (Figura 3.7).

Figura 3.7

Locais para medição de cor de presuntos (SM e interior)



Quando as medições são feitas é importante garantir que a leitura da cor seja realizada no tecido magro e não no adiposo. Altos níveis de marmoreio podem resultar em leituras menos desejáveis, porque é difícil evitar medições sem que o tecido adiposo influencie na cor.

Para medição objetiva de cores, as ferramentas mais usadas incluem o colorímetro Minolta CR-400 (ou CR-410) e o Hunter Lab Miniscan. Esses instrumentos geralmente custam entre US\$ 5.000 e US\$ 10.000 (cotação de 2021). Muitas opções novas e menos caras estão sendo testadas, o que permitiria um uso mais amplo da medição objetiva da cor da carne suína.

Os dispositivos Color Muse e Nix, que medem a cor, possuem algumas limitações nos espaços de cores iluminantes e/ou ângulos do observador. Eles também, normalmente, exigem um smartphone ou tablet para uso. Embora esses dispositivos sejam mais baratos, é preciso fazer uma avaliação adicional para checar se eles têm a precisão necessária para aplicações comerciais.

Medidas subjetivas

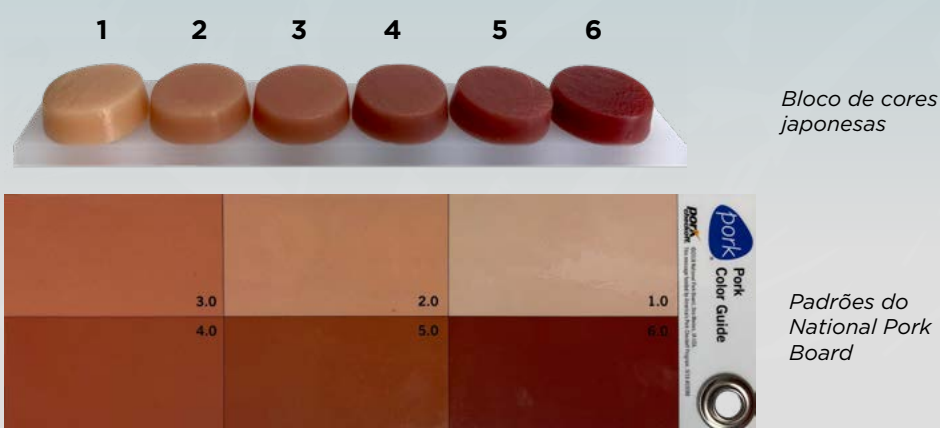
A medição subjetiva de cor é baseada em um conjunto de padrões e exige que os classificadores comparem a amostra com os padrões para determinação da cor. Os dois padrões mais usados são o japonês e o do National Pork Board (EUA)”.

O sistema de pontuação de cor japonês é usado principalmente em ambiente comercial, como fábricas que exportam carne suína para o Japão (Figura 3.8). As pontuações variam de 1 (cor clara) a 6 (cor escura) em incrementos de 1 unidade, e as frações de pontuações são dadas quando a cor está entre os padrões.

O National Pork Board (NPB) desenvolveu Padrões de Qualidade de Carne Suína (Figura 3.8) que incluem um padrão de cor. Os padrões NPB são semelhantes aos padrões japoneses, pois pontuam a carne de 1 (cor pálida) a 6 (cor escura). No entanto, as pontuações não são análogas, e os padrões de cores NPB são usados principalmente nas universidades.

Figura 3.8

Métodos para pontuação subjetiva de cores



Os padrões subjetivos de pontuação de cor são, normalmente, usados para pontuar a cor do lombo, mas podem ser usados em outros cortes primários ao avaliar a cor da carne magra. Assim como na medição objetiva da cor, a medição da cor do lombo pode ser feita na área da seção transversal do músculo do lombo ou na superfície do lombo que estava em contato com a costela.

Ao realizar a pontuação subjetiva de cores, é fundamental pontuar em uma área bem iluminada, pois isso afetará a forma como a cor é percebida. Além disso, ter um painel de duas pessoas pode aumentar a acurácia do processo subjetivo de pontuação de cores. Indivíduos treinados devem pontuar dentro de $\frac{1}{2}$ unidade um do outro nas pontuações individuais.

Uma vez que um produto é cortado, ele passará por um período de exposição, onde o oxigênio interage com o tecido muscular exposto e causa uma mudança de cor. É importante ter um intervalo consistente de tempo de exposição, antes de fazer medições ou esperar até que o período de exposição da carne esteja completo.

A maioria das pesquisas indica que os valores de L^* não são afetados pela exposição, mas os valores a^* e b^* podem ser afetados de 10 até 18 minutos após o corte. Lembre-se, leve em consideração a gordura intramuscular ao pontuar a cor de forma objetiva ou subjetiva. O foco é pontuar apenas o tecido magro.

3.1.2.3 Medição da capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água reflete a aptidão da carne de reter líquidos. De uma perspectiva comercial, a capacidade de retenção de água é, normalmente, medida na forma de perda por gotejamento ou Purge Loss, na ausência de quaisquer forças externas além da gravidade.

A perda por gotejamento é medida para representar a quantidade de fluido perdido em um corte na bandeja do supermercado, enquanto o Purge Loss é a quantidade de fluido perdido em um corte primário embalado a vácuo.

No protocolo básico para medir a perda por gotejamento/Purge Loss, a amostra é pesada, armazenada em condições comerciais por um período pré-definido e, em seguida, pesada novamente para determinar a quantidade de perda de peso. A perda de peso é, então, expressa como uma porcentagem do peso inicial: % de perda de gotejamento = $[(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial}] \times 100$.

A perda por gotejamento pode ser medida de várias maneiras, mas é importante seguir algumas diretrizes básicas para garantir a precisão. Primeiro, as amostras devem ter dimensões consistentes, pois a quantidade de área de superfície afetará a quantidade de fluido perdido. Isso pode ser feito cortando amostras em cubos de 25 mm.

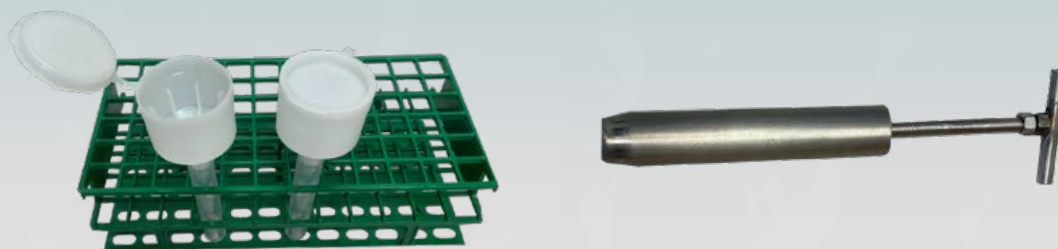
Ao remover as fatias é importante não usar a ponta do corte, pois a perda de fluido começa quando a superfície é exposta. Então, faz-se um corte de 25 mm da ponta do corte e, em seguida, usa-se o próximo corte de 25 mm para obter a amostra de perda de gotejamento.

Todas as amostras para perda de gotejamento devem ser completamente aparadas de gordura externa e tecidos conjuntivos. Armazene a amostra para que não fique

exposta a elementos externos. Suspenda a amostra para que a perda de fluido possa ser verificada, o que pode ser feito de diferentes maneiras. Dois dos métodos mais comuns incluem as técnicas do gancho e do tubo de gotejamento EZ (Figura 3.9).

Figura 3.9

Tubos de perda de gotejamento EZ e dispositivo de perfuração



Com o método do gancho, anexe a amostra em um gancho suspenso ou dispositivo similar. Em seguida, coloque a amostra em um saco plástico, tomando cuidado para garantir que o invólucro não toque na amostra.

O método de tubo de gotejamento do Instituto Dinamarquês de Pesquisa de Carne (EZ) usa um tubo que suspende a amostra acima de um canal de drenagem, permitindo que a perda de fluido se separe da amostra (<https://www.dti.dk/specialists/ez-driploss-equipment/35497>).

A amostra deve ser armazenada sob condições de refrigeração (1 a 5°C) por um período pré-determinado (geralmente 24 ou 48 horas). Ter um intervalo de armazenamento e temperaturas consistentes é essencial, pois a perda por gotejamento avança de maneira não linear com o aumento do tempo e da temperatura.

Por fim, use uma escala que possa determinar com precisão a perda por gotejamento. Para as dimensões do tamanho da amostra descritas acima, o peso da amostra fica, normalmente, entre 10 e 20 g. No entanto, a escala de pesagem em miligramas seria a mais adequada.

O Purge Loss pode ser medido em qualquer corte primário ou secundário embalado a vácuo, embora seja, comumente, aferido em lombos desossados. Ele representa a quantidade de perda de fluido desde o momento em que o lombo é embalado na planta de processamento até ser desembalado para corte em fatias ou aberto pelo consumidor.

Como esse processo abrange um período de tempo mais longo, o Purge Loss é, normalmente, medido em um intervalo de, pelo menos, 7 dias. Mas poderia, por exemplo, ser aferido em até 28 dias para simular a condição de produtos frescos que são exportados para a Ásia.

Tal como acontece com a perda por gotejamento, as amostras devem ser armazenadas em condições refrigeradas que representem os processos normais a que o produto incorreria em situações comerciais.

Para medir o Purge Loss, deve-se pesar o corte antes de embalar (ou subtrair o peso

da embalagem plástica, se conhecido). Após o período de armazenamento prescrito, retire o corte da embalagem plástica, seque-o levemente com uma toalha de papel para remover o excesso de fluidos da superfície e, em seguida, pese novamente o corte.

3.1.2.4 Firmeza

O NPB (National Pork Board) definiu padrões para avaliar a firmeza da carne suína. Esse sistema de pontuação é usado em uma superfície de corte e consiste na seguinte avaliação de 3 pontos:

- **Mole:** a superfície de corte parece macia e não mantém sua forma.
- **Firme:** a superfície de corte tem pouca distorção e mantém sua forma.
- **Muito firme:** a superfície de corte é muito lisa, sem distorção.

Esse sistema funciona bem, ao avaliar a firmeza de amostras para fins de pesquisa ou garantia de qualidade. No entanto, em um ambiente comercial, muitas vezes é difícil avaliar as amostras usando esse sistema de pontuação, porque implica a redução de valor do corte.

A extremidade do lombo é avaliada com base no sistema NPB, porém mais ênfase é colocada em quão bem o lombo inteiro mantém sua forma e a facilidade com que o lombo é dobrado (Figura 3.10), para determinar uma pontuação geral de firmeza:

Figura 3.10

Sistema NPB



Pontuação de 5 pontos inclui:

- 1 **Muito mole:** o lombo se dobra praticamente sem esforço e não mantém a sua forma.
- 2 **Mole:** o lombo se dobra com facilidade e mantém frouxamente a sua forma.
- 3 **Firme:** o lombo dobra-se com alguma resistência e mantém a sua forma.
- 4 **Moderadamente firme:** o lombo se dobra com resistência moderada e não completamente sobre si mesmo.
- 5 **Muito firme:** o lombo é resistente e não se dobra completamente sobre si mesmo.

3.1.2.5 Medição de marmoreio

Os termos marmoreio e gordura intramuscular são, frequentemente, usados como se tivessem o mesmo significado. Para os fins deste guia, o marmoreio é medido, subjetivamente, usando-se um conjunto de padrões, e a gordura intramuscular é medida, objetivamente, usando meios químicos ou mecânicos.

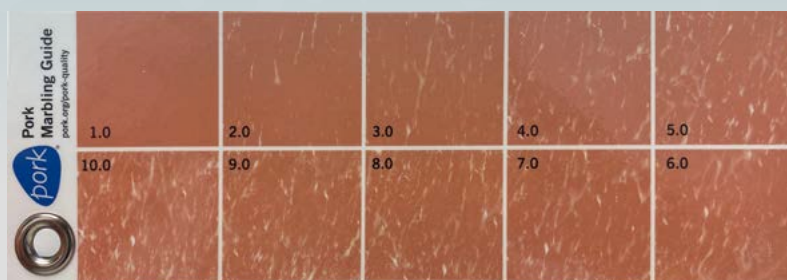
A medição da gordura intramuscular é mais cara, pois é destrutiva para o produto

final e sua análise química acarreta um custo adicional, além de ser mais demorada, pois a amostra deve ser coletada, preparada e avaliada corretamente.

O National Pork Board (NPB) desenvolveu padrões de marmoreio (Figura 3.11). Esses padrões variam de 1 (praticamente desprovido de marmoreio) a 10 (marmoreio abundante). Cada uma dessas pontuações dentro dos padrões é, aproximadamente, equivalente à porcentagem da gordura intramuscular, ou seja, a pontuação de marmoreio de 3 é igual a 3% de gordura intramuscular.

Figura 3.11

Padrões de marmoreio do NPB



Normalmente, o marmoreio é medido no lombo, mas, em algumas regiões do mundo, é aferido também no pernil. Ao medir o marmoreio do lombo em condições ideais, sua pontuação é obtida na superfície de uma fatia de lombo. No entanto, na maioria das situações comerciais, a pontuação de marmoreio é obtida na superfície da costela (ventral) do lombo, uma vez que a superfície da fatia não é exposta, a menos que os lombos sejam cortados ao centro.

Embora a pontuação de cor subjetiva precise de boa iluminação para pontuação, às vezes, é necessário sombrear a área que está sendo pontuada para marmoreio, para melhorar o contraste entre a cor da gordura e da carne magra.

A gordura intramuscular tem sido, tradicionalmente, medida usando métodos químicos em laboratórios comerciais e universitários. Nos últimos anos, a tecnologia de infravermelho próximo (NIR) tornou-se mais comum para medir a gordura intramuscular. Os métodos NIR, usados em carne suína moída, ao contrário de produtos de carne intacta, têm uma precisão maior, mas consomem mais tempo.

Observe que esses métodos determinam a porcentagem de lipídios encontrada no produto cárneo, não o conteúdo real de gordura intramuscular. A gordura intramuscular inclui lipídios, proteínas e água, portanto, os resultados químicos e NIR são tipicamente mais baixos do que as pontuações subjetivas de marmoreio, a menos que a proteína e a água sejam contabilizadas após a determinação da porcentagem de lipídios.

Os tamanhos das amostras, por sua vez, dependem dos métodos químicos ou NIR usados. Eles são normalmente ditados pelo laboratório que realiza a análise.

Ao coletar as amostras é importante remover qualquer gordura intermuscular ou subcutânea da amostra, pois ela inflará artificialmente a concentração de gordura intramuscular.

3.1.2.6 Medição de temperatura

A temperatura é uma das medidas mais simples e podem ser aferidas em qualquer lugar da carcaça. Como a taxa de declínio da temperatura pode ter um impacto direto na qualidade da carne suína, é importante medi-la nas partes da carcaça que são influenciadas por essa queda. Essas áreas incluem a porção profunda da paleta, pernil e lombo.

Faça medições de temperatura em períodos de tempo padrão, usando um termômetro de carne comum. As medições também podem ser feitas em intervalos definidos, *post mortem* ao longo do processo de resfriamento, usando registradores de dados de temperatura.

Para realizar aferições de temperatura em período específico pode-se utilizar um termômetro de carne padrão com sonda de pelo menos 100 mm de comprimento, capaz de medir com precisão de intervalo de 0,1°C. Ao medir curvas de declínio de temperatura, os registradores de dados devem ser à prova d'água, para suportar as condições durante o processo de resfriamento, e fazer medições em intervalos de 5 minutos. Tanto o termômetro de carne quanto os registradores de dados devem usar uma sonda com pelo menos 100 mm de comprimento e serem capazes de medir o mais próximo de 0,1°C de variação de temperatura.

Idealmente, o registrador de dados deve possuir várias portas de entrada, de modo a medir as curvas de declínio de temperatura em vários locais primários e, também, a temperatura ambiente durante o período de resfriamento. A empresa ONSET fabrica o Hobo 4-Channel Analog Data Logger MX1105 que pode ser equipado com até 4 sensores (<https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1105>).

Os sensores incluem um sensor ambiente (SD-TEMP-01) e um sensor de sonda de temperatura (SD-TEMP-SS-06), que funcionam bem para medir curvas de declínio de temperatura. A unidade do registrador de dados pode ser colocada em um pacote plástico seco para protegê-la da água durante o processo de obtenção das curvas de declínio de temperatura.

3.1.2.7 Medição sensorial e maciez

O padrão-ouro para avaliar, objetivamente, a qualidade do consumo de carne suína pode ser feito diretamente por meio de medição instrumental de maciez e análise sensorial. A maciez objetiva ou força de cisalhamento é determinada usando Warner-Bratzler (Figura 3.12), enquanto a análise sensorial usa um grupo treinado ou não treinado de voluntários para avaliar a qualidade da carne suína.

A Associação Americana de Ciência da Carne (AMSA) reuniu metodologias detalhadas para a realização de medições sensoriais e objetivas de maciez. Embora esse documento da AMSA discuta esses métodos em detalhes, algumas diretrizes básicas são fundamentais, independentemente do tipo de painel sensorial ou análise de maciez.

A seleção da amostra é fundamental. O lombo (músculo longuíssimo dorsal) é usado na maioria das análises sensoriais e de maciez da carne suína, mas o músculo semimembranoso do pernil também é frequentemente analisado. Independentemente do músculo o importante é ser consistente, todas as amostras devem ser da mesma porção muscular.

Figura 3.12

Máquina e lâmina Warner-Bratzler



Depois de coletar a amostra, armazene-a sob condições normais de refrigeração por 5 a 14 dias (período de maturação da carne suína) antes da análise. O ideal é que o produto esteja fresco e não congelado antes de cozinhar, pois o congelamento da carne suína resulta em menores valores de força de cisalhamento (a carne fica mais macia). Os valores de força de cisalhamento para carne suína congelada não serão comparáveis com os valores de força de cisalhamento da carne suína fresca.

Corte as amostras na espessura padrão. Em geral, use amostras em fatias de 2,54 cm resfriadas de 2 a 5°C antes de cozinhar. Como o grau de temperatura final de cozimento pode afetar a maciez e a percepção sensorial, monitore de perto a carne para evitar o cozimento excessivo ou insuficiente.

Normalmente, isso é feito com termostatos inseridos no centro geométrico do corte e monitorados com algum tipo de registrador de dados.

Os métodos de cozimento podem variar, mas “chapas duplas” são frequentemente usadas, pois fornecem cozimento uniforme em ambos os lados da amostra e são baratas. Outros métodos incluem grelhar, fornos de esteira (ou seja, fornos de pizza) e termocirculador (cuba gastronômica). Após a finalização do cozimento, a maciez e a análise sensorial possuem processos diferentes, por isso serão discutidos separadamente.

A força de cisalhamento Warner-Bratzler é o tipo mais comum de análise objetiva de maciez usada em todo o mundo. A premissa por trás desse teste é a quantidade de força (kg) necessária para a lâmina Warner-Bratzler cortar um núcleo de 1,25 cm, perpendicular à orientação da fibra muscular. Após o cozimento, refrigere as amostras por no mínimo 12 horas, para permitir uma extração consistente das porções da fatia. No mínimo, permita que as fatias da amostra se equilibrem à temperatura ambiente, antes de retirar a prova.

Antes do corte, as bordas das fatias devem ser retiradas para que se possa determinar a orientação da fibra muscular, uma vez que o corte deve ser tomado paralelamente às fibras musculares. Corte a fatia com um dispositivo de perfuração de 1,25 cm. No mínimo, remova 4 pedaços do corte para teste de força de cisalhamento.

Uma vez que as amostras do núcleo são coletadas, elas podem ser cortadas com uma lâmina Warner-Bratzler com uma velocidade de cruzeta de 225 ± 25 mm/min. Tenha cuidado para cortar as peças perpendicularmente no centro. Faça a média de cada uma das leituras do centro do corte para o valor final da força de cisalhamento.

Como mencionado anteriormente, a análise sensorial pode ser avaliada usando voluntários treinados ou não treinados (consumidores). Um voluntário sensorial treinado deve detectar consistentemente diferenças em uma variedade de características.

Embora voluntários treinados possam identificar diferenças, os consumidores não treinados podem não notá-las. A análise sensorial ajuda a determinar se as diferenças de percepção, entre os voluntários treinados e não treinados, são importantes.

Traços sensoriais, normalmente, envolvem características como suculência, maciez, sabor agradável e sabor desagradável. Sua pontuação emprega algum tipo de escala em que um número menor é menos desejável que um número maior. Em alguns painéis de consumidores, as amostras são pontuadas tanto em uma escala hedônica quanto ao gosto ou preferência.

Depois de cozinhar, corte fatias das amostras para os provadores. As fatias devem ser fracionadas em pedaços de 1,25 cm x 1,25 cm x 2,5 cm (espessura da amostra) para amostragem. Mantenha as amostras aquecidas até que a carne seja servida aos provadores.

Cada membro do painel, normalmente, pontua as amostras sob condições de luz vermelha para evitar quaisquer vieses devido à cor ou ao grau de cozimento. Entre cada amostra, os provadores devem limpar o paladar com água e biscoitos sem sal. As pontuações dos membros do painel são calculadas em média para obter uma pontuação geral para cada corte.

Como em qualquer teste, é importante realizá-lo em condições padronizadas para que se possa fazer comparações diretas entre lotes/grupos de amostras ou em uma situação de benchmarking (avaliação comparativa).

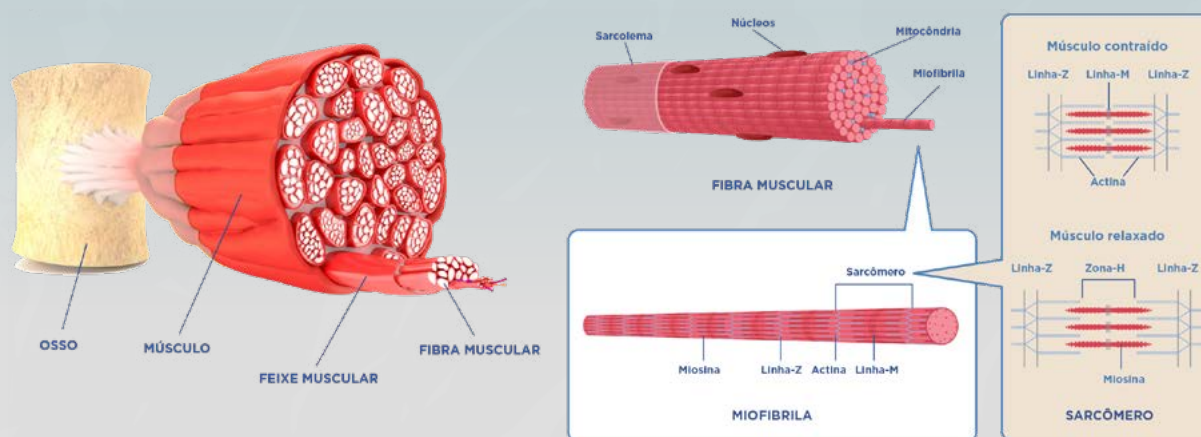
3.2 Fatores que influenciam a qualidade da carne magra

3.2.1 Conversão de músculo em carne

Um músculo esquelético (Figura 3.13) é composto de centenas, ou mesmo milhares, de células ou fibras musculares agrupadas e envoltas em uma cobertura de tecido conjuntivo. Cada músculo é circundado por uma bainha de tecido conjuntivo chamada epimísio. A fáscia (tecido conjuntivo fora do epimísio) envolve e separa os músculos.

Figura 3.13

Composição da estrutura muscular



Cada célula muscular tem regiões distintas quando observadas ao microscópio. Elas são conhecidas como sarcômeros, que são formados a partir de actina e miosina, bem como várias proteínas auxiliares associadas.

A miosina é uma proteína composta por muitas caudas entrelaçadas de unidades individuais de miosina. As cabeças das unidades ficam acima de suas hastes e são atraídas pelo filamento de actina, formando pontes cruzadas que permitem ciclos de contração e relaxamento.

O músculo esquelético é um tecido complexo, caracterizado por condições fisiológicas sofisticadas. Os sistemas nervoso, circulatório, respiratório e endócrino são todos críticos para fornecer oxigênio e energia e regular o pH e a temperatura, mantendo a homeostase do músculo.

Quando um suíno é abatido, esses sistemas perdem a capacidade de manter a homeostase, e o músculo vivo é, gradualmente, convertido em carne. Após a morte, o metabolismo continua por um tempo limitado até que os substratos energéticos e os metabólitos sejam esgotados ou as reações dependentes da temperatura deixem de funcionar.

3.2.1.1 Metabolismo energético

Os músculos usam uma fonte de energia chamada Adenosina Trifosfato (ATP) para o trabalho (atividades contráteis) e a homeostase do cálcio (Ca^{2+}).

O ATP é formado a partir de glicose (ou precursores de glicose) sob condições aeróbicas (com oxigênio) ou anaeróbicas (sem oxigênio) através da glicólise. A produção de ATP é mais eficiente em condições aeróbicas (38 ATP por molécula de glicose) do que em condições anaeróbicas (2 ATP por molécula de glicose).

O metabolismo anaeróbico ocorre quando os hormônios do estresse são secretados (principalmente adrenalina e cortisol). Qualquer estressor que cause a resposta de “luta ou fuga” pode iniciar a liberação desses hormônios que, por sua vez, fornecem ao animal um impulso de energia para sobreviver, mantendo a homeostase.

O resultado do metabolismo anaeróbico é 2 ATPs e 2 piruvatos. Quando o animal está vivo, o piruvato é convertido em ácido láctico, que é transferido do músculo para o fígado para ser convertido novamente em glicose. Essa glicose pode voltar ao músculo para produção de energia (Cori ou ciclo do ácido láctico), à medida que a resposta de luta ou fuga diminui.

No momento da morte/exsanguinação (sangria), o suprimento de sangue para as células musculares é perdido, resultando na perda de oxigênio, suprimento de nutrientes e capacidade de regular a temperatura. A perda de oxigênio causa uma mudança para o metabolismo anaeróbico.

O aumento do piruvato do metabolismo anaeróbico resulta no aumento do lactato muscular, o que diminui o pH do músculo. A taxa e a extensão do declínio do pH dependem da quantidade de acúmulo de ácido láctico no músculo *peri mortem* devido ao estresse, da quantidade de energia armazenada nas células musculares para a glicólise *post mortem* (glicogênio) e da temperatura *post mortem*.

3.2.1.2 Rigor Mortis e condições associadas

Rigor mortis é uma característica física chave da conversão de músculo em carne, que ocorre quando o metabolismo energético cessa. É a condição em que os músculos perdem a extensibilidade quando os dois principais componentes estruturais do aparelho contrátil do músculo esquelético (actina e miosina) se unem (pontes cruzadas de actomiosina).

As três fases do desenvolvimento do rigor incluem atraso, início e conclusão. Durante a fase tardia, os níveis de ATP são relativamente constantes e o músculo é macio, elástico e extensível. A creatinafosfato (PCr) é uma parte importante desse processo, pois é necessário para a conversão da Adenosina difosfato (ADP) em ATP para a contração muscular, quando não há oxigênio.

O músculo permanecerá na fase atrasada se a PCr estiver disponível para manter os níveis de ATP, mesmo sem oxigênio.

Logo após os níveis de PCr serem esgotados, os níveis de ATP começarão a diminuir, movendo o desenvolvimento do rigor para a fase inicial. Durante a fase inicial, o músculo torna-se inelástico e inextensível.

Os níveis de ATP estão diminuindo, permitindo a liberação de Ca^{2+} que, por sua vez, permite que a actina e a miosina formem as pontes cruzadas da actomiosina. Isso continua até a depleção do ATP muscular abaixo de $1 \mu\text{g/g}$, quando as pontes cruzadas da actomiosina se tornam permanentes, pois o ATP é necessário para quebrar essas pontes.

Nesse ponto, o músculo está na fase final de conclusão do *rigor mortis*. As pontes de actomiosina formadas durante *rigor mortis* são as mesmas formadas durante o ciclo normal de contração e relaxamento muscular. No entanto, na contração muscular normal apenas cerca de 20% dos possíveis sítios de ligação são usados, enquanto praticamente todos os sítios de ligação são usados no estágio de *rigor mortis*.

O início do *rigor mortis* na carne suína, normalmente, ocorre entre 15 minutos e 3 horas *post mortem*, com rigor na maioria dos músculos em 10 horas *post mortem*. Como o desenvolvimento do rigor envolve alguma contração muscular (encurtamento do rigor), afeta diretamente a maciez da carne.

As seguintes condições associadas ao *rigor mortis* podem ocorrer:

Encurtamento pelo frio:

O encurtamento pelo frio pode ocorrer quando o músculo é resfriado a $< 7^\circ\text{C}$ antes do rigor estar completo e o pH do músculo estar acima de 6,30. Como o rigor não é completo, o ATP está disponível, o que normalmente regula a disponibilidade de Ca^{2+} para as miofibrilas para contração e relaxamento.

Sob essas condições frias, no entanto, o Ca^{2+} torna-se desregulado devido ao seu excesso, juntamente com o ATP residual, resultando em uma contração severa que encurta o músculo. Nesse processo, as pontes cruzadas de actomiosina se formam permanentemente, pois o ATP é consumido e esgotado para contrair o músculo.

O encurtamento pelo frio não é, normalmente, um problema na carne suína, devido ao rápido declínio do pH *post mortem*. O *rigor mortis* é definido quando o pH é inferior a 6,00 e antes que uma baixa temperatura muscular possa ser alcançada. A exceção pode ser a carne de suíno que é desossada a quente, o que permite um resfriamento mais rápido do músculo.

Na carne bovina e ovina, a estimulação elétrica é usada para diminuir rapidamente o pH do músculo para melhorar a maciez. No entanto, a estimulação elétrica nunca deve ser usada na carne suína, porque o aumento da produção de ácido lático criará uma taxa mais rápida de declínio do pH e prejudicará a qualidade da carne.

Rigor de descongelamento:

O rigor de descongelamento ocorre quando a carne pré-rigor é cortada e congelada. Uma vez que esses músculos irrestritos são descongelados, o ATP residual e o Ca^{2+} causam contração do músculo e encurtamento do músculo em até 60% (bovino, ovino). Essa contração resulta em alta perda de umidade e endurecimento severo do músculo.

Tal como acontece com o encurtamento a frio, o rigor de descongelamento é raro na carne suína, uma vez que o rigor, normalmente, é concluído antes que os músculos sejam dissecados da carcaça e congelados. Se ocorrer na carne suína, o grau de encurtamento é muito inferior a 60%, pois a estrutura esquelética, normalmente, restringe os músculos.

3.2.1.3 Tipo de fibra muscular

O músculo consiste em fibras do Tipo I (vermelha/oxidativa), Tipo IIa (misto, oxidativa-glicolítica IIa e IIx) e Tipo IIb (branca/glicolítica). As principais características para esses tipos de fibra são encontradas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1

Características	Tipo I	Tipo IIa	Tipo IIb
Cor	Vermelha	Intermediária	Branca
Metabolismo	Aeróbico	Ambos	Anaeróbico
Nível de ácidos graxos	Alto	Intermediário	Baixo
Conteúdo de glicogênio	Baixo	Intermediário	Alto
Velocidade de contração	Lento	Rápido	Rápido
Conteúdo de mioglobina	Alto	Intermediário	Baixo

Os músculos são tipicamente compostos por todos os três tipos de fibras, mas a proporção delas depende da espécie de animal, genética ou músculo individual. Em suínos, os músculos usados para trabalho contínuo, como locomoção ou diafragma, tendem a ter maior proporção de fibras do tipo I.

Esses músculos têm uma cor vermelha mais escura. Exemplos incluem o músculo espinhal dorsal da paleta e o músculo quadríceps do pernil. O músculo do lombo e alguns músculos do pernil teriam maior proporção de fibras do tipo II.

Os músculos com maior proporção de fibras do tipo IIb correm maior risco de desenvolver má qualidade de carne. Isso se deve ao potencial de aumento do metabolismo anaeróbico, resultando em níveis mais altos de ácido láctico, reduzindo o pH do músculo em temperaturas internas superiores a 30°C e levando a uma cor mais pálida e redução da capacidade de retenção de água.

3.2.2 Desenvolvimento da qualidade da carne

3.2.2.1 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água é importante para a qualidade da carne suína fresca e processada. Em geral, produtos frescos com baixa capacidade de retenção de água apresentam qualidade alimentar menos desejável. Igualmente, produtos processados, nessa mesma condição, têm menor valor devido à sua incapacidade de absorção de água, que é o principal componente das soluções de salmoura.

Três efeitos principais que determinam a capacidade de retenção de água da carne são: 1) efeito de carga líquida, 2) efeito estérico e 3) efeito de proteólise.

O efeito da carga líquida está diretamente relacionado ao pH do músculo. À medida que o pH se aproxima do ponto isoelétrico ($\approx 5,2$) a capacidade de retenção de água diminui, com a menor capacidade de retenção de água ocorrendo no ponto isoelétrico. O efeito de carga líquida representa apenas cerca de 5% da água dentro da célula muscular.

O efeito estérico envolve as forças capilares que retêm a água dentro das miofibrilas. Isso envolve o espaçamento de filamentos finos e grossos (comprimento do sarcômero; Figura 3.13) dentro da miofibrila. Maior espaçamento indica maior capacidade de retenção de água. Os fatores que influenciam o espaçamento dos filamentos incluem pH, força iônica e estado de rigor do músculo. À medida que o pH e a força iônica aumentam, também aumenta o espaçamento entre os filamentos.

O efeito da proteólise está relacionado à desnaturação de proteínas que ocorre durante a conversão do músculo em carne. Um maior nível de desnaturação de proteínas leva a uma baixa capacidade de retenção de água.

Essa desnaturação da proteína está associada ao nível de pH e à taxa de seu declínio. Taxas mais baixas e rápidas de declínio do pH estão associadas à maior desnaturação de proteínas e menor capacidade de retenção de água. A desnaturação de proteínas também depende da temperatura do músculo, ocorrendo menos desnaturação à medida que a temperatura do músculo diminui.

3.2.2.2 Cor

A cor da carne suína fresca é controlada, principalmente, pelo conteúdo de mioglobina. Dois outros fatores também influenciam a cor, incluindo os citocromos (responsáveis pelo armazenamento de oxigênio no músculo) e o desenvolvimento do *rigor mortis*.

Concentrações mais altas de mioglobina ocorrem onde há o metabolismo oxidativo (aeróbico). As fibras musculares do tipo I são de natureza mais oxidativa, por isso têm maiores concentrações de mioglobina e são de cor mais vermelha.

A cor da carne é variável, em parte, devido aos diferentes tipos de fibras musculares. Essas diferenças são expressas entre diversos músculos com distintas funções.

Além disso, espécies diferentes podem ter utilização *sui generis* dos músculos. As diferenças também podem ocorrer dentro de uma raça/linhagem em uma espécie.

Animais mais velhos têm níveis mais elevados de mioglobina do que animais mais jovens. No entanto, a cor da carne não é completamente indicativa da concentração de mioglobina.

Como mencionado anteriormente sobre a capacidade de retenção de água, a desnaturação de proteínas ocorre em músculos com alta temperatura e baixo pH e também afeta a mioglobina (metaloproteína), alterando sua solubilidade. Uma vez que a solubilidade da mioglobina é alterada, sua contribuição para a cor vermelha da carne é perdida.

A desnaturação das proteínas musculares faz com que a carne mude de cor, influenciando a forma como a luz é refletida. Se o pH permanecer alto (declínio lento do pH), ocorre pouca desnaturação, resultando na reflexão de espectros de cores mais escuras. Sob condições de pH baixo (declínio rápido do pH), no entanto, ocorre mais desnaturação e a cor parece mais clara, devido à reflexão do espectro de cor mais clara.

Além disso, o estado oxidativo do ferro heme (Fe) associado à mioglobina pode afetar a cor. Quando o ferro heme está no estado ferroso (Fe_2^+), a mioglobina pode estar nas formas oximioglobina (com oxigênio) ou desoximioglobina (sem oxigênio).

A oximioglobina é de cor vermelha brilhante, enquanto a desoximioglobina é de cor roxa avermelhada escura. Essas duas formas são responsáveis pelo florescimento da cor quando um músculo é cortado.

Antes do corte, a mioglobina está, principalmente, na forma de desoximioglobina. Uma vez que o músculo é cortado, a desoximioglobina é convertida em oximioglobina, e a cor muda para um vermelho mais brilhante devido à presença de oxigênio.

Eventualmente, o Fe_2^+ oxida para o estado férrico do ferro (Fe_3^+), resultando na formação de metamioglobina e uma cor acinzentada a marrom-acinzentada.

A formação de metamioglobina tem implicações práticas, porque influencia a forma como os consumidores veem o produto, no caso de carnes no varejo. Uma vez que essas cores cinza/marrom se desenvolvem, os consumidores acham o produto menos desejável, devido à associação percebida com um produto “velho” ou “vencido”.

3.2.2.3 Maciez

A maciez é um traço de qualidade-chave associado à qualidade geral da alimentação. As propriedades físicas da carne e as temperaturas de cozimento podem afetar a maciez. As propriedades físicas da carne incluem comprimento do sarcômero, fragmentação da miofibrila, quantidade de tecido conjuntivo e marmoreio. Adicionalmente, as propriedades químicas, como o pH, também desempenham um papel importante, influenciando o comprimento do sarcômero e a fragmentação das miofibrilas.

O comprimento do sarcômero é importante porque está associado ao grau de encurtamento do rigor. O encurtamento pelo frio tem um efeito extremamente negativo na maciez, devido ao comprimento muito curto do sarcômero. Normalmente, algum nível de encurtamento de rigor ocorrerá sob condições normais (não o encurtamento a frio). Isso afetará o comprimento do sarcômero e a maciez da carne.

A fragmentação das miofibrilas é importante no desenvolvimento da maciez, pois causa dano estrutural específico do local da proteína no músculo pós-rigor que melhora a maciez. Pequenos e contínuos aumentos na fragmentação de miofibrilas resultam em maciez da carne. As calpaínas (enzimas que quebram proteínas) são as principais responsáveis pela fragmentação das miofibrilas. A atividade da calpaína depende da presença de Ca^{2+} . A calpastatina inibe essa atividade.

Uma variedade de fatores ambientais pode influenciar a atividade da calpaína, incluindo pH, temperatura e oxidação. A atividade ótima da calpaína é observada em pH 7,0 e reduz à medida que o pH diminui. A vasta pesquisa científica da carne indica que o rápido declínio do pH pode interromper completamente a ativação das calpaínas, resultando em falha na degradação das proteínas miofibrilares. À medida que a temperatura da carne diminui, a atividade da calpaína também diminui, embora alguma atividade dela ainda ocorra na temperatura da carne resfriada (4°C).

O momento em que ocorre a degradação da proteína miofibrilar é o período de maturação. O período desejado de maturação na carne suína é de 5 a 14 dias, com o maior efeito na maciez ocorrendo entre 7 a 10 dias de maturação.

À medida que o nível de tecido conjuntivo (principalmente colágeno) aumenta no músculo, a maciez diminui. Os níveis de colágeno podem variar devido ao tipo de músculo e à finalidade fisiológica. Os músculos projetados para a locomoção têm níveis mais altos de colágeno e são menos macios. À medida que os animais envelhecem, o número de ligações cruzadas de colágeno aumenta, resultando em diminuição da maciez.

As revisões de literatura sobre a relação do marmoreio (gordura intramuscular) com a maciez na carne suína são inconsistentes, concluindo que o marmoreio tem um efeito modesto, na melhor das hipóteses, sobre maciez da carne suína. A maciez melhorada devido ao marmoreio parece ser consideravelmente menos pronunciada do que o impacto do nível de pH do músculo e a taxa de declínio do pH *post mortem* na maciez.

Os métodos de cozimento têm um grande efeito na maciez da carne suína. O grau de cozimento, ou temperatura interna de cozimento, afeta as pontuações de maciez do painel sensorial, com temperatura interna mais alta resultando em carne suína menos macia.

O Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) recomenda cozinhar a carne suína a uma temperatura interna de 63°C, com um tempo de descanso de 3 minutos para otimizar a maciez e garantir a segurança microbiológica.

Embora a temperatura interna seja importante, o tipo de corte, a velocidade de cozimento e/ou o método de cozimento (ou seja, grelhado, assado, termocirculado, etc.) podem contribuir para o nível final de maciez da carne suína.

3.2.3 Fatores que afetam o declínio do pH e a qualidade da carne

Tanto o valor do pH *post mortem*, em 24-48h (pHu), quanto a taxa de declínio *post mortem* do pH (Δ pH), desempenham um papel importante em termos de capacidade de retenção de água, cor e maciez da carne suína. Quatro taxas clássicas de declínio do pH (Figura 3.14) são geralmente reconhecidas e incluem:

Declínio rápido do pH com baixo pHu (pHu = 5,40 - 5,60), resultando em carne suína PSE (Pálida, Mole e Exsudativa).

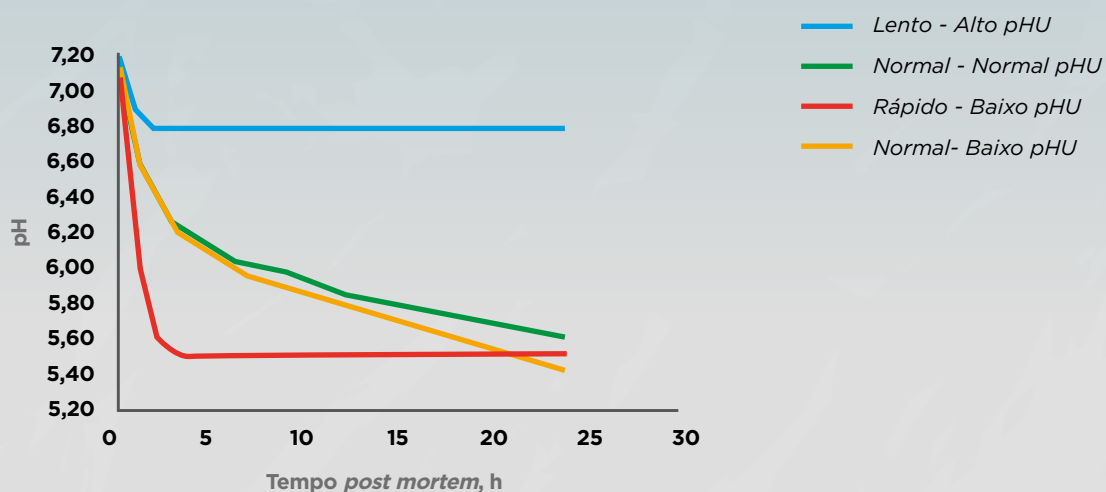
Declínio normal do pH com baixo pHu (pHu = 5,30 a 5,50), resultando em carne suína RSE (Vermelha, Mole e Exsudativa) ou carne PSE.

Declínio normal do pH com pHu normal (pHu = 5,60 - 5,80), resultando em carne suína RFN (Vermelha, Firme e Não-Exsudativa) ou carne RSE.

Declínio lento do pH e pHu alto (pHu = 6,50 - 6,80), resultando em carne suína DFD (Escura, Firme e Seca).

Figura 3.14

Declínio do pH *post mortem*



Os principais fatores que determinam a taxa e extensão do declínio do pH incluem genética, quantidade de glicogênio muscular armazenado, níveis de estresse pré-abate e taxa de resfriamento da carcaça. Outros fatores, como atordoamento e exsanguinação, também podem influenciar a qualidade da carne.

3.2.3.1 Efeitos genéticos no pH

Programas de seleção genética podem melhorar o potencial para pH mais alto. A diferenciação do tipo de fibra muscular e/ou a suscetibilidade ao estresse são provavelmente alteradas como resultado da seleção genética para pHu. Efeitos históricos da raça foram observados para o pH. Entretanto, mesmo com modernos programas de seleção, essas diferenças históricas da raça podem não ser tão aparentes em todas as linhagens.

Como o desenvolvimento post mortem do pH do músculo e, particularmente, o pH final, são os fatores mais críticos que afetam a qualidade da carne, uma breve descrição da genética do pH muscular, com ênfase nos principais efeitos genéticos conhecidos, é aqui fornecida.

A aplicação da tecnologia de genética molecular ao melhoramento de suínos começou em 1991 com a descoberta da mutação pontual responsável pela Síndrome do Estresse Suíno (PSS). Isso levou à descoberta e posterior utilização comercial do teste de DNA HAL-1843™ (marca registrada da The Innovations Foundation, Toronto, Canadá; Fuji *et al.*, 1991).

O halotano (ou gene do estresse) tem sido o principal gene estudado que afeta a qualidade da carne. Antes da descoberta da mutação causadora, o teste de halotano permitia aos criadores distinguir apenas entre suínos sem mutação (ou seja, homocigoto normal ou NN) e suínos com duas cópias mutadas (ou seja, reativo homocigoto ou nn).

O teste não conseguiu identificar as populações de suínos que eram portadores do gene do estresse (heterocigotos ou Nn). Uma mutação de base única no gene do receptor de rianodina do canal de liberação de cálcio (RyR1) em condição recessiva é responsável pela PSS (e pela Síndrome de Hipertermia Maligna, MHS). Este gene também resulta em, ou está intimamente ligado a, gene(s) envolvido(s) na determinação da musculatura e da magreza (melhores escores de carcaça).

Quando expostos a condições ambientais estressantes imediatamente antes do abate, os suínos homocigotos para essa mutação provavelmente desenvolverão a condição Pálida, Mole, Exsudativa (PSE) *post mortem*.

O estresse imposto ao suíno sinaliza para o aumento da glicólise muscular, causando uma rápida taxa de degradação do glicogênio e produção de ácido láctico *post mortem*; um rápido aumento no ácido láctico faz com que o pH diminua muito rapidamente, enquanto as temperaturas musculares ainda estão altas (38°C).

Isso resulta em desnaturação excessiva das proteínas musculares, o que causa uma cor muito pálida na carne com baixa capacidade de retenção de água. Como esses processos ocorrem muito rapidamente, o ATP é rapidamente esgotado, permitindo que o *rigor mortis* se forme em 40 minutos ou menos, em alguns casos.

O gene do estresse foi removido de todas as linhas genéticas da Agroceres PIC no início do ano 2000, mas as linhas Pietrain positivas para o gene do estresse de outras empresas de genética ainda estão sendo usadas em algumas partes do mundo.

Outro gene importante, que afeta a qualidade da carne, e que está presente na raça Hampshire é o RN- (Rendement Napole). Dominante, esse gene aumenta, principalmente, o conteúdo de glicogênio da fibra IIb e outros tipos musculares, resultando em um alto potencial glicolítico muscular.

As maiores reservas de glicogênio permitem que a glicólise *post mortem* prossiga por mais tempo, aumentando a produção de ácido láctico e diminuindo o pH mais do que seria esperado em suínos normais. O RSE é tipicamente formado quando esse fenômeno está associado a uma taxa normal de declínio do pH. No entanto, pode haver produção de carne PSE se a taxa de declínio do pH for aumentada devido ao estresse.

O gene RN- tem sido associado a uma melhor maciez da carne suína. Isso é provavelmente causado pelo baixo pH, resultando em desnaturação excessiva de proteínas. No entanto, essa condição, compromete a capacidade de retenção de água, o que reduz o valor da carne suína para uso em produtos processados.

Os impactos econômicos negativos da capacidade reduzida de retenção de água levaram a Agrocères PIC, e a maioria das outras empresas genéticas, a remover essa mutação genética de suas respectivas populações de Hampshire, na década de 2000.

Além dessas duas mutações genéticas, programas de seleção genética podem ser eficazes para melhorar o potencial para pH mais alto. A diferenciação do tipo de fibra muscular e/ou a suscetibilidade ao estresse são, provavelmente, alteradas como resultado da seleção genética para pHu.

Efeitos históricos da raça foram observados para o pH, porém com os modernos programas de seleção para melhorias de outras características, essas diferenças históricas de raça podem não ser tão aparentes em todas as linhagens, dentro de uma mesma raça suína.

3.2.3.2 Efeitos do armazenamento de glicogênio sobre o pH

Como o glicogênio é o principal combustível da glicólise em condições aeróbicas que desenvolvem ácido láctico, a quantidade de glicogênio armazenada nas células musculares pode afetar a extensão do declínio do pH.

O jejum por 24 horas antes do abate pode reduzir os níveis de glicogênio de 20 a 50%. Músculos com maior potencial oxidativo (mais fibras musculares vermelhas) perderão uma porcentagem maior dos estoques de glicogênio, porém apresentam menores estoques iniciais. O pH da carne é maior quando os suínos são submetidos a jejum pré-abate devido à redução dos estoques de glicogênio.

O estresse *ante mortem* também pode reduzir os níveis de glicogênio armazenado através da glicólise anaeróbica. Para que a redução do glicogênio não reduza o pH, os suínos devem descansar tempo suficiente para que o excesso de ácido láctico seja removido do músculo, antes da sangria. Isso deve ocorrer durante o período de jejum.

3.2.3.3 Efeitos do estresse pré-abate no pH

O estresse *peri mortem* pode ter um efeito profundo na taxa e extensão do declínio do pH. Infelizmente, os processos que ocorrem desde o momento em que o suíno sai da propriedade até o abate são, inerentemente, estressantes.

Quando um suíno está estressado, ocorre uma cascata de liberação de hormônios e mudanças fisiológicas. Isso inicia o metabolismo anaeróbico que leva à produção excessiva de ácido lático. Se um suíno se recupera do estresse, o ácido lático é removido dos músculos através do sangue.

O processo de abate típico, no entanto, pode não permitir tempo suficiente para que o ácido lático seja completamente removido das células musculares, o que pode afetar a taxa de declínio do pH *post mortem*.

O estresse que ocorre próximo ou imediatamente antes do processo de exsanguinação causa um enorme impacto no declínio do pH *post mortem*. Uma vez que a exsanguinação ocorre, nenhum ácido lático é removido do músculo.

Em geral, o estresse começa com o início do jejum alimentar, seguido de embarque, transporte e desembarque. Embora esses eventos estressores possam ser graves em alguns casos, eles geralmente têm efeitos menores no declínio do pH *post mortem*, se os suínos descansarem o suficiente nas baias pré-abate.

Os eventos estressores que ocorrem desde o momento em que o suíno sai da baía de descanso até a insensibilização têm um impacto muito maior no declínio do pH *post mortem* do que o estresse que ocorre antes da chegada ao frigorífico, uma vez que o animal não tem chance de recuperação.

Muitos fatores podem levar ao estresse, incluindo:

- Extremos ambientais:
 - Temperaturas extremamente quentes ou frias.
 - Alta umidade e temperatura.
 - Má qualidade do ar (ventilação).
- Falhas no projeto da instalação que afetam o movimento do animal:
 - Iluminação excessiva ou inadequada, ou problemas de posicionamento da luz.
 - Espaço excessivo ou inadequado, afetando o movimento dos suínos.
 - Corredores que exigem que os suínos façam curvas maiores que 90°, subam ou desçam um declive, caminhem longas distâncias, tenham transições no piso ou tenham paredes que não sejam sólidas.
 - Drenagem inadequada da água que causa reflexos ou distrações.
 - Rampa de carregamento com defeito ou mal projetada.
- Espaço de descanso pré-abate inadequado no frigorífico.
- Procedimentos de transporte inadequados:
 - Densidade de lotação excessiva.
 - Uso de carrocerias inadequadas que não permitem a livre movimentação dos suínos, nos processos de embarque e desembarque.

- Procedimentos inadequados de manejo dos animais:
 - Movimentar grupos com muitos animais de uma só vez.
 - Movimentar os animais de forma muito rápida.
 - Manejo inadequado, uso de ferramentas de manejo impróprias ou uso indevido de ferramentas adequadas.
 - Interação homem-suíno inadequada para estimular o movimento do animal.
- Estresse direto e indireto:
 - Vários fatores podem estressar, direta ou indiretamente, os suínos. Por exemplo, o manejo brusco causa estresse direto no animal. No entanto, se um colaborador estiver movimentando um grande grupo de suínos e este parar inesperadamente, ocorrerá estresse indireto. Para grupos muito grandes o colaborador executa o manejo excessivo ou brusco nos animais que estão mais próximos a ele e não alcança os suínos posicionados no início do grupo. Nesse caso, o manejo não estressa os suínos líderes, mas estressa indiretamente os suínos posicionados no final do grupo. Tenha atenção em mitigar ao máximo os fatores estressores, não apenas do ponto de vista do pH e da qualidade da carne, mas para garantir o bem-estar dos animais.

3.2.3.4 Efeitos do resfriamento da carcaça sobre o pH

O resfriamento da carcaça é fundamental para o declínio do pH e para a qualidade da carne. Se os valores de pH caírem abaixo de 6,0 antes que a temperatura interna da carcaça seja reduzida para 35°C ou menos, o risco de má qualidade da carne aumenta. Por outro lado, se a temperatura interna da carcaça for resfriada abaixo de 15°C antes da conclusão do rigor, pode ocorrer encurtamento pelo frio, resultando em carne suína menos macia.

Sob condições normais da indústria, o risco de encurtamento pelo frio é mínimo, mesmo com sistemas de resfriamento mais agressivos. A má refrigeração é um dos problemas mais comuns na indústria e isso resulta em um declínio rápido ou prolongado do pH e em uma redução subsequente na qualidade da carne suína.

No momento da exsanguinação, a temperatura do músculo é de, aproximadamente, 39°C. Em 24 horas *post mortem*, a temperatura da carcaça deve cair abaixo de 5°C. Após a sangria, os músculos perdem a capacidade de regular a temperatura, uma vez que o sangue é crítico na homeostase da temperatura muscular.

Inicialmente, a temperatura da carcaça aumenta ligeiramente devido à conversão metabólica *post mortem* do músculo esquelético em carne.

Em circunstâncias extremas, a temperatura do músculo do lombo pode chegar a 42°C, e a temperatura do pernil pode chegar a 43°C, entre 30 e 60 minutos *post mortem*.

O nível de metabolismo e a temperatura ambiente da sala de processamento ajudam a determinar a extensão do aumento de temperatura *post mortem*.

Na maioria das situações, a carcaça entrará no processo de resfriamento em torno de 30 a 45 minutos *post mortem*; ocasião em que o aumento de calor atingiu o pico ou atingirá o pico logo depois. Uma vez que as carcaças entram no processo de resfriamento, o tipo de sistema usado ditará a taxa de declínio da temperatura.

3.2.4 Princípios de resfriamento da carcaça suína e efeitos na qualidade da carne

O resfriamento das carcaças suínas deve ser realizado o mais rápido possível. Compreender os mecanismos por trás desse processo é importante para garantir que este seja adequadamente implementado na indústria.

Um gradiente térmico deve estar presente para que o calor seja removido com sucesso da carcaça. O gradiente térmico é a diferença de temperatura entre a carcaça que está sendo resfriada e a temperatura ambiente à qual está exposta. Temperaturas frias no ambiente de resfriamento da carcaça resultam em um gradiente térmico que reduz a temperatura até que o equilíbrio térmico seja alcançado.

Como a taxa de declínio depende da diferença da temperatura entre a carcaça e o ambiente, gradientes maiores resultam em declínios de temperatura mais rápidos. Os dois mecanismos de remoção de calor em carcaças são resfriamento convectivo e condutivo.

O resfriamento convectivo ocorre quando o calor é transferido para um meio que passa sobre a superfície da carcaça. Os dois meios usados para resfriar carcaças suínas incluem ar e água. A taxa de resfriamento convectivo depende da taxa de fluxo de ar ao redor das carcaças.

A convecção forçada utiliza ventiladores para mover o ar ao redor das carcaças, enquanto a convecção natural não. A convecção forçada acelera a transferência de calor, uma vez que o calor ao redor da carcaça é ativamente removido e substituído por ar mais frio. Isso mantém o gradiente de temperatura e sustenta a taxa de resfriamento. Muitos sistemas de refrigeração de suínos usam aspersão de água que funciona com esse mesmo princípio.

No resfriamento condutivo, a transferência de calor é realizada em um sólido através de moléculas vibrantes, que movem o calor na direção do gradiente de temperatura. À medida que a parte externa da carcaça é resfriada, forma-se um gradiente de temperatura com as partes internas da carcaça, retirando assim o calor.

É importante notar que ambos os mecanismos ocorrem simultaneamente. A taxa de resfriamento é influenciada pela manutenção do gradiente de temperatura.

Três meios primários para o resfriamento de carcaças são: o convencional, por aspersão e por choque térmico (túnel de vento).

Os sistemas de resfriamento convencionais, geralmente, usam pontos de ajuste de temperatura entre -1°C e 2°C (com velocidades dos ventiladores variando de 0 a 3 m/s). As temperaturas são, frequentemente, ajustadas durante o ciclo de resfriamento para acelerar o processo ou evitar que a carcaça fique muito fria. O resfriamento por aspersão de fato molha as carcaças. Dois tipos principais desse tipo de sistema são usados globalmente.

O sistema convencional de aspersão molha as carcaças em ciclos durante as primeiras horas de resfriamento, enquanto passa pelas mesmas condições de câmara fria do resfriamento convencional. O sistema de resfriamento por aspersão em túnel aplica uma fina névoa de água nas carcaças à medida que se movem através de um túnel de resfriamento (aproximadamente 1°C) que, posteriormente, passam pelo resfriamento convencional. O tempo nos túneis de aspersão pode variar, mas, normalmente, dura de 3 a 6 horas.

O resfriamento por choque térmico envolve temperaturas muito baixas combinadas com altas velocidades do ar. Os sistemas de choque térmico para carcaças suínas geralmente utilizam faixas de temperatura de -10°C a -40°C, velocidades dos ventiladores de 3 a 10 m/s, e duram de 90 a 120 minutos.

Câmaras frias para choque térmico normalmente têm diferentes seções com diferentes ajustes para temperatura e velocidade do ar. Idealmente, os ajustes de temperatura mais baixos e velocidade de ar mais rápidas ocorrem no início do processo de resfriamento e são moderados à medida que o processo prossegue. Depois que as carcaças saem do túnel de choque térmico, elas entram nas câmaras frias equalizadoras, onde os ajustes de temperatura e velocidade do ar são iguais aos do resfriamento convencional.

Fatores como o espaçamento entre as carcaças podem influenciar muito a taxa de resfriamento. É importante espaçar as carcaças adequadamente para que o calor possa ser removido entre elas e manter um bom gradiente de temperatura. Se as carcaças forem posicionadas de forma inadequada, diminui-se o gradiente de temperatura em todas as suas áreas que estão em contato com as carcaças adjacentes, resultando em má refrigeração (Figura 3.15). Mesmo com o resfriamento por choque térmico, as carcaças precisam ser adequadamente dispostas na câmara fria de equalização para manter o gradiente de temperatura durante o processo de resfriamento rápido.

Figura 3.15

Resultados de espaçamento inadequado de carcaça

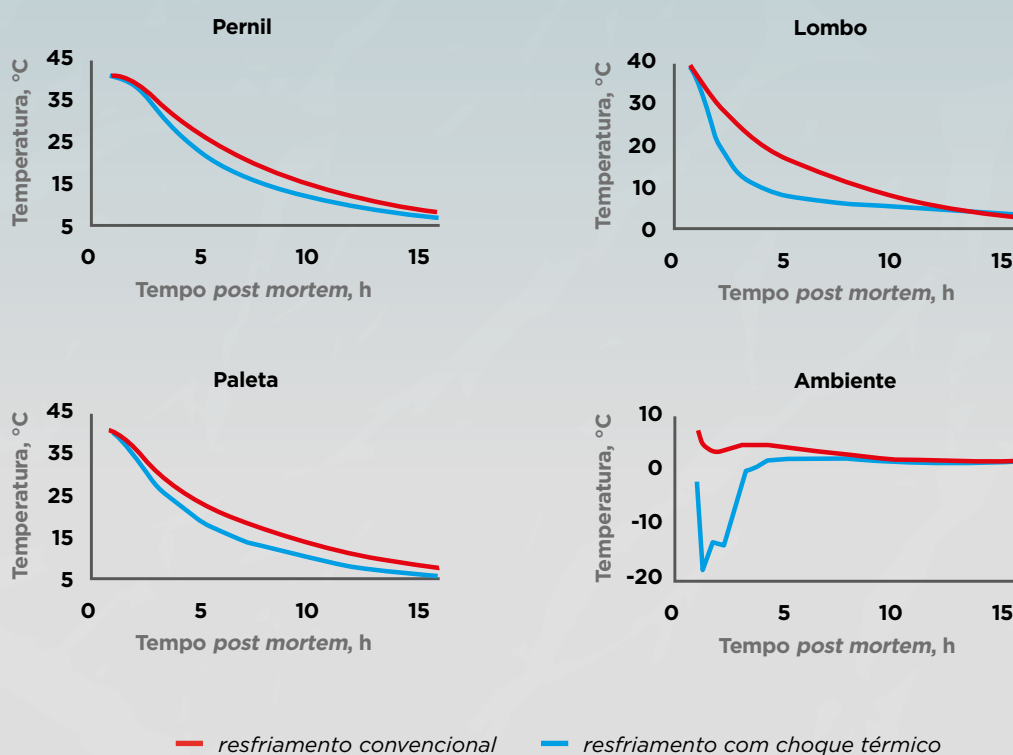


Esses diferentes sistemas de resfriamento têm um efeito importante sobre o declínio da temperatura da carcaça, pH e outros aspectos da qualidade da carne, com as maiores diferenças ocorrendo entre a técnica de choque térmico e as outras formas de resfriamento.

A Agroceres PIC avaliou o declínio de temperatura de 17 plantas de resfriamento convencional (com e sem aspersão) e, de 9 plantas de resfriamento com choque térmico, para determinar os efeitos sobre o declínio de temperatura, pH, cor e firmeza. O resfriamento com choque térmico demonstrou um declínio de temperatura mais acelerado no pernil, lombo e paleta, e uma temperatura ambiente mais baixa em geral (Figura 3.16).

Figura 3.16

Diferenças de taxa de resfriamento entre resfriamento convencional e rápido



O choque térmico também melhorou a qualidade do lombo. Especificamente, o pH melhorou em 0,10 unidades, a pontuação de cor japonesa melhorou em 0,24 unidades e a firmeza melhorou em 0,20 unidades (Figura 3.17).

Se o processo de resfriamento for rápido o suficiente durante as primeiras 1 a 1,5 horas (temperaturas internas do lombo abaixo de 32°C), a cor da carne geralmente é boa. No entanto, se o processo de resfriamento não for rápido o suficiente (temperaturas internas do lombo abaixo de 13°C) nas primeiras 4 a 5 horas, o pH pode ser baixo, resultando em carne suína RSE (Vermelha, Macia e Exudativa).

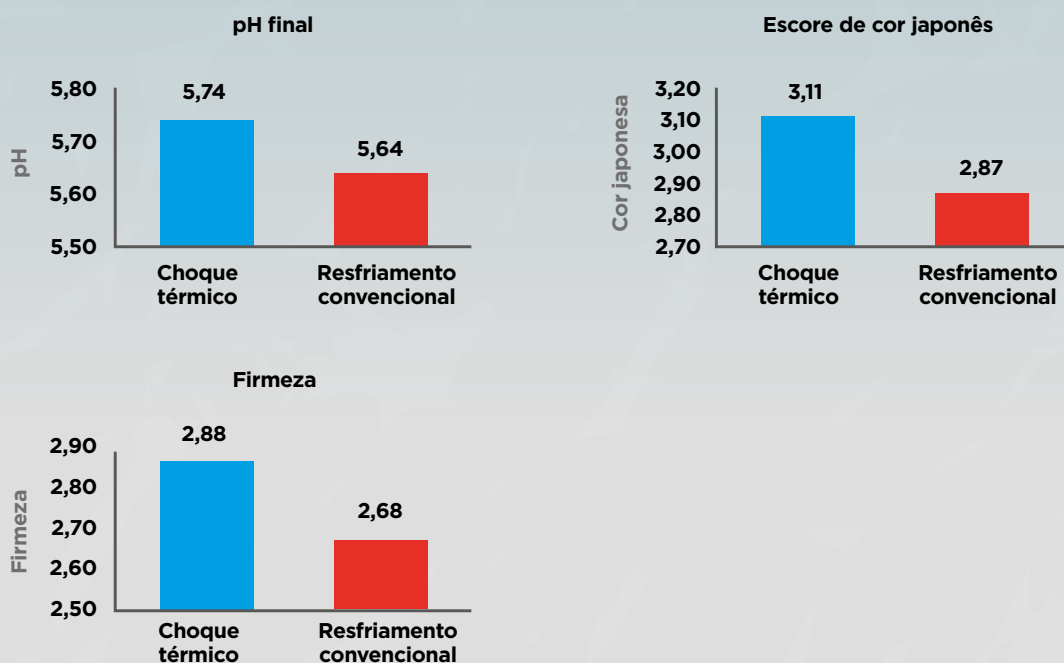
É fundamental que o processo seja rápido o suficiente para resfriar as carcaças nas primeiras 4 a 5 horas até a meta de 13°C para garantir a cor e o pH desejados.

Outro benefício do resfriamento rápido é a redução da quebra de câmara fria (diferença entre pesos de carcaça quente na entrada da câmara fria e o peso de carcaça fria, na saída da câmara fria). A maioria das plantas de resfriamento convencionais tem quebras de câmara fria entre 2% e 4%, enquanto as plantas com choque térmico apresentam tipicamente abaixo de 1,25%, com muitas abaixo de 1%.

Esta é uma consideração econômica enorme. Grande parte dessa umidade é retida devido ao maior pH/capacidade de retenção de água ao longo dos procedimentos de fabricação e mantém o peso dos produtos finais disponível para a venda.

Figura 3.17

Diferenças de qualidade do lombo de suíno entre o resfriamento convencional e choque térmico



3.2.5 Princípios de insensibilização de suínos e efeitos na qualidade da carne

A insensibilização dos suínos tem o objetivo de reduzir o sofrimento e o estresse dos animais, minimizando a dor e o desconforto que poderiam ser experimentados, antes da sangria. Existem três métodos aceitáveis de insensibilização, sendo os mais comuns o uso de eletricidade, gás, ou pistola pneumática. A maior parte da indústria utiliza a insensibilização elétrica ou a gás (CO₂). Os dois métodos, portanto, serão discutidos em mais detalhes a seguir.

3.2.5.1 Insensibilização elétrica

Utilização de corrente elétrica no cérebro para causar a perda de consciência imediata no animal a partir da despolarização neuronal, também conhecido como processo de uma convulsão epilética induzida. Isso é feito aplicando-se uma corrente elétrica, de intensidade adequada, através de eletrodos na cabeça, processo conhecido como eletronarcose.

Pode-se também realizar a aplicação de eletrodos na cabeça, seguido de eletrodos no coração (Figura 3.18a), caracterizando assim a eletrocussão, que é o processo de perda de consciência seguido de parada cardíaca. A corrente elétrica é a responsável pela perda de consciência imediata do animais e indução do processo epilético.

O processo de tradução do estímulo doloroso pelo cérebro leva em torno de 150 milésimos de segundo, já a perda de consciência pela aplicação da corrente elétrica, 15 milésimos de segundos, sendo assim, a corrente elétrica gera inconsciência, antes da percepção do estímulo a dor.

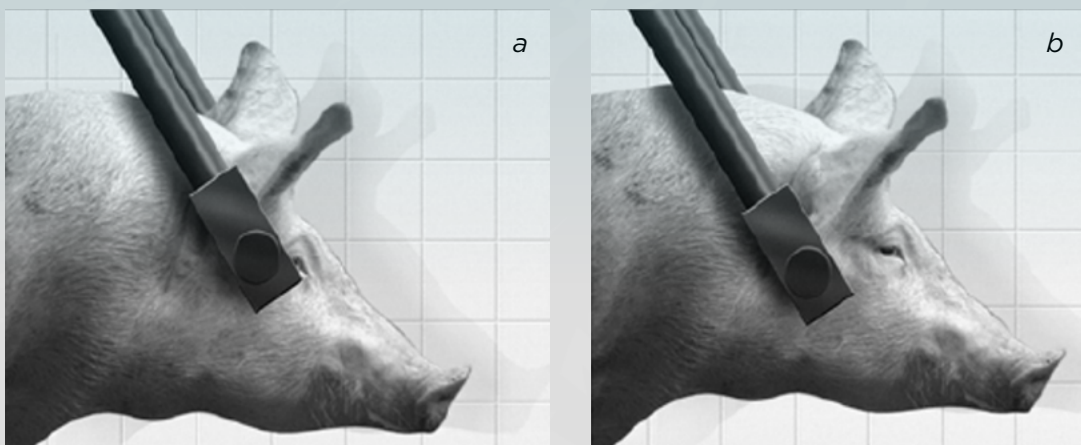
Para a insensibilização usando apenas a cabeça, conhecida como eletronarcose, eletrodos são colocados no pescoço atrás das orelhas, logo na região correspondente a base do cérebro, (Figura 3.18b) para a passagem da corrente elétrica.

Este processo é reversível, portanto, é preciso garantir precisão entre os procedimentos de insensibilização e sangria para que sua morte ocorra pela exsanguinação na fase de inconsciência.

Já para a eletrocussão, eletrodos devem ser colocados na cabeça e no coração, com corrente e frequência específicas, para causar a fibrilação ventricular. A eletrocussão, geralmente, é irreversível, levando a morte do animal pela parada cardíaca.

Figura 3.18

Colocação correta do eletrodo para atordoamento elétrico



Usar a corrente elétrica na intensidade correta é muito importante para garantir uma insensibilização eficaz. De acordo com a lei de Ohm, a corrente é igual à tensão dividida pela resistência, e é medida em amperes (amps). E 1,25 amperes são necessários para uma insensibilização eficaz em suínos. A resistência (Ohm/ Ω) é diferente em cada animal.

Muitos fatores podem influenciar a resistência, como a distância que a corrente deve fluir e sua condutividade pelos materiais. A espessura da pele e dos pelos, o tamanho do crânio e dos ossos, o nível de hidratação, são exemplos de fatores que influenciam a resistência do indivíduo.

Recomenda-se umidificar a pele dos animais antes de promover a insensibilização para reduzir sua resistência, pois a água é um excelente condutor de eletricidade.

Um suíno de 100 kg apresenta uma resistência em torno de 150 a 350 Ω . Com base nessa informação, é necessário assegurar um mínimo de 188 volts para manter os 1,25 amperes. Não se pode, no entanto, confiar na resistência mínima, pois a maioria dos suínos não são efetivamente atordoados com 188 volts.

Ao se considerar uma resistência de 350 Ω , seria preciso usar uma voltagem de 440 volts para fornecer uma corrente de 1,25 amperes, capaz de atordoar efetivamente o animal. Mas isso ofereceria uma corrente muito maior (2,9 amp) do que o necessário para os suínos com uma resistência de 150 Ω .

De acordo com a legislação brasileira: uma corrente mínima de 1,3 A deve ser aplicada no cérebro do animal, por no mínimo, 3 segundos, para garantir a insensibilização.

Quando se usa a corrente no coração para causar a fibrilação cardíaca, este eletrodo deve ser posicionado após o eletrodo da cabeça, o mais próximo ao coração na região peitoral, evitando assim, a ocorrência de fraturas.

Para a fibrilação cardíaca deve-se utilizar, obrigatoriamente, baixa frequência - no máximo 60 HZ, e amperagem de 1,0 Ampere.

A corrente elétrica é o que causa a perda de consciência no animal. Uma voltagem mais alta não é considerado problema sob o ponto de vista do bem-estar.

Para a qualidade da carne suína, entretanto, uma corrente elétrica excessiva pode resultar no aumento da quebra de ossos, salpicamentos (petéquias, equimoses) ou acúmulo de sangue nas veias (Figura 3.19), ocorrências que diminuem o valor do produto.

O salpicamento resulta do aumento da pressão arterial durante a insensibilização, o que pode causar hemorragia nos vasos sanguíneos e deixar sangue visível na carne. Por isso, a utilização de equipamentos que permitam a variação da voltagem de acordo com a resistência do indivíduo são melhores, tanto para a qualidade da carne e como para o bem-estar animal.

Figura 3.19

Danos causados por insensibilização elétrica inadequada



Ossos quebrados



Sangue retido e vasos sanguíneos arrebitados



Petéquias no pernil



Manchas de sangue no file mignon

A frequência (hertz/Hz) mede quantas vezes um ciclo de onda de uma corrente se repete por segundo. Ela influencia o tempo que a corrente elétrica fluirá pelo cérebro do animal. Quanto maior a frequência, menor o tempo que a corrente passará pelo cérebro do animal. O uso de alta frequência (1000 a 3000Hz) minimiza a ocorrência de ossos quebrados e petéquias, porém, como a corrente flui por menos tempo no cérebro, ao se adotar sistemas de alta frequência, a sangria imediata é fundamental, para garantir a morte por sangria durante o período de inconsciência dos animais.

Além disso, a impedância aumenta na insensibilização de alta frequência, o que exige elevar a tensão em 100 volts usada na insensibilização de frequência padrão.

Outro fator importante a ser considerado é que, para aplicação do eletrodo cardíaco, é necessário utilizar sempre uma corrente de baixa frequência, 50-60 Hz, pois somente elas são capazes de causar fibrilação cardíaca.

Em termos práticos, ao se adotar sistemas de eletrocussão deve-se ter eletrodos com origem de corrente diferente para obter os benefícios da utilização de corrente elétrica de alta frequência no cérebro.

Os sistemas de insensibilização podem ser de tensão fixa ou variável. Os de tensão variável são mais desejáveis, pois fornecem uma corrente constante, garantindo que os suínos não sejam super ou sub-insensibilizados. Os de tensão fixa devem ser usados em uma voltagem que insensibilize adequadamente todos os suínos.

A insensibilização adequada também depende da manutenção do equipamento, posicionamento adequado dos eletrodos e duração do processo. Eletrodos sujos ou gastos podem aumentar a resistência em 200Ω. Da mesma forma, sua colocação pode afetar a resistência e a eficácia da insensibilização.

A corrente deve ser aplicada por 3 a 5 segundos. Fornecer a corrente por menos de 3 segundos pode resultar em uma insensibilização ineficaz. Aumentar a duração, além de 3 segundos, não tornará a indução de perda de consciência mais efetiva. Tempos de aplicação de eletrodos superiores a 5 segundos podem resultar em mais ossos quebrados, petéquias, salpicamentos e sangue acumulado na carcaça.

3.2.5.2 Atordoamento com gás (atmosfera controlada)

A insensibilização por atmosfera controlada acontece por meio da exposição dos suínos a um gás, ou mistura de gases, que seja capaz de provocar a perda de consciência do animal. Este método vem sendo utilizado, nos últimos 30 anos, através da exposição de alta concentração de gás CO₂.

Os sistemas mais recentes são desenvolvidos para insensibilizar os animais em pequenos grupos, entre 4 e 8 suínos por vez. Já os modelos mais antigos, ainda utilizados, insensibilizam 1 suíno por vez.

A exposição ao CO₂ não causa a perda de consciência imediata dos animais, expondo o animal a uma fase de agonia que dura em torno de 15 e 30 segundos.

Por esse motivo, novos sistemas estão sendo estudados, com o uso de gases inertes no primeiro estágio. Além disso, recomenda-se que concentrações mínimas de 85% sejam utilizadas já no primeiro estágio, visando a indução mais rápida da perda de consciência.

Os dois projetos básicos são os de prateleiras (gaiolas) múltiplas (sistema tipo carrossel ou “paternoster”) ou elevador de uma única prateleira. O primeiro opera com o princípio de uma “roda gigante”.

São várias prateleiras (normalmente 4 a 7) que são abaixadas em um poço contendo altos níveis de gás CO₂ (Figura 3.20). Os suínos então retornam ao topo, onde são removidos da prateleiras, pendurados e sangrados.

O elevador com uma única gaiola também usa um fosso cheio de CO₂, mas só tem uma prateleira, que é preenchida com o número adequado de suínos e depois vai direto para o fundo do poço, onde a concentração de CO₂ é maior. Uma vez que os suínos são efetivamente insensibilizados, a prateleira é levantada e os suínos são removidos e sangrados.

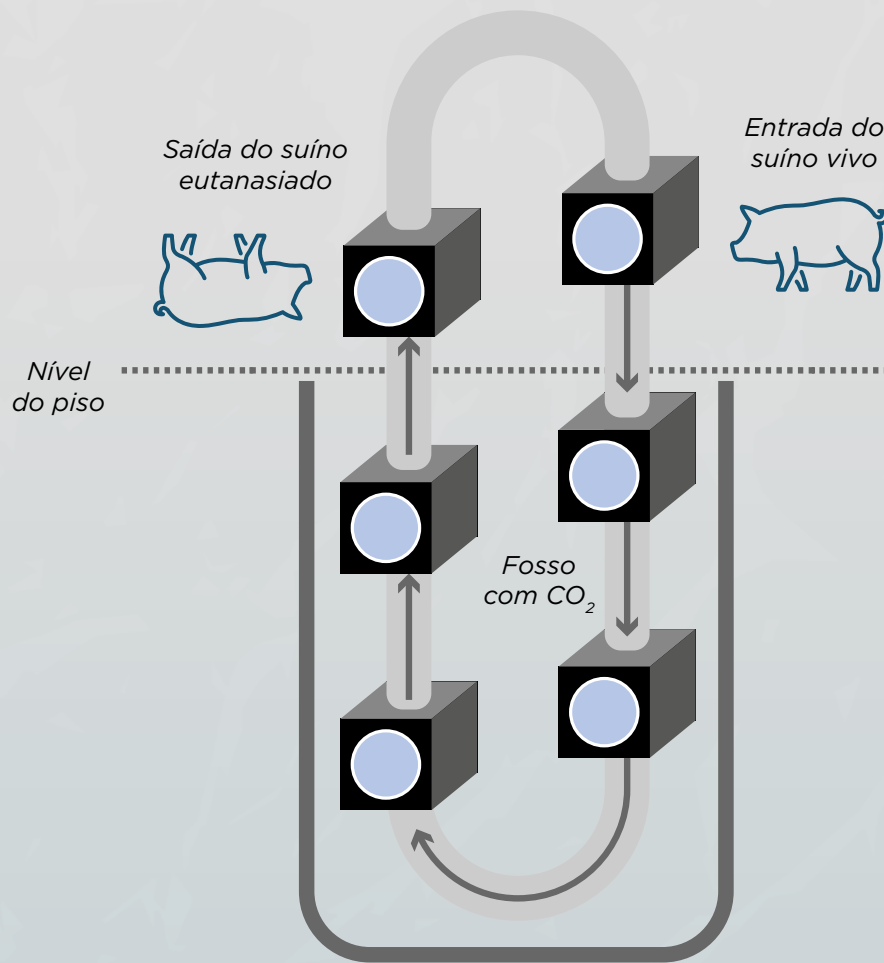
A maioria, se não todos, dos novos sistemas de CO₂ são de carregamento posterior em grupo, ao contrário dos sistemas mais antigos de carregamento lateral único.

Os insensibilizadores de carregamento lateral requerem manejo em fila única para carregar efetivamente o insensibilizador em velocidades de linha, o que gera grande estresse nos animais devido a necessidade de manejo individualizado.

Com os sistemas de carregamento posterior, os grupos são conduzidos simultaneamente, o que permite a movimentação automatizada dos suínos para o insensibilizador, reduzindo bastante os níveis de estresse impostos aos animais, o que também melhora a qualidade da carne.

Figura 3.20

Diagrama geral de um atordoador de CO₂



Os principais fatores que afetam a eficácia da insensibilização com CO₂ incluem concentração de CO₂, tempo de permanência (duração da exposição ao gás) e temperatura ambiente. É importante usar o nível apropriado de CO₂, uma vez que a fase de indução da inconsciência é estressante para os suínos, e minimizar o tempo de exposição ao gás antes da perda da consciência.

Pesquisas indicam que níveis de CO₂ inferiores a 90% requerem mais tempo para induzir a inconsciência. Raj e Gregory (1996), por exemplo, indicam que o tempo para induzir a inconsciência foi de 15 segundos para 90% de CO₂ e de 22 segundos para 80% de CO₂.

Com base em nossas observações gerais, a postura e as vocalizações, normalmente, cessam após cerca de 15 a 20 segundos ao usar concentrações de CO₂ superiores a 95%. Como cada planta e sistema de insensibilização são únicos, é necessário ajustar a concentração de CO₂ para que todos os suínos percam a postura e parem de vocalizar em 20 segundos após a exposição ao gás CO₂.

O tempo de permanência sob o gás é fundamental para garantir que os suínos permaneçam inconscientes até o processo de exsanguinação. Esse período também depende da concentração de CO₂. Recomenda-se uma permanência de 150 segundos para concentrações de 85%. Concentrações mais altas de CO₂ requerem um tempo mais curto.

Períodos mais longos podem causar problemas com a remoção eficaz do sangue. Quando o tempo de permanência for superior a 180 segundos, o sangue ficará preso nos vasos sanguíneos, impedindo sua remoção efetiva. Esses suínos sairão do insensibilizador com CO₂, com sinais de lividez (Figura 3.21).

Essa é uma coloração avermelhada a roxo-azulada da pele causada pela sedimentação e acúmulo de sangue após a morte.

Figura 3.21

Suínos saindo da insensibilização por CO₂ com lividez



Quando a temperatura ambiente na área de insensibilização com CO₂ estiver abaixo de 7°C, os suínos podem apresentar sinais de retorno à sensibilidade após a saída do equipamento. Se isso acontecer, a concentração de CO₂ deve ser aumentada de 1% a 2% para minimizar esse problema.

Uma revisão da literatura indica que a insensibilização com CO₂ resulta em melhor qualidade da carne, em comparação a atordoamento elétrico. O efeito mais consistente é a eliminação quase completa do salpicamento na carcaça.

A insensibilização com CO₂ não aumenta a pressão arterial como a elétrica, por isso elimina os vasos sanguíneos rompidos que causam o salpicamento.

A maioria das pesquisas conclui que a insensibilização com CO₂ melhora o pH, a cor e a perda de água por gotejamento da carne. Muito deste efeito se deve a não necessidade do manejo dos animais em fila indiana, como o que acontece para que haja entrada no restrainer (contentor) onde é realizada a insensibilização elétrica.

É, geralmente, aceito que as melhorias no pH da carne, na cor e na perda de água por gotejamento se devem ao melhor manejo do animal, não ao procedimento real de insensibilização.

A substituição de insensibilizadores de CO₂ de carregamento lateral (movimento de suínos em fila única) por insensibilizadores de CO₂ de carregamento posterior (usando movimento em grupo) leva a uma melhoria substancial (0,20 unidades de pH) no pH inicial. Isso indica claramente que a movimentação em grupo de suínos para insensibilização reduz os níveis de estresse dos suínos e melhora a qualidade da carne.

A Agroceres PIC avaliou o declínio da temperatura, pH, cor e firmeza em 26 frigoríficos comerciais para determinar os efeitos do resfriamento convencional (com e sem aspersão de água) *versus* resfriamento rápido na qualidade da carne.

As plantas foram classificadas com base no movimento do animal para insensibilização (grupo vs. fila única) e taxa de resfriamento (rápido vs. convencional).

A insensibilização do grupo consistiu em uso do CO₂ com movimentação automatizada de suínos em grupo para o equipamento.

A insensibilização em fila única consistiu em atordoamento elétrico e com CO₂ que exigia que os suínos fossem movidos para o equipamento um atrás do outro.

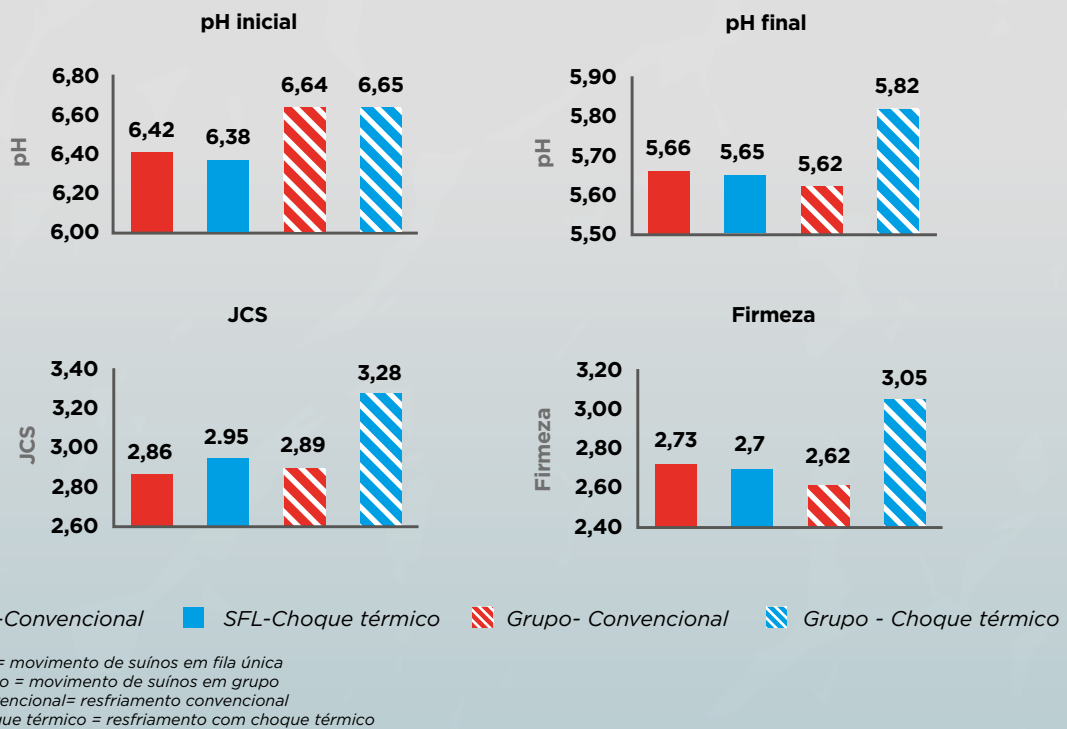
Os suínos insensibilizados em grupo tiveram um aumento no pH inicial do lombo (0,24 unidades de pH), quando comparados ao movimento de animais em fila única (Figura 3.22).

O pH final do lombo, o escore de cor e a firmeza só foram melhorados quando combinados com o resfriamento com choque térmico.

Esses resultados indicam que, em condições comerciais, a redução dos níveis de estresse pré-insensibilização por si só nem sempre são suficientes para melhorar a qualidade da carne suína, quando as carcaças são submetidas à refrigeração inadequada.

Figura 3.22

Efeito do atordoamento e resfriamento em grupo na qualidade do lombo



3.2.6 Princípios de exsanguinação e efeitos na qualidade da carne

O processo de exsanguinação, ou sangria, na linha de abate de suínos é a etapa seguinte à insensibilização. Consiste na remoção eficaz e rápida do sangue do animal após a insensibilização, resultando na morte do suíno. Esse processo é crucial para garantir a qualidade da carne e a segurança alimentar, além de ser parte integrante das práticas humanitárias no abate de animais.

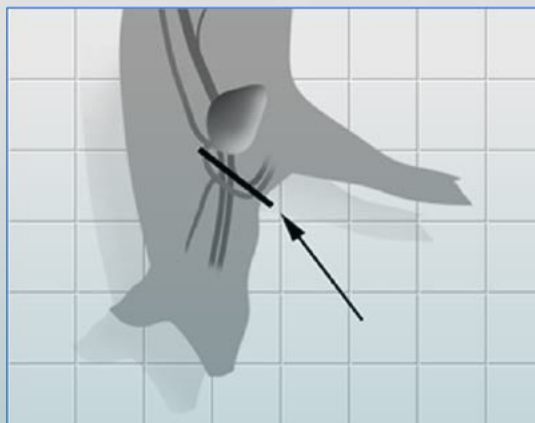
A técnica de exsanguinação envolve o corte das principais artérias e veias próximas ao coração. Isso requer o cisão das artérias carótidas e da veia jugular no mínimo, com outros vasos sendo cortados no processo, resultando em rápida perda de sangue.

A faca é inserida na linha média na depressão superior ao esterno e é direcionada para o coração para cortar os principais vasos sanguíneos próximos a ele (Figura 3.23).

Uma boa sangria com corte das carótidas e jugulares garante incoscência permanente em até 25 segundos. Já se apenas uma carótida e uma jugular forem seccionadas, este tempo aumenta para 105 segundos.

Figura 3.23

Ângulo da faca para perfuração adequada



A remoção do máximo de sangue possível é fundamental para a produção de produtos suínos de alta qualidade. Geralmente, apenas 50% a 60% do sangue é removido da carcaça, com grande parte permanecendo nos órgãos vitais e nas vísceras. Sangue residual no músculo e na gordura pode levar ao aumento do crescimento microbiano, uma vez que ele fornece um meio ideal para seu crescimento.

O aumento do crescimento microbiano pode exacerbar problemas com a vida útil dos produtos suínos. Sangue residual nos vasos (Figura 3.24) também é desagradável, pois é considerado defeito de carcaça e/ou primário em situações comerciais.

Figura 3.24

Sangue residual nos vasos sanguíneos



A remoção ideal de sangue está ligada a insensibilização do suíno. O tempo decorrente desde que os suínos saem do processo de atordoamento até a exsanguinação é fundamental para garantir a sua morte antes que ele possa recuperar a consciência. O tempo também facilita a remoção ideal do sangue. Esse período deve ser inferior a 10 segundos na insensibilização elétrica somente na cabeça. Com o atordoamento por CO₂, o maior problema é sangrar com rapidez suficiente para garantir a remoção

ideal do sangue, sendo que os suínos normalmente permanecem inconscientes por mais de 90 segundos ou já estão mortos. Assumindo um tempo de permanência do CO₂ de 180 segundos ou menos, todos os suínos que saem da gaiola devem ser sangrados em 60 segundos e não mais de 90 segundos, para garantir a remoção adequada do sangue.

A sangria pode ser feita com o suíno deitado na horizontal em uma esteira transportadora, imediatamente após a insensibilização elétrica, ou verticalmente, após a pendura com atordoamento por CO₂ (e em alguns casos com insensibilização elétrica).

Durante a sangria, é importante que o sangue flua livremente do ferimento. Após a exsanguinação, o fluxo sanguíneo é abundante por até 1 minuto; então o fluxo diminui. Nesse ponto, sangue suficiente é perdido para resultar na morte do suíno, mas sangue adicional precisa ser removido para evitar seu acúmulo nos cortes primários. O fluxo sanguíneo reduzido pode permitir que o corte se feche o suficiente para causar coágulos sanguíneos e impedir a remoção adicional de sangue. Isso é muito mais provável de ocorrer com a insensibilização com CO₂ do que com a elétrica, pois o intervalo de atordoamento com CO₂ é muito maior.

Uma maneira de resolver o problema é instalar batedores de cabeça em toda a linha de sangria (Figura 3.25). A cabeça do suíno é puxada sobre uma barra, fazendo com que balance e evite que o sangue coagule na ferida aberta para sangria.

Figura 3.25

Uso de batedores de cabeça para evitar a coagulação do sangue



Uma outra técnica com o processo de sangria é inserir a faca, torcer a faca 90 graus e depois removê-la. Isso resulta em um corte em forma de 'T', em oposição a um corte normal (Figura 3.26). O corte em forma de 'T' reduz a probabilidade de a ferida aberta fechar completamente. A ação de torção da faca corta mais vasos sanguíneos, facilitando a rápida perda de sangue. O corte também precisa ter pelo menos 2,5 cm de largura, e 5 cm de comprimento, ou pode fechar facilmente. Cortes excessivamente grandes não são necessários e podem causar algumas perdas no valor da carcaça.

Figura 3.26

Processo de sangria



- Excessivamente grande.
- Corte reto (sem torção de faca).



- Muito grande.
- Corte reto (sem torção de faca).



- Muito pequeno.
- Corte reto (sem torção de faca).



- Tamanho bom.
- Corte reto (sem torção de faca).



- Tamanho bom.
- Corte reto (sem torção de faca).
- O corte está muito deslocado.



- Ideal.
- Tamanho bom.
- Torção da faca resultando em um corte em forma de T.



3.3 Gerenciando a qualidade da carne magra

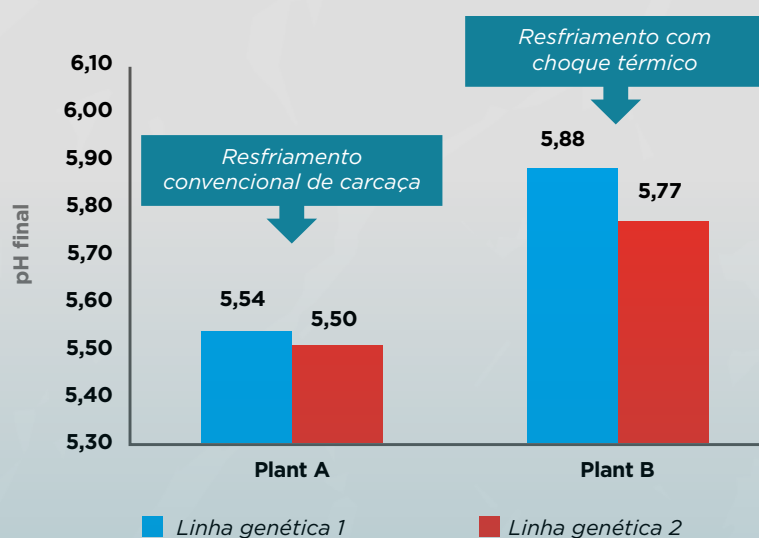
3.3.1 Genética

A genética é fundamental para uma carne de alta qualidade. Os fatores ambientais sistêmicos (gerenciáveis) e não sistêmicos (não gerenciáveis), além de contribuírem para a variação na qualidade da carne, podem afetar a expressão desse potencial genético.

A Figura 3.27 descreve como diferentes sistemas de manejo afetam a expressão do potencial genético. Nesse caso, o resfriamento agressivo permitiu maior expressão do potencial genético para ambas as linhagens, mas também permitiu que o potencial genético superior fosse mais aparente na linha genética 1.

Figura 3.27

Fatores ambientais que impedem a expressão genética



Sabemos, há anos, que a genética contribui com cerca de 20% a 30% da variação na qualidade da carne suína. Isso pressupõe que os genes HAL-1843™ (gene do estresse) e RN- (Rendement Napole) sejam removidos, pois aumentariam a porcentagem de variação devido à genética. A resposta para pH final ou suscetibilidade reduzida ao estresse pode melhorar o potencial genético para pH final, cor, capacidade de retenção de água e qualidade alimentar. (Consulte também a seção 3.2.3.1, Efeitos genéticos no pH.)

3.3.1.1 Recomendações genéticas

- Use genética que tenha sido selecionada para melhorias nas características de qualidade da carne suína, como pH e maciez.
- Use linhagens genéticas que não carreguem o gene do estresse e as mutações do gene RN.

3.3.2 Nutrição

Nos últimos 30 anos, pesquisadores estudaram extensivamente a manipulação nutricional da qualidade da carne. Os ingredientes da ração avaliados incluem (mas não estão limitados a) carnitina, cromo, betaína, creatina, magnésio, ferro, manganês, niacina, vitamina E, vitamina D e vitamina C.

Embora esses ingredientes tenham demonstrado resultados positivos em pH, cor ou perda de gotejamento, a resposta é muitas vezes inconsistente, muito pequena para ser comercialmente significativa ou economicamente viável para a melhoria da qualidade da carne. A mitigação do estresse pelo manejo pré-abate e o aumento da taxa de resfriamento da carcaça afetam a qualidade da carne muito mais do que qualquer intervenção nutricional.

A nutrição pode ser usada, no entanto, para alterar o nível, o tipo de gordura da carcaça e o marmoreio. Os perfis de ácidos graxos podem ser facilmente alterados incrementando a gordura com o perfil desejado. Diferentes ácidos graxos podem alterar o perfil de sabor da carne suína dependendo da magnitude dessa alteração.

É possível aumentar a gordura intramuscular utilizando dietas deficientes em lisina, mas isso geralmente não é econômico, pois afeta negativamente a taxa de crescimento, a conversão alimentar e a massa magra da carcaça.

O jejum alimentar é a melhor intervenção nutricional para melhorar a qualidade da carne, pois ajuda a esgotar parte dos estoques de glicogênio muscular. Uma metanálise de 11 estudos, comparando práticas de jejum alimentar inferiores a 4 horas e entre 8 e 24 horas, indica que o pH inicial e final, a cor e a perda de água por gotejamento melhoraram ao estender a retirada da ração (Figura 3.28).

Essa retirada também aumenta a segurança alimentar, reduz o conteúdo intestinal, o que evita o vazamento acidental do conteúdo intestinal na carcaça durante o processo de evisceração.

Embora o jejum seja importante para melhorar a qualidade da carne e a segurança alimentar, o tempo excessivo de restrição alimentar pode diminuir o valor da carcaça. A perda de tecido muscular começa a ocorrer entre 24 e 30 horas após a retirada da ração, o que reduz o peso da carcaça e diminui o seu valor.

Figura 3.28

Efeito da retirada de ração na qualidade da carne suína*



*Resumo de 11 ensaios de 9 artigos. O estudo foi incluído se o tamanho da amostra fosse maior que 30 carcaças por tratamento. Os estudos continham tempos de retirada inferiores a 24 horas e um controle que consistiu de 0 a 4 horas de retirada da ração.

3.3.2.1 Recomendações sobre jejum alimentar

- A retirada de ração é importante para a qualidade da carne suína e segurança alimentar.
- A meta é ter de 12 a 18 horas de jejum pré-abate, de acordo com a legislação brasileira.
- O tempo total de jejum alimentar deve:
 - Incluir o período de transporte.
 - Incluir um mínimo de 6 a 8 horas sem alimentação na propriedade, antes do carregamento.
 - Proporcionar um descanso mínimo de 2 a 3 horas após o descarregamento na planta frigorífica, antes do abate dos suínos, ou segundo legislação vigente.
 - Se um galpão tiver vários eventos de falta de ração antes da retirada dos animais, o jejum alimentar em sua retirada pode aumentar a propensão à perda por morte, em suínos que permanecem na propriedade, devido a úlceras ou outros problemas de saúde intestinal.

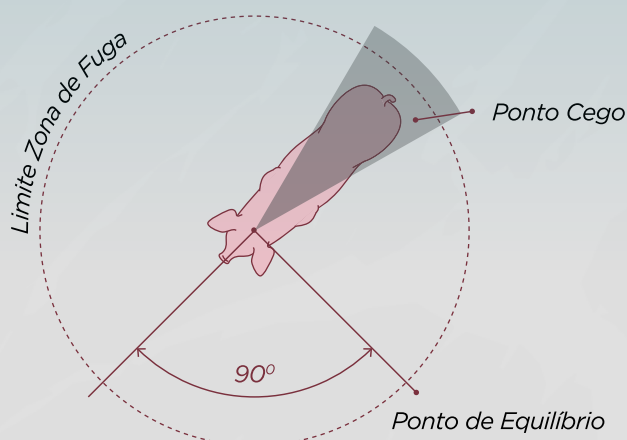
3.3.3 Embarque de suínos na granja

A retirada dos suínos das unidades de produção é uma das primeiras atividades estressantes que podem afetar a qualidade da carne. Minimizar esse estresse por meio das adequações de manejo, ferramentas e instalações propícias para a movimentação dos animais.

Os suínos devem sempre ser movidos em pequenos grupos. O colaborador nunca deve avançar além do ponto de equilíbrio, ou dentro do ponto cego dos suínos (Figura 3.29).

Figura 3.29

Ciência de movimentar/manusear os suínos



Qualquer manejo brusco ou ruídos altos podem estressar os suínos. Isso é contraproducente para conseguir que eles se movam. Eliminar distrações e garantir iluminação adequada, sem grandes transições de luz, também são cuidados essenciais (Figura 3.30).

Figura 3.30

Exemplos de iluminação fraca que podem afetar o movimento dos suínos



Iluminação ruim e a única luz está brilhando diretamente na direção dos olhos dos suínos.



Boa iluminação, mas luzes baixas são uma distração para os suínos.

3.3.3.1 Recomendações para o embarque dos animais na granja

- Os suínos devem ser movidos em pequenos grupos (4-5 suínos) durante o carregamento através de corredores padrão de 90 cm, porque:
 - Os corredores mais largos permitem a movimentação de grupos maiores de suínos.
 - Minimiza o estresse.
 - Permite um carregamento mais rápido.
- Use ferramentas adequadas de movimentação para a condução dos animais:
 - Não use bastões elétricos.
 - Use tábuas de manejo, chocalhos e bandeiras.
 - Evite fazer barulhos altos, como gritar ou bater em portões ou calhas.
- Use uma rampa de carregamento que minimize o estresse dos suínos:
 - O ideal é evitar inclinações, mas, se necessário, a inclinação da rampa deve ser de 20 graus ou menos.
 - O piso da rampa de carregamento deve evitar que os suínos escorreguem ou caiam.
 - A rampa pode ter travas ou piso antiderrapante.
 - As travas devem ser espaçadas uniformemente para o tamanho dos suínos, de acordo com as diretrizes da indústria.
- Garanta a iluminação adequada em todas as áreas onde os suínos se movimentarão durante o embarque.

- Os suínos se movem mais facilmente em áreas bem iluminadas sem grandes transições de luz.
 - Isso é crítico quando os suínos estão se movendo de áreas diferentes.
 - A iluminação deve ser difusa e montada em altura suficiente para que a fonte de luz não distraia os suínos. Se a instalação de luzes altas não for uma opção, use iluminação unidirecional para não distrair os suínos.
- Assegure um caminho unidirecional (da baia para o caminhão) que facilite o movimento dos suínos.
 - Remova todos os objetos (mangueiras, hastes do portão, etc.) e detritos do caminho, pois eles distrairão os suínos.
 - Evite curvas de 90 graus ou mais.
 - Evite gargalos ou outras mudanças abruptas no caminho.
 - As transições nos tipos de piso, sua drenagem e os reflexos da água acumulada distrairão os suínos afetando sua movimentação.
 - Idealmente, os corredores devem ser largos o suficiente para que dois suínos andem lado a lado. Se os corredores forem muito largos, os suínos podem tentar dar a volta.

3.3.4 Transporte dos suínos

Depois que os suínos são carregados no caminhão, é importante minimizar o estresse durante o transporte. Se as condições de carroceria não forem boas, os animais continuarão agitados. Viagens com menos de 2 horas, geralmente, não permitem que os suínos se recuperem do estresse do carregamento e transporte, antes de serem desembarcados. O design da carroceria, o nível de conforto do suíno (temperatura e ventilação) e a densidade são três fatores principais que podem afetar os níveis de estresse dos animais durante o transporte.

3.3.4.1 Recomendações de transporte

- O tipo de carroceria e o manejo podem afetar os níveis de estresse dos suínos.
- O melhor tipo de carroceria é aquele em que os suínos podem ser embarcados sem o uso de rampa interna.
 - Essas carrocerias têm plataformas hidráulicas móveis, para que os suínos possam ser carregados no mesmo nível, ou um elevador hidráulico para elevá-los até o nível do piso em que estão sendo embarcados.
 - Certifique-se de que o piso da carroceria tenha tração de piso texturizado ou cama.
- Temperatura e fluxo de ar adequados.
- Insira bloqueadores de vento na carroceria, para períodos de baixas temperaturas e remova-os durante os períodos de clima quente, obedecendo os padrões da indústria. Considere as temperaturas do destino e, também as temperaturas do embarque.
 - Quando a temperatura estiver elevada, nebulize água para resfriar os suínos no caminhão. Faça isso imediatamente antes ou na partida, assim o movimento do caminhão ajudará a controlar a alta umidade.

- Forneça cama suficiente e adequada:
 - Absorvem a urina e evitam que os suínos escorreguem e caiam.
 - Fornecem calor durante o tempo frio.
 - Proporcionam resfriamento no verão, quando a cama está molhada. Isso pressupõe que o caminhão está se movendo para fornecer um amplo fluxo de ar e evitar um aumento na umidade.
- Garanta a densidade adequada:
 - O excesso de animais pode resultar em aumento de DOA* e suínos estressados no frigorífico.
 - Carrocerias subutilizadas podem resultar na queda de mais animais com possibilidade de ferimentos.
 - Pesquisas de produção em larga escala indicam que uma densidade de 235 kg/m² pode minimizar DOA* e suínos estressados.
 - Mesmo pequenos aumentos no peso médio dos animais podem influenciar a densidade inicial e exigir que menos suínos sejam colocados em um compartimento para minimizar as perdas de transporte (Tabela 3.2).

*DOA = Dead On Arrival = Morto à chegada

Tabela 3.2

Peso médio da linha	Espaço necessário
kg	m ² /suíno
99,8	0,399
102,1	0,408
104,3	0,417
108,9	0,436
111,1	0,444
113,4	0,454
115,7	0,463
117,9	0,472
120,2	0,481
122,5	0,490
124,7	0,499
127,0	0,508
129,3	0,517
131,5	0,526
133,8	0,535
136,1	0,544

- Com os suínos devidamente carregados, o caminhão deve seguir, diretamente, para o frigorífico e descarregar em tempo hábil.
 - Evite paradas desnecessárias e prolongadas.
 - Cronometre o carregamento dos suínos, para que o caminhão chegue ao frigorífico no horário programado para permitir o descarregamento em tempo hábil.
 - Normalmente, suínos com tempos/distâncias de transporte mais longos terão melhor qualidade de carne.
 - Períodos de transporte de 2 horas ou menos não permitem que os suínos superem o estresse do carregamento, antes do descarregamento.
 - Os animais com tempo de transporte inferior a 2 horas devem descansar por no mínimo 3 horas após serem descarregados no frigorífico.

3.3.5 Desembarque dos suínos

Procedimentos de desembarque adequados e um período de descanso antes do abate são cruciais para ajudar os suínos a superarem rapidamente o estresse. Isso é especialmente importante, quando o tamanho da pocilga de espera não permite um tempo de descanso adequado antes do abate.

Minimize o estresse de desembarque com manejos e equipamentos adequados. Não atrase o descarregamento após a chegada do caminhão ao frigorífico. As instalações devem manter um cronograma para a chegada de caminhões e todos devem segui-lo.

3.3.5.1 Recomendações de desembarque

- Os suínos devem ser movidos em pequenos grupos (4-5 animais), durante o processo de desembarque para:
 - Minimizar o estresse.
 - Permitir um descarregamento mais rápido e eficiente.
- Use ferramentas adequadas para a movimentação dos suínos ao descarregar:
 - Não usar bastões elétricos.
 - Usar tábuas de manejo, chocalhos e bandeiras.
- Use uma rampa de desembarque que ajude a minimizar o estresse dos suínos:
 - O ideal é evitar descidas ou inclinações, mas, se necessário, a inclinação/ descida da rampa de carregamento deve ser de 20 graus ou menos.
 - O piso da rampa de carregamento deve evitar que os suínos escorreguem ou caiam.
 - A rampa pode ter travas ou piso antiderrapante.
 - As travas devem ser espaçadas uniformemente.

- Assegurar a iluminação adequada na área de desembarque:
 - Os suínos se movem mais facilmente em áreas bem iluminadas sem grandes transições de luz. Isso é crítico quando estão em transição do caminhão para as áreas de espera. Pode ser difícil de gerenciar quando o caminhão não está sob um abrigo e com uma boa fonte de luz.
 - A iluminação deve ser difusa e instalada em altura adequada, de modo que a fonte de luz não distraia os suínos. Se a instalação não for possível, use iluminação unidirecional.
- Garanta um caminho, do caminhão para a baia de espera, que facilite o movimento dos animais:
 - Certifique-se de que os portões apropriados estejam abertos antes de iniciar o processo de desembarque.
 - Remova todos os objetos do caminho de movimento, pois eles distrairão os suínos.
 - Evite curvas de 90 graus ou mais, se possível.
- Transições nos tipos de piso, drenagem do piso e reflexos da água acumulada distraem os suínos e afetarão seu deslocamento.

3.3.6 Manejo de pocilga

O tempo que os suínos passam na pocilga do frigorífico ajuda a aliviar o estresse que os animais experimentam desde o momento em que saem da baia na propriedade até chegar ao frigorífico. Gerencie as condições ambientais para o conforto dos suínos, sem criar nenhum estresse adicional.

Uma vez que um suíno deixa a pocilga de espera para passar pela insensibilização, o estresse não pode ser evitado, porém é minimizado por um bom manejo nas baias de espera, que devem ser geridas de uma forma que ajude os animais a relaxar e a superar quaisquer tensões incorridas até este ponto.

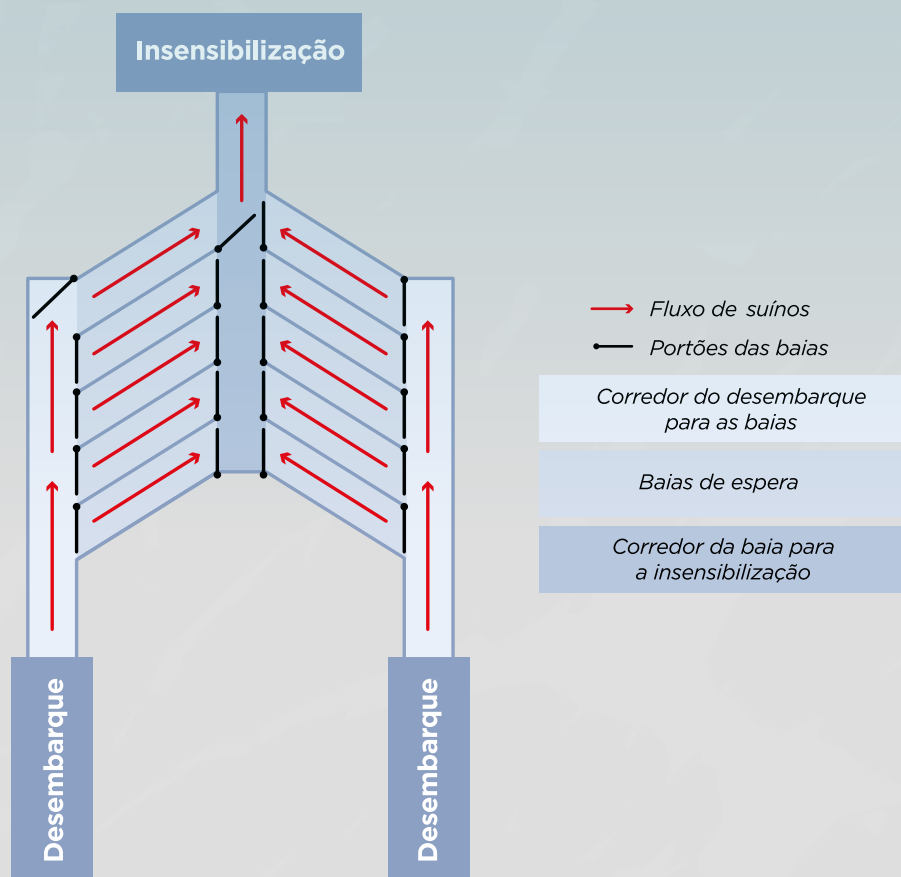
3.3.6.1 Recomendações de manejo nas pocilgas

- A gestão da temperatura e ventilação são importantes para o conforto dos suínos quando estão descansando nas baias de espera.
 - Temperaturas excessivamente altas ou baixas podem estressar os suínos.
 - Mantenha a temperatura na pocilga similar ou próxima a temperatura que os animais estavam acostumados na propriedade.
 - A baia de espera deve ser equipada com nebulizadores de água para resfriar os animais durante o tempo quente ($> 27^{\circ}\text{C}$).
 - Não aspergir água nos suínos quando as temperaturas estiverem abaixo de 16°C pois isso pode aumentar o estresse.
 - É necessária uma boa ventilação para evitar concentrações excessivas de amônia e umidade, que podem estressar os suínos.

- O desenho da pocilga de espera é fundamental para a movimentação e acomodação eficiente dos suínos, garantindo tempo suficiente para o descanso dos animais antes do abate. Isso ajuda a aliviar o estresse de embarque, transporte e desembarque.
- É necessário número adequado de baias de espera, para garantir aos suínos o tempo de descanso após o desembarque.
 - Idealmente, todos os suínos devem ter um período de descanso de 3 a 12 horas, considerando não ultrapassar as 18 horas do total de jejum alimentar após o carregamento, segundo a legislação vigente.
 - Os animais devem descansar, no mínimo, 2 horas antes do abate.
 - O volume de cargas de animais com apenas 2 a 3 horas de descanso, antes do abate, deve ser minimizado (ou seja, 1 a 2 cargas ao final do turno).
 - Tempos de descanso de 16 a 24 horas ou mais, podem resultar em perda de rendimento de carcaça.
- As baias dentro da pocilga de espera devem ser configuradas para que seja fácil mover os suínos para dentro e para fora.
 - Colocar aberturas (portões) de entrada e saída em extremidades opostas na baia de espera é o ideal.
 - Os suínos devem entrar e sair das baias da pocilga em um ângulo menor que 90 graus.
 - Um desenho de espinha de peixe é ideal (Figura 3.31).

Figura 3.31

Projeto de baia de espera no formato espinha de peixe



- Reduza as distâncias entre a área de desembarque até a pocilga e dessa até a área de insensibilização.
- Os tamanhos das baias devem ser adequados ao número de suínos entregues por carga.
 - Evite misturar várias cargas em uma baia.
 - A densidade mínima da baia deve ser de 0,56 m² por animal.
 - O tamanho da carga ou o número de suínos colocados na baia deve ser ajustado para atender às diretrizes de densidade de lotação.
- Assegure a iluminação adequada em toda a área de espera.
 - Os suínos se movem mais facilmente em áreas bem iluminadas, sem grandes transições de luz.
 - A iluminação deve ser difusa e instalada em altura suficiente para que a fonte de luz não distraia os animais.
 - Se a instalação das luzes no alto não for uma opção, use iluminação unidirecional para que os suínos não sejam distraídos pela luz quando estiverem se movendo do caminhão para a pocilga, ou da pocilga para o insensibilizador.
 - A iluminação adequada no “caminho final” da baia de espera para a área de insensibilização é essencial, pois as distrações nesse momento causam estresse que não pode ser recuperado a tempo antes do abate.
- As transições nos tipos de piso, drenagem do piso e reflexos da água acumulada distraem os suínos e afetarão seu deslocamento.

3.3.7 Insensibilização dos suínos

O estresse imposto a um animal durante a etapa de insensibilização é, provavelmente, o que mais impacta a qualidade da carne. A insensibilização é um ponto em que não há mais intervenção possível. Qualquer estresse tem efeito direto sobre o desenvolvimento da qualidade da carne.

Os métodos de insensibilização que utilizam a movimentação em fila única (Figura 3.32) impõem mais estresse aos suínos do que os que empregam o movimento em grupo para insensibilização.

A operação de sistemas em fila única torna muito difícil, se não impossível, eliminar o estresse associado ao manejo de insensibilização. Os sistemas com CO₂ mais recentes permitem a movimentação em grupo para o insensibilizador e são muito mais fáceis de gerenciar (Figura 3.32).

Configurações inadequadas de insensibilização também podem contribuir para o estresse e/ou defeitos na carne.



Insensibilização por CO₂ com movimentação de suínos em fila única.



Insensibilização com CO₂ com movimentação de suínos em grupo.

3.3.7.1 Movimentação de suínos em fila única

- A chave para reduzir o estresse com o movimento de suínos em fila única é manter o seu fluxo o mais constante possível.
- Evite estressar os animais, antes que eles entrem no insensibilizador.
- Se os suínos estiverem estressados, antes de entrar nos corredores, será difícil movê-los.
- Mantenha um fluxo constante de suínos das baias para os corredores.
 - É mais provável que eles continuem se movendo se estiverem seguindo outro suíno.
 - Os suínos devem ser deslocados em grupos, em número suficiente para manter o fluxo constante. Entretanto o número de animais não deve ser grande, a ponto que não possam ser movidos sem aumentar o estresse. Esse manejo pode exigir que mais de um colaborador retire os animais das baias de descanso e conduza-os até a área de pré-insensibilização.
- Minimize o uso de bastões elétricos para movê-los pelo trajeto de fila indiana, conforme o preconizado pela IN 365:
 - Os bastões ou dispositivos elétricos só podem ser usados de forma excepcional, ou seja, em animais que se recusam a movimentar-se e, complementar a outros instrumentos de manejo, como ar comprimido, tábuas, chocalhos.
 - Os dispositivos elétricos devem ser aplicados, preferencialmente, nos membros posteriores, com descargas que não durem mais de um segundo e, desde que, haja espaço suficiente para que o animal avance ou levante.
 - O uso do bastão elétrico é proibido em áreas ou regiões sensíveis dos animais, tais como ânus, órgãos genitais, cabeça e cauda.
 - O dispositivo produtor de descarga elétrica deve estar ligado a equipamento específico para este fim, que permita a regulação, monitoramento e verificação da voltagem aplicada, sendo expressamente proibido o uso de bastão elétrico ligado diretamente na rede elétrica do estabelecimento.

- Garanta a iluminação adequada da pocilga para o insensibilizador.
 - A iluminação deve ser difusa e instalada em altura suficiente para que a fonte de luz não distraia os animais.
 - Se a instalação de luzes altas não for uma opção, use iluminação unidirecional para não distrair os animais.
- Evite barulhos altos, pois podem assustar os suínos (estressar) e impedir o fluxo.

3.3.7.2 Gerenciamento de movimentação de suínos em grupo

- A movimentação de suínos em grupo deve ser contínua. Os animais não precisam ser empurrados para manter a velocidade da fila.
- Na maioria das situações, o tamanho do grupo retirado da baia é ditado pela capacidade de 2 a 3 gaiolas/prateleiras do insensibilizador de CO₂.
 - Se uma prateleira comporta 7 suínos, então 14 ou 21 suínos devem ser retirados da baia de cada vez.
 - Divida-os em grupos de 7 nos portões automáticos do insensibilizador.
 - Os tempos de ciclo de CO₂ e a configuração da baia de espera é que permite que a velocidade da linha seja mantida.
- A movimentação dos suínos da baia para os portões de condução automatizados deve ser cronometrada de forma que a entrada dos animais seja imediata, sem necessidade de espera.
- Atrasos podem fazer com que os suínos se recusem a mover-se após a parada e podem estressar os animais.
- Garanta a iluminação adequada da baia para o insensibilizador:
 - A iluminação deve ser difusa e instalada em altura suficiente para que a fonte de luz não distraia os animais.
 - Se a instalação de luzes altas não for uma opção, use iluminação unidirecional para não distrair os animais.
- Evite barulhos altos, pois podem assustar (estressar) os animais e impedir o fluxo de movimento.

3.3.7.3 Gerenciamento de insensibilização elétrica

- As configurações e manutenções do equipamento elétrico são essenciais para garantir uma insensibilização eficaz de cada suíno.
 - As configurações do insensibilizador fornecem pelo menos 1,25 amperes por suíno para um atordoamento eficaz sob o ponto de vista do bem-estar.
 - Em um sistema de insensibilização elétrica de amperagem constante, a calibragem deve ser definida em 1,25 amperes.
 - Com um sistema de tensão constante, assumindo uma resistência média de 250Ω, a tensão precisa estar ajustada em 313V para fornecer os 1,25 amperes necessários.
 - Dependendo da variação da resistência, pode ser necessário aumentar a tensão para garantir um atordoamento efetivo.
- A corrente elétrica deve ser aplicada ao animal por, no mínimo, 3 segundos e não mais que 5 segundos.

- Essas configurações são um ponto de partida. Ajuste-as conforme necessário em cada sistema, para garantir um atordoamento eficaz e minimizar a quantidade de defeitos na carcaça (ossos quebrados, salpicamentos e sangue residual).
- Os eletrodos precisam ser limpos rotineiramente e substituídos, quando necessário.
 - Muitas unidades de produção desenvolvem seus próprios eletrodos para melhor uso e disponibilidade de substituição.
 - Eletrodos sujos ou gastos podem aumentar a resistência em 200Ω.
- A manutenção preventiva regular deve ser realizada em todos os componentes do sistema de atordoamento elétrico para garantir que esteja funcionando corretamente.
 - A correta colocação do eletrodo é fundamental para garantir um atordoamento eficaz, conforme (Figura 3.18) - página 73.
 - Os eletrodos da cabeça devem ser colocados atrás da orelha e ao nível dos olhos do suíno.
 - Não devem ser usados no pescoço.
 - Se for utilizada a insensibilização cabeça-coração, a sonda cardíaca deve ser colocada atrás dos membros dianteiros.
 - Os suínos devem ser aspergidos com água antes da insensibilização para melhorar a condutividade.
 - A água reduzirá a resistência, permitindo uma insensibilização eficaz com uma voltagem mais baixa.
 - Os sistemas de insensibilização elétrica com cintos de contenção em V devem ser mantidos em condições adequadas. Respeite o tamanho do animal para o qual a contenção foi projetada.
 - Verifique as velocidades da correia de contenção para garantir que elas estejam se movendo uniformemente.

3.3.7.4 Recomendações de gerenciamento da insensibilização por CO₂

- A concentração de CO₂ e o tempo de exposição são os dois elementos mais críticos para garantir um atordoamento eficaz e minimizar o estresse:
 - A concentração de CO₂ determina a rapidez com que os suínos perdem a consciência. O tempo de exposição (ou permanência) é importante para garantir que eles permaneçam insensibilizados.
 - Os níveis de CO₂ na primeira parada da gaiola/prateleira devem ser concentrados o suficiente para que os suínos percam a postura e as vocalizações parem após 20 segundos de exposição ao gás.
 - Normalmente, é necessária uma concentração de 88% de CO₂, mas, em alguns casos, podem ser necessárias concentrações de até 96%.
 - Níveis de CO₂ abaixo de 88% podem deixar os suínos insensibilizados, mas raramente induzem à inconsciência em menos de 20 segundos.
 - Cada instalação do sistema de CO₂ pode ser diferente, então a concentração correta de CO₂ para um frigorífico pode não ser tão eficaz em outra planta.
 - Em climas frios (< 7°C), pode ser necessário aumentar a concentração de CO₂.
 - Se os suínos não perderem a consciência rápido o suficiente ou retornarem à sensibilidade, o nível de CO₂ precisará ser aumentado.
 - Conheça a localização do(s) sensor(es) de CO₂.

- O tempo de exposição ao CO₂ deve durar o suficiente para que os suínos permaneçam insensíveis até a exsanguinação, mas não tão longo que complique a remoção do sangue da carcaça.
 - Tempos de exposição inferiores a 90 segundos podem fazer com que os animais recuperem a consciência antes da exsanguinação, mesmo com níveis de CO₂ tão altos quanto 95%.
 - Tempos de exposição superiores a 180 segundos podem resultar em problemas com a remoção de sangue, que se manifesta como lividez.
 - Para manter a velocidade da linha, pode ser necessário aumentar ou diminuir o número de suínos por prateleira, dependendo do tempo de exposição.
 - Nunca coloque mais do que o número recomendado de suínos em gaiola para aumentar o fluxo de suínos na linha.
 - Ao diminuir o tempo de permanência, deixar de utilizar uma das gaiolas pode ser uma opção eficaz para manter a velocidade da fila (e evitar a alteração do número de animais por gaiola).
- Nunca carregue mais do que o número recomendado de suínos por gaiola.
- Verifique rotineiramente o sensor de CO₂ para garantir que está funcionando corretamente.

3.3.8 Exsanguinação ou sangria dos suínos

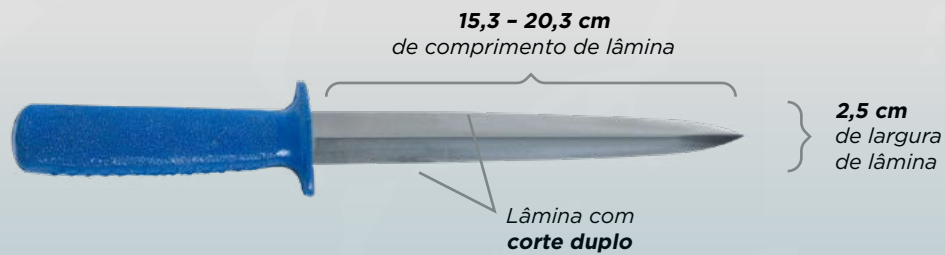
A sangria é importante para que o abate ocorra como resultado da perda de sangue. Caso ocorra atraso na sangria, os suínos podem recuperar a sensibilidade, o que é inaceitável do ponto de vista do bem-estar animal. A sangria também é importante para garantir a exsanguinação máxima da carcaça. Atrasar a exsanguinação pode resultar na coagulação do sangue e impedir sua remoção da carcaça.

3.3.8.1 Recomendações de exsanguinação

- O momento da exsanguinação depende do tipo de insensibilização.
 - Os suínos submetidos à insensibilização elétrica reversível somente na cabeça devem ser sangrados dentro de 10 segundos após a insensibilização.
 - Os suínos submetidos à insensibilização cabeça-corpo irreversível, que induza fibrilação cardíaca, devem ser sangrados dentro de 30 segundos após a insensibilização.
 - Os suínos submetidos à insensibilização com CO₂ devem ser sangrados em 60 segundos, e não exceder 90 segundos.
 - Esse tempo é calculado a partir do momento em que os suínos saem da prateleira até que o último deles seja sangrado.
- Use equipamentos e procedimentos adequados.
 - Use uma faca com lâmina de 15 a 20 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, com ambas as pontas afiadas (Figura 3.33).

Figura 3.33

Faca usada para exsanguinação



- Insira a faca na linha média na depressão superior ao esterno. Direcione a faca para cortar os principais vasos sanguíneos próximos ao coração.
- Assim que a faca estiver inserida, gire-a em 90 graus e remova-a em seguida.
 - Isso resulta em uma ferida em forma de 'T' que pode ajudar a prevenir a coagulação do sangue.
- O tamanho do furo deve variar entre 2,5 e 3,7 cm de largura.
- Use batedores de cabeça durante o processo de sangria.
 - Coloque o primeiro batedor de cabeça de forma que a carcaça chegue ao batedor em menos de 1 minuto após a sangria.
 - Após o primeiro batedor de cabeça, a carcaça deve chegar aos outros a cada 30 segundos. Instale batedores de cabeça adicionais, conforme necessário, para garantir que isso aconteça.
- Não é necessário deixar a carcaça mais de cinco minutos na linha da sangria, pois a maior parte do sangue é removida dentro de 4 minutos.

3.3.9 Insensibilização até resfriamento

O tempo entre a insensibilização do suíno até atingir o processo de resfriamento é crítico do ponto de vista da temperatura da carcaça. Na maioria dos frigoríficos modernos, o tempo entre a insensibilização até o resfriamento varia de 25 a 45 minutos.

Durante esse tempo, os procedimentos de depilação (escaldagem e chuscamento) podem colocar calor adicional à carcaça. A remoção das vísceras é fundamental para permitir a dissipação desse calor.

O uso de espaço extra de nória para pendura de carcaças pode afetar a quantidade de tempo entre a insensibilização e o resfriamento se não for gerenciado adequadamente. Isso também pode afetar a taxa de declínio da temperatura durante o período *post mortem* inicial. É importante colocar a carcaça no processo de resfriamento o mais rápido possível, com exposição limitada a fontes de calor que podem aumentar a temperatura da carcaça.

3.3.9.1 Tempo entre a sangria e o resfriamento

- Gerencie o tempo:
 - O tempo entre a sangria e o resfriamento deve ser inferior a 45 minutos.
 - Minimize as paradas de linha, para evitar o aumento do tempo entre a sangria e o resfriamento.
 - A manutenção preventiva adequada dos equipamentos pode evitar algumas paradas de linha.
 - Evite espaço “morto” de linha, onde nenhum processo está ocorrendo.
- Gerencie a quantidade de calor introduzida na carcaça.
 - Minimize a temperatura da água esquentada para um nível que remova eficazmente os pelos.
 - A duração da esquentagem pode afetar a temperatura necessária para remover os pelos com eficácia.
 - Tempos curtos de esquentagem podem exigir uma temperatura ligeiramente mais alta.
 - Geralmente, esse é um processo de tentativa e erro, no qual a temperatura é reduzida ou aumentada, para determinar a condição mínima necessária para uma depilação eficaz.
 - Para o tanque de esquentagem, 60°C é, normalmente, uma temperatura alta o suficiente para uma depilação eficaz em condições normais, com um tempo de 6 a 8 minutos.
 - A temperatura pode ser aumentada para 61°C em temporadas de pelos duros (geralmente épocas mais frias) ou em suínos com uma alta porcentagem de pelos vermelhos ou pretos.
 - Se possível, remova os suínos dos tanques de esquentagem durante as paradas da linha.

3.3.10 Resfriamento da carcaça

O resfriamento da carcaça é o componente final crítico no desenvolvimento da qualidade da carne. Até agora, cada processo descrito para gerenciar a qualidade da carne se baseia nos processos anteriores.

Em alguns casos, um evento de gerenciamento posterior pode aliviar, parcialmente, as falhas anteriores no processo de controle (ou seja, descansar na área de espera após o estresse do transporte). Este não é o caso do resfriamento da carcaça.

O resfriamento da carcaça não pode corrigir problemas que ocorrem em etapas anteriores do processo, ou seja, muito estresse imposto aos suínos imediatamente antes do abate.

Em geral, manterá a qualidade da carne desenvolvida até o início do processo de resfriamento. Por outro lado, um resfriamento ruim pode resultar em carne de baixa qualidade, mesmo quando as outras recomendações são seguidas.

Nem todas as plantas frigoríficas conseguem utilizar o resfriamento rápido, mas ainda podem implementar métodos para melhorar a qualidade e/ou minimizar a variação de qualidade com sistemas convencionais de resfriamento.

3.3.10.1 Recomendações gerais de resfriamento

Com o foco na otimização da qualidade ideal de carne, os pontos críticos de controle para o resfriamento são:

- A temperatura interna do lombo deve estar abaixo de 32°C, em 1,5 a 2 horas *post mortem*, e abaixo de 13°C, em 4 a 5 horas *post mortem*.
- A temperatura interna do pernil deve estar abaixo de 32°C, em 3,5 a 4 horas *post mortem*, e abaixo de 13°C, em 7 a 8 horas *post mortem*.
- A temperatura central da paleta deve estar abaixo de 32°C, em 2 a 3 horas *post mortem*, e abaixo de 13°C, em 7 a 8 horas *post mortem*.

3.3.10.2 Recomendações de resfriamento com choque térmico

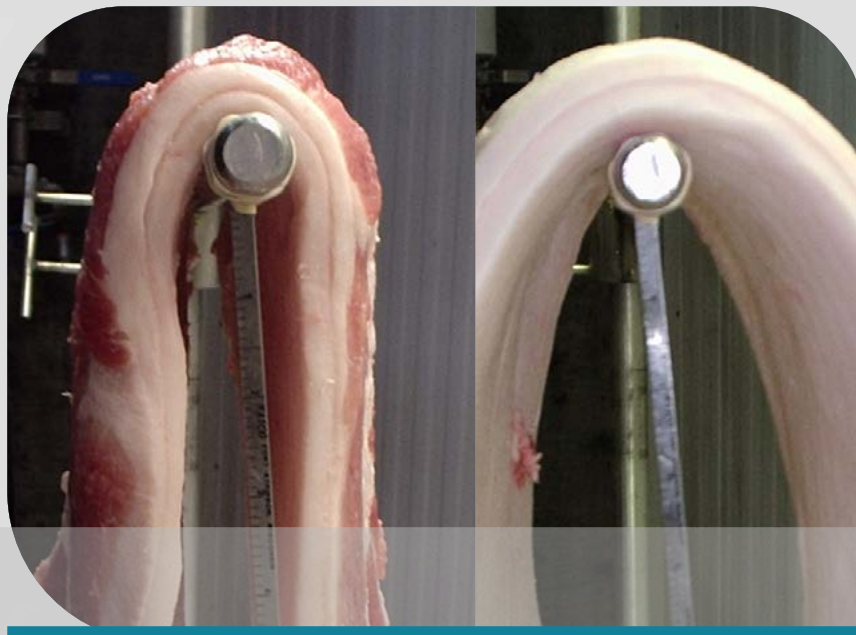
- O resfriamento com choque térmico adequado envolve baixas temperaturas e velocidades de movimento do ar:
 - Ajuste a combinação dessas configurações para aumentar a taxa de resfriamento da carcaça. Por exemplo, uma configuração de -15°C com velocidade dos ventiladores de 10 m/s pode fornecer a mesma curva de resfriamento da carcaça que um ajuste de -25°C com uma velocidade do ventilador de 5 m/s.
- Durante o processo de resfriamento com choque térmico afaste as carcaças para que o ar possa fluir entre elas para melhorar o resfriamento convectivo.
- A taxa de resfriamento é melhor quando os primeiros 30 a 60 minutos do processo com choque térmico incluem as temperaturas mais frias e as maiores velocidades de movimento do ar para resfriamento convectivo:
 - Direcionar o fluxo de ar para os cortes primários pode aumentar a taxa de resfriamento.
 - Uma fina camada congelada (crosta) deve se formar na carcaça durante o processo de resfriamento com choque térmico.
 - Orelhas e papada, provavelmente, congelarão, mas os cortes primários (como a barriga) não devem congelar internamente.

3.3.10.3 Recomendações de resfriamento convencional

- As carcaças resfriadas convencionalmente devem entrar na câmara fria imediatamente.
- A temperatura, a velocidade do ar e o espaçamento da carcaça desempenham um papel crítico no processo de resfriamento:
 - As temperaturas típicas devem variar de -1 a 2°C.

- A temperatura é, geralmente, mais baixa durante a primeira metade do equilíbrio e depois eleva-se durante a segunda parte para garantir um declínio rápido da temperatura. Isso ajuda a evitar o resfriamento excessivo da carcaça, que dificulta a produção dos cortes primários e secundários na sala de desossa.
- Temperaturas inferiores a -1°C podem aumentar as taxas de resfriamento da carcaça, principalmente no processo convencional.
- O fluxo de ar em equilíbrio é essencial para afastar o ar quente das carcaças.
 - Normalmente, o fluxo de ar é inferior a 3 m/s .
 - Após as primeiras 10 ou 12 horas em equilíbrio, as velocidades do ventilador devem ser reduzidas para 50%, ou menos, para evitar desidratação do exterior das carcaças.
- Espace as carcaças, adequadamente, para um resfriamento ideal.
 - Recomenda-se um espaço mínimo de 23 cm .
 - A área entre os trilhos deve ter um espaçamento mínimo de $0,61\text{ m}$ para garantir um fluxo de ar adequado entre as carcaças durante o processo de resfriamento.
- O uso de aspersão de água na câmara fria de equalização pode melhorar as curvas de resfriamento.
 - A aspersão deve ser considerada sob refrigeração convencional.
 - Quando o espaçamento da carcaça for inadequado, considere a aspersão.

QUALIDADE DA GORDURA DA CARNE SUÍNA



Embora a qualidade da carne magra seja fundamental, conforme discutido anteriormente, a qualidade da gordura (que é melhor definida pela consistência) também desempenha um papel na qualidade geral da carcaça. A gordura é considerada uma parte fundamental em muitos cortes tradicionais, como barriga, costela e como cobertura e retalho em cortes primários e desossados.

O tecido adiposo com baixa consistência pode ser responsável por separar a camada de gordura do músculo em cortes como pernil e paleta e por reduzir o rendimento do bacon fatiado após a cocção.

Em geral, a gordura com baixa consistência causa problemas na aparência do produto embalado e pode fazer com que o bacon tenha um aspecto oleoso/úmido ou transparente, com pouca definição para o corte embalado à vácuo, aumentando, também, as taxas de oxidação.

A redução da consistência da gordura pode ainda causar problemas de aparência a produtos como salsichas e embutidos, e reduzir o rendimento em produtos de emulsão, como a mortadela. Geralmente, a gordura pouco consistente prejudica a utilização da matéria prima para industrializados e piora a aparência do produto, com maior propensão a rancificação.

A gordura também é um componente do sabor da carne suína. Em alguns produtos, como o presunto ibérico espanhol, ela é manipulada por meio de formulações dietéticas para ter um nível mais alto de ácidos graxos (C18:1). Isso melhora o perfil de sabor da carne. Por outro lado, se os suínos são alimentados com tipos de óleo específicos, como de peixe ou linhaça, a composição de ácidos graxos tem uma proporção maior de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (> 20 carbonos) que podem fazer com que a carne tenha odor ou gosto de peixe.

Nos últimos 30 anos, à medida que os suínos aumentaram a deposição de carne magra, a qualidade da gordura tornou-se uma das principais características que define o valor da carcaça. O foco na qualidade da gordura cresceu nos últimos anos, conforme os preços das rações aumentaram. As dietas formuladas com menor custo, às vezes, utilizam ingredientes que podem comprometer a qualidade da gordura, bem como o valor de alguns cortes, como a barriga.

O capítulo a seguir abordará as medições realizadas na gordura, fatores que influenciam a sua qualidade e métodos de gerenciamento.

4.1 Medição da qualidade da gordura suína

4.1.1 Principais métricas

A consistência da gordura pode ser avaliada usando medidas químicas ou físicas. As medições químicas requerem uma análise laboratorial, enquanto as físicas incluem critérios que podem ser observados dentro do frigorífico. Aqui estão alguns exemplos:

Medição química da consistência

- Valor de iodo (VI).
 - Diretamente correlacionado com a consistência/firmeza da gordura. Atualmente o “padrão ouro” para avaliação da consistência/firmeza de gordura.
 - Medida de gorduras insaturadas expressa em termos da quantidade de iodo absorvida por uma amostra de gordura.
 - Enumera as ligações duplas em ácidos graxos e determina o nível de insaturação da gordura.
- Análise de ácidos graxos.
 - A proporção de diferentes ácidos graxos está diretamente relacionada e influencia o VI.
 - Certos ácidos graxos podem ser usados como um indicador de consistência/firmeza de gordura.

Medidas físicas de consistência

- Cor da gordura.
 - A cor da gordura indica consistência/firmeza. A gordura mais branca é mais firme, enquanto a gordura mais amarela é mais mole.
 - O ácido linoleico (ácido graxo insaturado) atribui à gordura a cor amarela.

- Medições primárias.
 - Medida subjetiva para avaliar a consistência/firmeza.
 - Espessura da barriga e avaliação de dobra ou queda do corte para analisar consistência/firmeza.
 - Barrigas mais firmes serão mais grossas e dobrarão menos sobre si.
- Rendimento de fatias de bacon.
 - Barrigas mais firmes têm maior rendimento de fatias.
 - Os efeitos da consistência/firmeza da gordura no rendimento podem não ser detectados se as barrigas cozidas não forem completamente resfriadas antes do fatiamento.

4.1.2 Medição da qualidade da gordura suína

4.1.2.1 Valor de iodo e ácidos graxos

O valor de iodo, como mencionado acima, é uma medida da insaturação de ácidos graxos na gordura. É expresso em termos da quantidade de iodo absorvido em amostra de 100 gramas de gordura. Os ácidos graxos insaturados contêm ligações duplas, que absorverão o iodo.

O método Wijs/Hanus é usado para determinar diretamente o valor de iodo. Alguns laboratórios ainda utilizam esse método, embora seja considerado desatualizado em comparação com tecnologias mais recentes, como cromatografia gasosa (CG) e espectrometria de infravermelho, do inglês Near-Infrared Spectroscopy (NIR), que são menos trabalhosas e mais rápidas.

A cromatografia gasosa não calcula diretamente o VI, mas pode determinar a quantidade de cada ácido graxo individualmente. O VI em uma amostra de gordura é então calculado usando a equação da American Oil Chemists' Society (AOCS) (1998):

$$\text{VI} = (\%C16:1 * 0,95) + (\%C18:1 * 0,86) + (\%C18:2 * 1,73) + (\%C18:3 * 2,62) + (\%C20:1 * 0,79) + (\%C22:1 * 0,723)$$

Como a CG fornece concentrações individuais de ácidos graxos, esses agrupamentos podem ser usados para predição da consistência da gordura. Na maioria das dietas convencionais de suínos, o teor de ácido linoleico (C18:2) tem um efeito negativo na qualidade da gordura. Quando esse ácido graxo poliinsaturado é predominante nas dietas, ele também pode ser um indicador do teor de insaturação em substituição do próprio VI.

No entanto, o VI é muito mais confiável, pois as dietas são, constantemente, alteradas. Ingredientes não convencionais não são contabilizados na equação AOCS e podem ser incorporados às dietas e afetar a qualidade da gordura.

Por muitos anos, a CG foi considerada o teste “padrão ouro” para análise de qualidade da gordura. Embora seja muito precisa, tem custo elevado (US\$ 40 - US\$ 100/amostra), com grande variação entre os laboratórios, e tempo muito longo de retorno das amostras de análise (até 2 semanas para a obtenção dos resultados).

Nos últimos anos, houve uma drástica mudança na indústria para a tecnologia NIR, para análise de qualidade da gordura. O uso do NIR é rápido, preciso e barato, especialmente ao realizar análises de rotina. A maioria dos frigoríficos dos EUA que realiza análises de qualidade da gordura na rotina industrial usa equipamentos internos de NIR.

Os equipamentos NIR nos EUA geralmente custam de US\$ 90.000 a US\$ 100.000. O retorno do investimento é rapidamente revertido por dispensar o uso de laboratórios externos para análise de qualidade da gordura. Os equipamentos NIR também podem ser usados para outros procedimentos laboratoriais comuns realizados rotineiramente na maioria dos frigoríficos, otimizando o seu uso. Caso seja realizada a coleta de um grande número de amostras para análise de gordura VI de rotina, o retorno do investimento ocorre em até 2 anos.

Existem dois métodos principais para a realização de análise NIR: avaliação de gordura sólida e líquida. A análise de gordura sólida requer uma preparação mínima da amostra. Já as amostras para análise de gordura líquida devem ser derretidas antes da avaliação. Ambos os métodos são altamente precisos, quando comparados aos resultados da CG.

Em pesquisa interna na Agrocere PIC, a correlação da análise de gordura sólida usando NIR com os resultados da CG foi de 0.97. Já a correlação da análise de gordura líquida no NIR com a análise da CG foi de 0.99. Se considerarmos o trabalho extra na amostragem, devido à necessidade do derretimento de gordura para análise de líquidos, faz sentido o método de gordura sólida ser o mais utilizado. O rendimento da amostragem e custos de mão de obra também são importantes.

A amostragem é outro aspecto crítico da análise do VI e de ácidos graxos. Primeiro, o local de amostragem deve ser padronizado. É muito importante a escolha do local na carcaça para análises comparativas, pois isso vai garantir que as mesmas camadas de gordura sejam comparadas e analisadas.

Três locais que são comumente amostrados incluem a barriga, a gordura da paleta ou lombo e a papada. Amostras de gordura da barriga, paleta ou lombo são relativamente fáceis de coletar, mas a coleta de amostras muito grandes pode afetar negativamente o valor da carcaça.

O VI da gordura da barriga, paleta ou lombo são normalmente correlacionados com a qualidade da gordura. Esses dois locais respondem a mudanças nutricionais durante as últimas 4 a 6 semanas do período de crescimento, que podem influenciar na qualidade da gordura. A gordura da papada é simples de coletar e impacta menos no valor da carcaça.

O VI da gordura da papada é menos influenciado por mudanças nutricionais na dieta durante as últimas 4 a 6 semanas antes do abate. Após abordar todas estas questões a gordura da barriga, da paleta ou lombo são os locais recomendados para amostragem.

É melhor coletar amostras após o resfriamento da carcaça, isto irá possibilitar uma amostragem mais precisa e com menor impacto sobre o valor da carcaça.

Use uma faca, lâmina de bisturi, tesoura de carne ou dispositivo de perfuração para coletar amostras. A maioria das plantas frigoríficas requerem Equipamento de Proteção Individual (EPI) ao usar uma faca ou lâmina de bisturi, mas o EPI pode não ser necessário ao usar tesouras ou um dispositivo de perfuração.

O uso de uma faca para a remoção da amostra é menos preciso e pode depreciar a carcaça ou o corte primário. Usar uma lâmina de bisturi é mais preciso e menos destrutivo, porém pode ser um processo mais laboroso e demorado. O dispositivo de perfuração é rápido e preciso, permitindo uma amostragem consistente que deixa danos mínimos na carcaça.

A combinação de um dispositivo de perfuração com uma furadeira sem fio (Figura 4.1) é um dos métodos mais eficazes para a coleta de amostras. A Agroceres PIC recomenda incluir a pele na amostra, pois fornece um ponto de referência para a análise, especialmente para medir consistentemente a(s) mesma(s) camada(s) de gordura.

Figura 4.1

Dispositivo de perfuração acoplado em uma furadeira para coletar amostras de gordura



Para caracterização populacional, a amostragem deve representar o total dos indivíduos pesquisados. Não é interessante coletar amostras de carcaças extremamente leves, muito pesadas ou apenas na média da população. A amostragem deve ocorrer dentro de dois desvios-padrão do peso médio para levar em conta a variação.

O sexo também deve estar igualmente representado na tomada de amostras. É possível coletar apenas uma categoria animal, mas isso precisa ser levado em conta ao fazer comparações com outros dados mistos (machos e fêmeas) ou de sexo oposto.

O próximo fator a ser considerado é o número de amostras a serem coletadas. O VI varia individualmente e é caracterizado por um alto desvio-padrão. Na maioria das populações comerciais, o desvio-padrão varia de 2.4 a 4.0 unidades VI. Muitos consideram uma mudança de 1.0 unidade VI de importância prática, por isso é essencial ser capaz de detectar uma mudança de 1.0 unidade com validade estatística.

A Tabela 4.1 fornece a diferença mínima significativa dependendo do desvio-padrão da população e do tamanho da amostra. Com base nesta tabela, quando se utiliza um tamanho de amostra de 80 carcaças, a diferença mínima significativa entre os grupos analisados varia de 1.1 a 1.6 unidades VI, dependendo do desvio-padrão. Com isso, podemos concluir que, com 80 amostras, estaremos no limite inferior de amostras necessárias para obter resultados estatisticamente significativos, novamente dependendo do desvio-padrão.

Tabela 4.1

Diferença detectável* em VI com base no tamanho da amostra e desvio-padrão

Tamanho da amostra	DESVIO-PADRÃO DE IV				
	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50
10	3,1	3,5	3,8	4,1	4,4
20	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1
40	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2
80	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
100	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
150	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1
200	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0
250	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
500	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
1000	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4

**Também chamada de Diferença Mínima Estatística.*

O outro aspecto a considerar é como serão comparados os conjuntos de dados coletados. Se diferentes semanas de processamento forem comparadas para detectar diferenças significativas, um mínimo de 80 amostras por semana precisa ser coletada. No entanto, se diferentes meses forem comparados, pelo menos 20 amostras por semana devem ser coletadas.

4.1.2.2 Cor da gordura

Níveis mais altos de ácidos graxos poliinsaturados resultam em níveis mais altos de VI e redução da consistência da gordura. Isso pode causar um aumento do betacaroteno, que altera a coloração da gordura, passando de uma tonalidade branca para amarelada. Assim, a avaliação da cor da gordura pode indicar, de forma indireta, a consistência da gordura.

A cor da gordura pode ser determinada objetivamente usando um colorímetro para apontar os valores CIE L^* a^* b^* , com valores mais baixos de L^* e mais altos de b^* , indicando que a gordura é menos firme. Um sistema de pontuação subjetiva, que usa escala de cores japonês (Figura 4.2), também pode determinar a cor da gordura. Na escala japonesa, o padrão de cor da gordura é um sistema de 4 pontos, sendo 1 branco e 4 amarelado.

Figura 4.2

Escala de cor de gordura japonesa



4.1.2.3 Medidas primárias de consistência/qualidade da gordura

A maioria das avaliações primárias é mensurada na barriga, mas algumas foram desenvolvidas para lombos e pernas. A medida objetiva mais comum da consistência/firmeza da barriga é o “flop”, caimento ou curvatura da barriga. Existem muitas variações diferentes desse método, mas a premissa básica é colocar uma barriga sobre uma barra e determinar o quanto ela se inclina para um lado e para outro.

A distância pode ser medida entre as extremidades da barriga ou a um espaço padronizado abaixo da barra (Figura 4.3). É importante colocar as barrigas em uma superfície plana antes da medição e não dobrá-las antes de colocá-las na barra.

A partir dessa mesma premissa, vários sistemas próprios e subjetivos de pontuação foram desenvolvidos para medir a consistência/firmeza da barriga ou carré e estes consistiam em apoiar o corte primário e dobrá-lo. Esses métodos são grosseiros, mas podem ser utilizados para distinguir entre a qualidade da gordura considerada boa e a ruim nos cortes primários.

As avaliações também foram desenvolvidas para analisar a consistência/firmeza da sobrepaleta, e baseia-se em quão bem ela consegue manter sua forma original.

Para a efetividade de todos os métodos de medição de qualidade da gordura listados acima, é primordial manter uma temperatura constante dos produtos que estão sendo avaliados, a gordura geralmente tem maior consistência em temperaturas mais baixas do que nas mais altas.

Outras medidas menos usadas incluem peso, rendimento e espessura da barriga. Barrigas mais pesadas e de maior rendimento, normalmente, serão mais firmes, a menos que sejam exacerbadamente magras. Espessuras menores são, frequentemente, associadas a barrigas mais firmes, uma vez que as barrigas de maior espessura têm tendência a serem mais gordas e pesadas.

Figura 4.3

Medição da inclinação/curvatura da barriga



Macia



Firme



Distância entre os lados da barriga deve ser medida a 15 cm da barra.

Local da mensuração

Barrigas com ou sem pele podem ser coletadas. Preferencialmente, manter as amostras em um plano horizontal antes de apoiá-las sobre a barra.

Barrigas então são suspensas sobre uma barra de 1/4" e a distância entre os lados da barriga deve ser medida a 15 centímetros da barra.

4.1.2.4 Rendimentos de fatias de bacon

Testes de rendimento das fatias de bacon são frequentemente conduzidos para mensurar o impacto econômico da qualidade da gordura. Esses testes são normalmente realizados em condições comerciais e não são simples de fazer, pois é difícil rastrear barrigas individuais em um ambiente industrial. Assim, essas avaliações são normalmente realizadas com observações do grupo ou lotes com múltiplas barrigas.

As condições de processamento, como a temperatura no corte e o percentual de retenção da cura, também podem afetar a validação da qualidade da gordura. Por exemplo, se uma barriga estiver mal resfriada e com baixos níveis de absorção, ela terá um baixo rendimento de fatias, seja a gordura firme ou macia.

Embora os testes de rendimento das fatias sejam difíceis de conduzir e não sejam uma avaliação de rotina, eles são úteis para analisar os efeitos econômicos de mudança na dieta dos animais para melhorar a qualidade da gordura.

4.2 Fatores que influenciam a qualidade da gordura

Muitos fatores podem contribuir para a composição e qualidade da gordura, incluindo genética, nutrição, constituição da carcaça, idade, peso corporal, sexo, localização anatômica da gordura e taxa de crescimento. Desses, a nutrição é o fator-chave que pode influenciar efetivamente a qualidade da gordura. Esta seção revisará as variáveis que influenciam a qualidade da gordura.

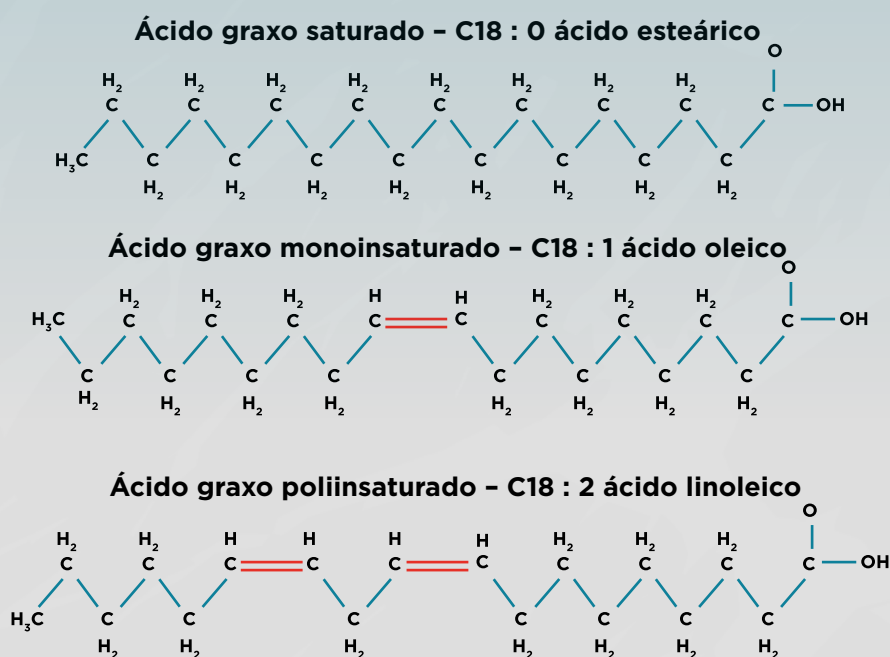
4.2.1 Biologia da qualidade da gordura

Uma compreensão da química da gordura é essencial para entender os fatores básicos que afetam sua qualidade. A gordura tem vários componentes, incluindo uma parte lipídica: triglicerídeos ou a combinação de glicerol e ácidos graxos, água e proteína.

Os ácidos graxos podem ser classificados em três categorias, com base em suas estruturas químicas ou nível de saturação: 1) ácidos graxos saturados (sem ligações duplas), 2) ácidos graxos monoinsaturados (uma ligação dupla) e 3) ácidos graxos poliinsaturados (duas ou mais ligações duplas) (Figura 4.4).

Figura 4.4

Classificação de ácidos graxos



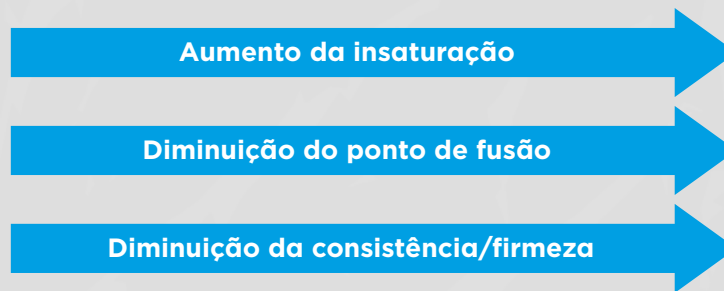
A saturação dos ácidos graxos determina o ponto de fusão de uma gordura (transição da fase sólida para líquida). Uma gordura altamente saturada (mais sólida) tem um ponto de fusão mais alto do que uma gordura insaturada (mais mole) (Figura 4.5).

Figura 4.5

Como a composição de ácidos graxos afeta as propriedades físicas de várias gorduras



	Óleo de coco	Sebo bovino	Banha suína	Óleo de milho
% Ácidos graxos saturados	77,0	48,4	38,9	12,9
% Ácidos graxos insaturados	7,6	44,2	56,1	82,3



Gorduras e carboidratos dietéticos são as fontes de ácidos graxos de cadeia longa utilizados para a síntese de gorduras em mamíferos. As gorduras da dieta são facilmente convertidas em gordura na carcaça. A gordura na carcaça, formada dessa maneira, assume as características gerais da gordura dietética (gordura dietética pouco consistente/macia = gordura da carcaça pouco consistente/macia). Costuma-se dizer que “o suíno é o que come”.

Os carboidratos da dieta são convertidos em gordura corporal através de um processo chamado síntese de novo de ácidos graxos, ou biossíntese de ácidos graxos. Há a formação de ácidos graxos saturados e monoinsaturados que produzem gordura mais firme na carcaça (menor VI). Embora os carboidratos da dieta sejam usados para sintetizar ácidos graxos, a maioria dos mamíferos, incluindo suínos, não é capaz de incorporar uma ligação dupla além da posição $\Delta 9$ em um ácido graxo sintetizado. Assim, os suínos só podem formar ácidos graxos saturados e monoinsaturados a partir de carboidratos.

Eles requerem ácidos graxos essenciais (ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido linoleico) de uma fonte de gordura dietética para incorporar ácidos graxos poliinsaturados na composição da gordura na carcaça.

As adições de gordura na dieta irão alterar, ou até mesmo interromper, a síntese de gordura. De acordo com o aumento da porcentagem de gordura na dieta, há uma inibição cada vez mais elevada da síntese de ácidos graxos, resultando em reduzida deposição de gordura saturada. Com o incremento do perfil de ácidos graxos menos saturados na gordura da dieta, a gordura corporal e da carcaça também se torna menos saturada.

O perfil de ácidos graxos na gordura suína pode variar muito. A Tabela 4.2 contém um perfil médio de ácidos graxos com componentes de variação de mais de 16.000 suínos de um único sistema de produção. Esses números mostram que a gordura suína é variável e influenciada por muitos fatores.

Tabela 4.2

Média (%) e variação de ácidos graxos e VI de um único sistema de produção.

Item	Média	Mínimo	Máximo	STDev
C14:0	2,24	1,06	6,96	0,50
C16:0	24,60	18,79	33,65	1,84
C16:1	3,27	1,35	8,26	0,75
C18:0	8,10	3,57	15,87	1,37
C18:1	40,71	27,44	50,41	2,85
C18:2	16,87	5,88	31,67	3,52
C18:3	0,91	0,06	2,15	0,28
VI	69,67	57,64	90,02	4,99

Os dados foram coletados de 16.600 animais alimentados com uma dieta predominantemente à base de milho e soja com adição de gordura e subprodutos (ex: DDGS). As proporções desses ingredientes não eram constantes e mudavam ao longo do tempo.

4.2.2 Efeitos não nutricionais que influenciam a qualidade da gordura

Pesquisas mostram que o genótipo dos animais influencia a consistência/firmeza da gordura. Estimativas de herdabilidade (proporção da variação fenotípica total em

uma população para uma característica que é atribuível ao efeito aditivo dos genes) foram relatadas para vários ácidos graxos, o que indica haver diferenças entre as genéticas para composição de ácidos graxos e qualidade da gordura (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 Estimativas de herdabilidade de ácidos graxos (Suzuki *et al.*, 2006)

ESTIMATIVAS DE HERDABILIDADE ^a				
Composição de ácidos graxos	GSE	GSI	INTERM	INTRAM
C14:0	0,07	0,15	0,18	0,09
C16:0	0,50	0,30	0,79	0,32
C16:1	0,20	0,36	0,22	0,20
C18:0	0,54	0,51	0,51	0,40
C18:1	0,26	0,28	0,44	0,36
C18:2	0,44	0,32	0,39	0,44
Ponto de fusão	0,56	0,61	-	-

^a GSE = Gordura Subcutânea Externa; GSI = Gordura Subcutânea Interna; INTERM = Gordura Intermuscular; INTRAM = Gordura Intramuscular.

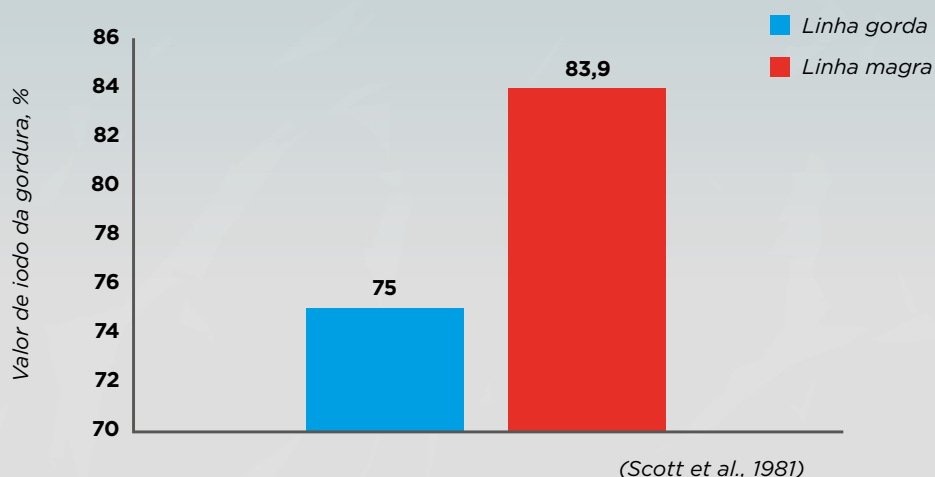
Alguns dos ácidos graxos (C16:0, C18:0, C18:1 e C18:2) e o ponto de fusão da gordura foram encontrados em baixa (<0.20), moderada (0,20-0.40) ou alta (> 0.40) herdabilidade. Embora existam diferenças entre os genótipos, a maior parte da diferença inerente a consistência da gordura entre eles pode ser atribuída ao próprio conteúdo de gordura na carcaça de cada indivíduo. À medida que o conteúdo de gordura na carcaça aumenta, ela normalmente se torna mais saturada ou mais firme.

Isto é evidenciado em suínos mais gordos, com mais síntese de gordura, nos quais há uma maior proporção de ácidos graxos saturados.

Por exemplo, a diferença entre suínos magros e gordos (selecionados para níveis mais baixos ou mais altos de espessura de toucinho derivados da mesma população) tem um efeito dramático nos ácidos graxos. Isso equivale a cerca de 9 unidades VI de diferença (Figura 4.6).

Figura 4.6

Efeito no valor de iodo da gordura, ao selecionar suínos magros vs. gordos dentro de uma linha comum para desenvolver duas linhas genéticas divergentes



Outras pesquisas encontraram resultados semelhantes ao comparar linhas genéticas com diferentes níveis de gordura (Tabela 4.4), ou ao avaliar o efeito da espessura de toucinho no valor de iodo (Figura 4.7).

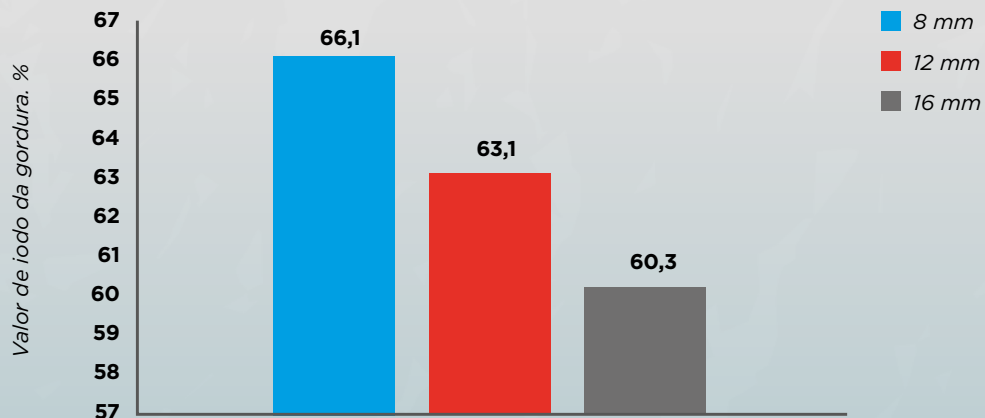
Tabela 4.4

Efeito da raça sobre o valor de iodo da gordura de suínos

CARACTERÍSTICA	LO FIEGO <i>et al.</i> , 2005		BARTON-GADE, 1997		
	Raça		Raça		
	Landrace X Large White	Híbrido	Large White	Duroc	Hampshire
Peso da carcaça, kg	134,9	132,0	68,5	67,3	71,8
Espessura de toucinho, mm	39,48	29,22	-	-	-
Carne magra, %	-	-	54,3	56,0	56,8
Valor de iodo	65,2	69,7	61,0	66,0	66,0

Figura 4.7

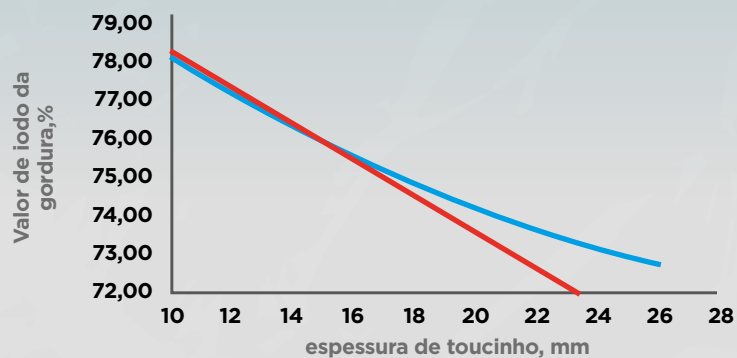
Valor de iodo na gordura em diferentes níveis de espessura de toucinho de suínos (Ellis e McKeith, 1999)



Em pesquisa da Agroceres PIC, observou-se uma relação negativa entre VI e espessura de toucinho com aspecto curvilíneo (Figura 4.8). O valor de iodo diminui linearmente até cerca de 18 mm de espessura de toucinho. Em seguida, a taxa de declínio reduz.

Figura 4.8

Efeito da espessura de toucinho no valor de iodo da gordura de suínos (Matthews *et al.*, 2018)

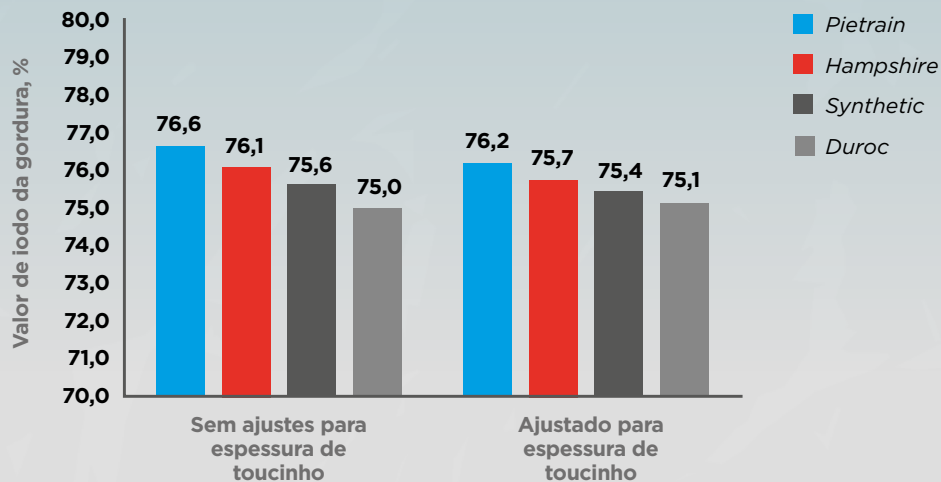


A diferença na consistência/firmeza da gordura entre as linhas genéticas mais modernas deve ser mínima, assumindo que as comparações sejam feitas em animais com níveis semelhantes de espessura de toucinho, percentual de carne magra, peso vivo ou formulações nutricionais.

Ao comparar as linhas de reprodutores Agrocères PIC, a diferença entre linha predominantemente Pietrain e Duroc, que são duas bases com características diferentes na indústria convencional, é de cerca de 1.6 unidades VI, quando os suínos foram alimentados com a mesma dieta e criados no mesmo ambiente, sem ajustes feitos para espessura de toucinho (Figura 4.9). Quando esses dados foram ajustados para a espessura de toucinho, a diferença foi de apenas 1.1 unidades VI.

Figura 4.9

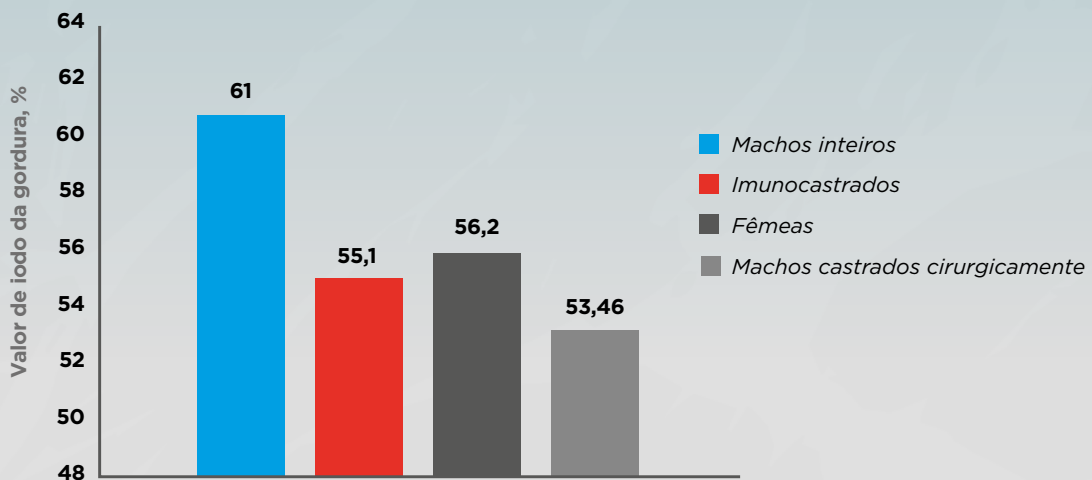
Efeito da linha genética no valor de iodo da gordura de suínos



Uma vez que o conteúdo de gordura na carcaça desempenha um papel importante em sua qualidade, espera-se que o sexo do suíno também a influencie. Os machos inteiros têm o VI mais alto, seguido pelas fêmeas. Os machos castrados têm o VI mais baixo, sendo os machos imunocastrados comparáveis às fêmeas (Figura 4.10).

Figura 4.10

Efeito do sexo no valor de iodo gordura do toucinho (Grela et al.,m 2013)^a



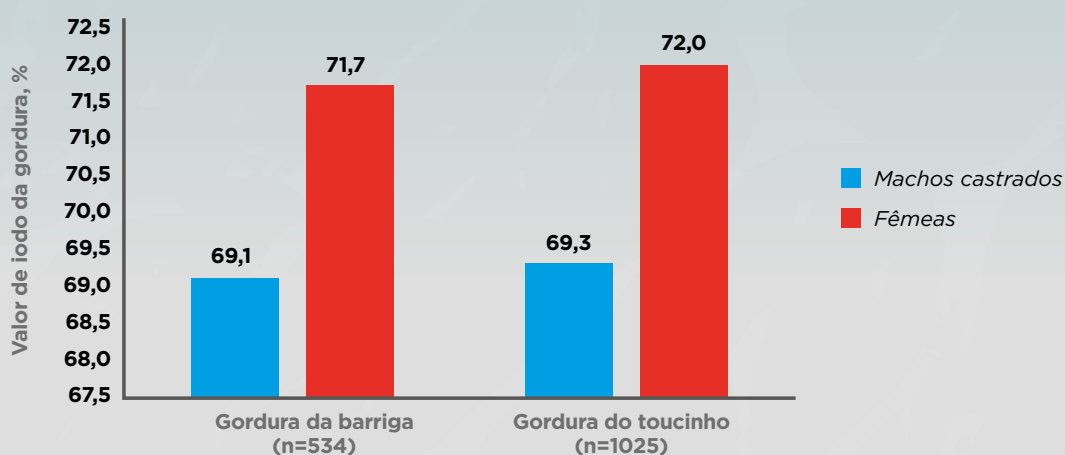
^aIV foi calculado a partir dos valores de ácidos graxos do relatório, portanto, nenhuma estatística é fornecida.

Em pesquisa da Agrocere PIC há a indicação de uma diferença de 2.6 unidades VI na gordura da barriga, ou 2.7 unidades VI no toucinho, quando comparando machos castrados vs. fêmeas (Figura 4.11). Isso é consistente com muitos outros relatos na literatura.

É importante recapitularmos o parágrafo anterior e notar que a diferença entre os sexos é maior do que entre as linhas genéticas mencionadas anteriormente.

Figura 4.11

Efeito do sexo (machos castrados vs fêmeas) no valor de iodo da gordura de suínos (Matthews *et al.*, 2014)



A localização anatômica da gordura também pode influenciar a sua qualidade. Normalmente, a gordura é coletada da barriga, toucinho lombar ou papada para medir os valores de iodo.

O VI da gordura da papada é normalmente mais alto do que os níveis observados na barriga ou no toucinho, mas os níveis da barriga e do toucinho não variam o suficiente para que sejam consistentemente diferentes.

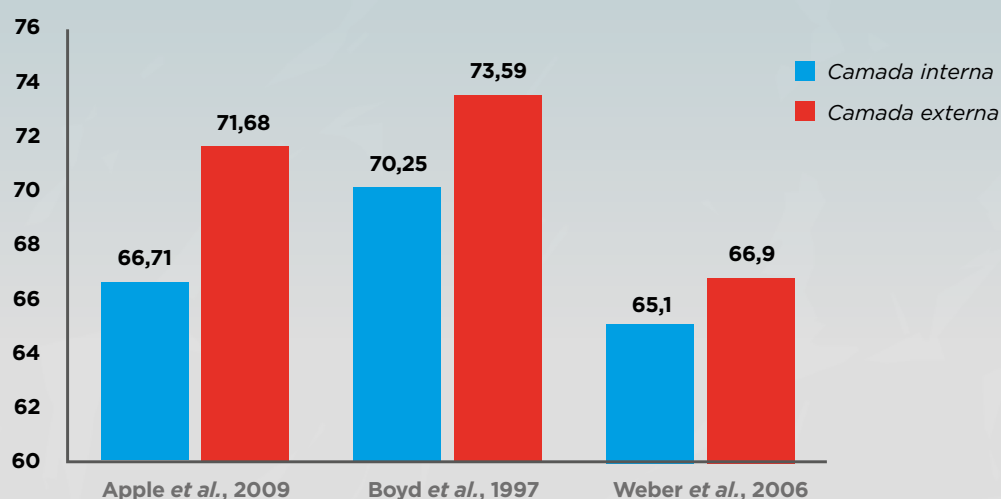
Embora a gordura da papada tenha um VI mais alto, muitos pesquisadores relatam que ela não é alterada tanto quanto a gordura da barriga ou do toucinho quando as intervenções nutricionais são implementadas para melhorar os níveis de VI.

A pesquisa elaborada pela Agrocere PIC concluiu que o VI da gordura da papada teve um desvio-padrão menor do que a gordura VI da barriga. As diferenças entre machos castrados e fêmeas foram menores quando medidos em gordura da papada comparados a gordura da barriga.

As diferenças no VI também são evidentes quando se comparam as camadas de gordura individualmente do toucinho. As camadas internas de gordura têm um VI menor que as camadas externas de gordura (Figura 4.12). Dadas essas diferenças, é importante medir de forma padronizada o VI em um único local ao fazer o benchmarking.

Figura 4.12

Efeito da camada de toucinho na gordura VI*



*Os dados de Apple et al., 2009 analisaram 3 camadas de toucinho (interna, média e externa), enquanto os de Boyd et al., 1997 e Weber et al., 2006 mediram apenas 2 camadas (interna e externa). Para fins dessa comparação, a camada intermediária nos dados de Apple et al., foi usada como a camada interna para ser consistente com os outros pesquisadores.

É uma unanimidade, há muito tempo, que o aumento da idade/peso dos suínos influencia a composição de ácidos graxos. Dos 70 aos 220 dias de idade, os ácidos graxos saturados aumentam e os insaturados diminuem, indicando que a gordura se torna mais firme à medida que os suínos envelhecem e ficam mais pesados.

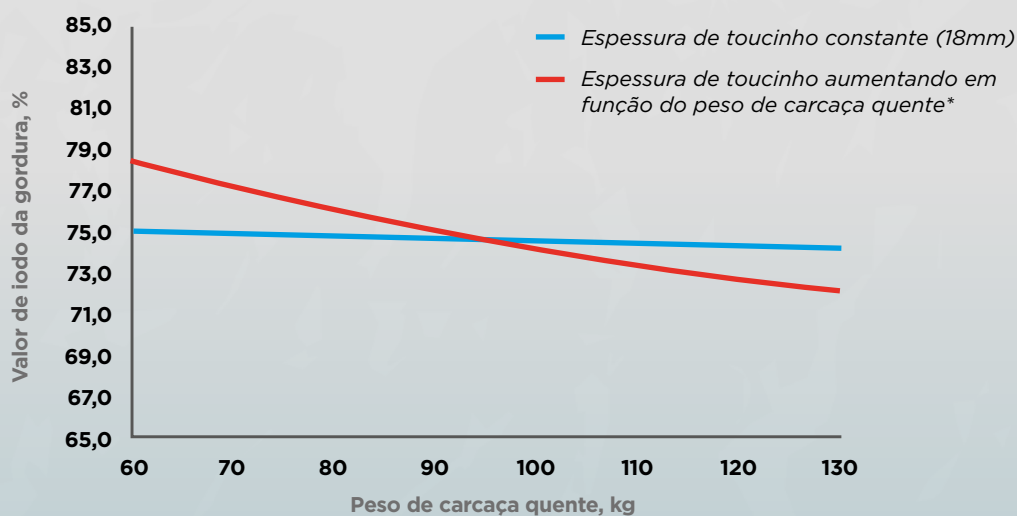
Algumas pesquisas indicam pouca diferença na composição de ácidos graxos de 107 a 125 kg, mas outras relatam que a qualidade da gordura melhora com o aumento do peso até 159 kg.

Uma pesquisa da Agrocere PIC mostrou que, se a espessura de toucinho for mantida constante o peso da carcaça tem um efeito mínimo sobre o VI da gordura (Figura 4.13). No entanto, esperamos que a espessura de toucinho aumente à medida que o peso da carcaça quente aumenta, 5 kg de incremento de peso eleva em 1,2 mm a espessura de toucinho, aproximadamente. Portanto, o VI diminui à medida que o peso da carcaça quente aumenta.

Devido à resposta curvilínea do VI à espessura de toucinho, a redução do VI com o aumento do peso da carcaça é maior em pesos mais leves (≈ 0.10 unidades VI por kg de 60 para 100 kg), do que em pesos mais pesados (≈ 0.07 unidades VI por kg de 100 para 130 kg).

Figura 4.13

Efeito do peso da carcaça quente no VI (Matthews *et al.*, 2018)

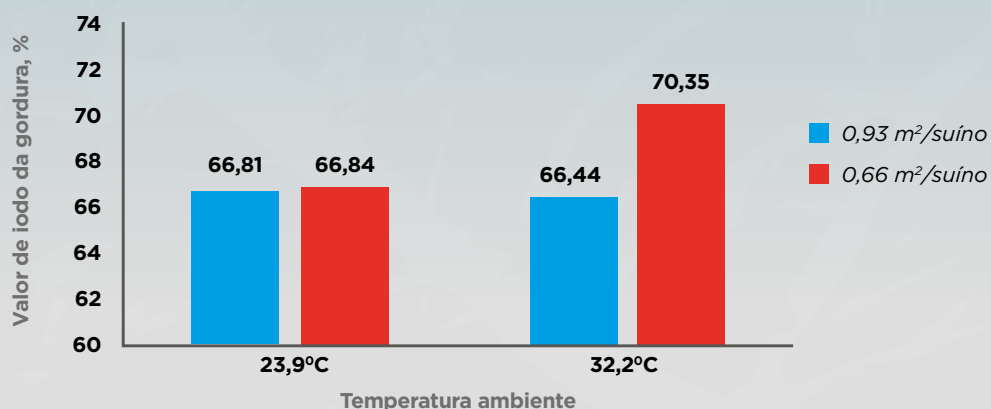


*Assume-se que a espessura de toucinho aumenta em 1,2 mm para cada 5 kg de aumento no peso da carcaça quente.

Outros fatores que podem influenciar a qualidade da gordura incluem as condições sanitárias e ambientais de produção. O estresse térmico aumenta o VI da gordura da barriga quando os animais são criados em densidades mais elevadas de lotação (Figura 4.14). Evidências anedóticas indicam que animais doentes, de crescimento mais lento, geralmente têm um VI mais alto do que os saudáveis, de crescimento mais rápido. Isso pode estar relacionado a uma redução na síntese de ácidos graxos nos indivíduos de crescimento mais lento.

Figura 4.14

Efeito do estresse térmico na gordura da barriga VI (White *et al.*, 2008)



4.2.3 Efeitos nutricionais na qualidade da gordura

A dieta é fundamental para o desenvolvimento da qualidade da gordura. A literatura está repleta de pesquisas avaliando fontes de gordura na dieta, níveis de inclusão de fontes de gordura e ingredientes dietéticos que podem afetar potencialmente a qualidade da gordura.

A adição de qualquer ingrediente alimentar que seja fonte de gordura afetará a qualidade da gordura de duas maneiras. Primeiro, conforme a inclusão do nível de gordura aumenta, a síntese *de novo* de ácidos graxos (ácidos graxos saturados) é reduzida.

A segunda maneira é o perfil de ácidos graxos das gorduras nos ingredientes, pois esse afeta diretamente o perfil de ácidos graxos da gordura da carcaça. Isso significa que fornecer uma dieta com elevado nível de gorduras, com perfil de ácidos graxos altamente insaturados, resulta em gordura mole, com baixa consistência, enquanto uma dieta com baixo teor de gordura com perfil de ácidos graxos mais saturados resulta em gordura mais firme.

Subprodutos como grãos de destilaria e solúveis (DDGS), que concentram ou aumentam os níveis de gordura, podem ter um efeito negativo na qualidade da gordura, se as taxas de inclusão forem muito altas ou se forem combinados com outros ingredientes com alto teor de gordura. A adição de ingredientes gordurosos, como óleo e sebo, tem um efeito cada vez mais negativo na qualidade da gordura, especialmente se o nível de gordura total da dieta for aumentado.

Além disso, como essas fontes de gordura têm perfis de ácidos graxos diferentes, os óleos são insaturados, enquanto o sebo bovino é mais saturado, adicioná-los na mesma proporção nas dietas cria efeitos diferentes.

Adicionalmente, a forma de apresentação da dieta, seja peletizada ou farelada, pode afetar a qualidade da gordura. A literatura mostra que a peletização da dieta pode aumentar o VI da gordura da barriga em 1.3 a 3.1 unidades VI, aumento médio de 2.4 unidades VI (Tabela 4.5). Isso pode ser explicado devido ao aumento da digestibilidade da gordura, quando houve o tratamento térmico usado durante o processo de peletização, que demonstrou melhorar a disponibilidade dos nutrientes.

Tabela 4.5

Efeito da forma da dieta sobre o valor de VI na gordura da barriga

Artigo	Ração farelada	Ração peletizada	Diferença
Overholt <i>et al.</i> , 2016	70,0	73,1	3,1
Nemecek <i>et al.</i> , 2015	70,7	73,6	2,9
Nemecek <i>et al.</i> , 2015	72,2	73,5	1,3
Matthews <i>et al.</i> , 2014	69,2	71,6	2,4
		Diferença média	2,4

Alguns aditivos alimentares como ácido linoleico conjugado (CLA), óleo de sumaúma e Lipinate® (NutriQuest®, Mason City, IA) demonstraram melhorias na consistência da gordura. Esses produtos incrementam o custo da dieta, que precisa ser balanceado com os possíveis benefícios da qualidade da gordura. Algumas fontes de sebo bovino podem ter CLA, o que pode melhorar a qualidade da gordura.

A adição de sebo bovino a uma dieta pode melhorar a qualidade da gordura ou, pelo menos, reduzir os efeitos negativos, de acordo com o aumento da energia na dieta.

A adição de ractopamina demonstrou ter um efeito negativo na qualidade da gordura (Tabela 4.6). Sua inclusão na dieta aumentou o VI da gordura de 1.0 a 3.7 unidades VI, com aumento médio de 1.8 unidades VI. Esse efeito é esperado, uma vez que a ractopamina reduz a gordura da carcaça e também, porque o conteúdo de carne magra em relação a gordura está diretamente correlacionado com sua qualidade.

Na maior parte, os efeitos nutricionais na qualidade da gordura se alinham aos princípios gerais da biologia da gordura que, por sua vez, estão relacionados ao uso de gordura nas dietas. Com o aumento do seu porcentual na dieta, a síntese de ácidos graxos é reduzida, resultando em menos gordura saturada.

À medida que o perfil de ácidos graxos da gordura na dieta se torna menos saturado, com menor consistência, a gordura da carcaça torna-se, também, menos saturada, com qualidade inferior. Quando a qualidade da gordura for importante, é necessário avaliar qualquer mudança nutricional, a fim de determinar se ela poderá afetá-la negativamente.

Tabela 4.6

Efeito da ractopamina na gordura VI de diferentes localizações da carcaça

Artigo	Localização da gordura	Nível de actopamina, ppm	Duração média, dias	Controle	Com ractopamina	Diferença
Apple <i>et al.</i> , 2008	Toucinho	10	35	72,7	75,5	2,8
Graham <i>et al.</i> , 2014	Barriga	10	24	65,4	66,4	1,0
Graham <i>et al.</i> , 2014	Papada	10	24	65,4	66,4	1,0
Matthews <i>et al.</i> , 2014	Toucinho	5	23	69,9	71,5	1,6
Matthews <i>et al.</i> , 2014	Barriga	5	23	69,8	71,0	1,2
Weber <i>et al.</i> , 2006	Toucinho*	10	28	62,5	67,6	3,7
Weber <i>et al.</i> , 2006	Barriga	10	28	59,0	60,2	1,2
					Diferença média	1,8

*Médias das camadas internas e externas do toucinho

4.3 Gerenciando a qualidade da gordura

A nutrição dos suínos é o fator mais importante na gestão de qualidade da gordura. Embora os aspectos não nutricionais que afetam a qualidade da gordura também sejam importantes, qualquer alteração em cada um deles tende a ter um efeito mínimo. Além disso, essas mudanças são muitas vezes difíceis de implementar. Alterar as linhas genéticas não é prático, pois a diferença máxima de VI seria de ≈ 1.5 unidades dentro dos genótipos modernos usados.

As diferenças de sexo, na maioria das vezes, não podem ser alteradas, a menos que seja possível renunciar a produção de alguma categoria: um exemplo seria utilizar apenas os machos castrados para produzir um produto específico com boa qualidade de gordura.

Os pesos vivos podem ser elevados se coincidirem com o aumento da gordura e, é importante considerar, desde que o aumento da gordura e do peso não prejudiquem a eficiência da produção. Garantir o bom status sanitário do plantel e evitar o estresse térmico dos animais são os dois fatores gerenciáveis mais importantes depois do aspecto nutricional.

A importância da nutrição é melhor exemplificada pelo volume de pesquisas focadas nas influências dietéticas na qualidade da gordura, comparando-as com estudos sobre os efeitos não dietéticos. O uso da nutrição para gerenciar a qualidade da gordura é realizado por meio de três fatores, que incluem a formulação da dieta, a forma da dieta e a inclusão de microingredientes específicos que afetam a qualidade da gordura.

4.3.1 Formulação de dieta para melhorar a qualidade da gordura

Os nutricionistas adotam muitas abordagens diferentes para formular dietas para atender aos requisitos específicos de qualidade da gordura. As duas mais prevalentes, porém, são formular para um nível específico de C18:2 e formular com base no valor de iodo do produto (VIP).

A formulação para um nível específico de C18:2 pode ser eficaz se forem usados ingredientes padrão e outros ácidos graxos poliinsaturados não forem alterados significativamente. No entanto, a formulação com VIP é responsável pelos ácidos graxos mono e poliinsaturados comuns, encontrados nas dietas de suínos.

O VIP é calculado usando a fórmula: $VIP = (\text{valor de iodo da gordura do ingrediente}) \times (\% \text{ de gordura do ingrediente}) \times 0.10$. A Tabela 4.7 contém VI, nível de gordura e VIP de ingredientes dietéticos selecionados. A Tabela 4.8 contém VI, nível de gordura e VIP de fontes de gordura selecionadas usadas em dietas de suínos.

Tabela 4.7

Valor de iodo (VI), percentual de gordura e valor de iodo de produto (VIP) de ingredientes comuns

Ingredientes	VI ^a	% Gordura ^a	VIP ^b
Resíduos de panificação	125	11,3	141,3
Cevada	125	1,9	23,8
Farinha de canola	118	3,5	41,3
DDGS	125	9,9	123,8
DDGS de alta proteína	125	3,4	42,5
Gérmen de milho	125	17,5	218,8
Farinha de glúten de milho	125	2,9	36,3
Milho	125	3,9	48,8
Óleo de milho	125	6,0	75,0
Milho sem casca	125	6,7	83,8
Farinha de carne e osso	70	10,1	70,7
Farinha de carne	70	11,2	78,4
Milheto	135	3,5	47,3
Aveia	106	4,7	49,8
Grãos de aveia	106	6,2	65,7
Ervilhas	135	1,2	16,2
Sorgo	116	2,9	33,6
Casca de soja	130	2,2	28,6
Farelo de soja, 47,5% PB	130	3,0	39,0
Farelo de soja, 46,5% PB	130	3,0	39,0
Farelo de soja, 44% PB	130	1,5	19,5
Soja integral	130	18,0	234,0
Farelo de girassol, 42% PB	120	2,9	34,8
Triticale	87	1,8	15,7
Farelo de trigo	83	4,0	33,2
Trigo de inverno	83	2,0	16,6
Farelo de trigo	83	4,2	34,9

Os níveis de ^aVI e % de gordura foram obtidos do National Swine Nutrition Guide 2009.

^b(VIP) Determinado usando a seguinte equação: $(IV \times \% \text{ gordura} \times 0,1)$.

Tabela 4.8

Valor de iodo (VI), percentual de gordura e valor de iodo de produto (VIP) de fontes de gordura comuns adicionadas às dietas

Ingredientes	VI ^a	% Gordura ^a	VIP ^b
Sebo bovino	44,0	99	435,6
Óleo de canola	118,0	100	1180,0
Óleo de coco ^c	8,0	99	79,2
Gordura suína	60,0	99	594,0
Óleo de milho	125,0	100	1250,0
Óleo de palma ^c	13,0	99	128,7
Gordura de aves	78,0	99	772,2
Lecitina de soja ^c	97,0	100	970,0
Óleo de soja	130,0	100	1300,0
Óleo de girassol ^c	114,0	100	1140,0

(VI e %) ^aOs níveis VI e os níveis de % de gordura foram obtidos do National Swine Nutrition Guide 2009.

(VIP) ^bDeterminado usando a seguinte equação: $(VI \times \% \text{ Gordura} \times 0,1)$.

^cOs níveis de VI foram obtidos do NRC (2012).

Para formular com base no VIP, adicione-o como nutriente para cada ingrediente que contém uma fonte de gordura e defina as restrições de nutrientes no software de formulação. As restrições impostas ao VIP dependem da VI desejada na gordura da carcaça. Foram desenvolvidas fórmulas que estimam o valor de iodo da gordura na carcaça com base no valor de iodo do produto da dieta, bem como os níveis de C18:2 e os níveis de DDGS.

Equações mais complexas incluem fatores como ácidos graxos essenciais, concentração de energia, duração da alimentação, peso corporal, peso da carcaça, ingestão diária de ração e espessura de toucinho (Tabela 4.9).

A Agrocere PIC desenvolveu a seguinte equação [VI de gordura estimada = $52.4 + (0.315 \times \text{Dieta VIP})$] (Boyd *et al.*, 1997) para todas as VI's de gordura previstas neste documento. A maioria dessas equações é precisa dentro das condições populacionais e ambientais para as quais foram desenvolvidas. Quando usadas fora desses parâmetros, elas perdem a precisão devido à digestibilidade dos nutrientes, estado de saúde dos animais, condições ambientais, amostragem, sexo ou gordura da carcaça.

As equações com menor índice de precisão são aquelas que levam em conta apenas os DDGS na dieta, uma vez que o teor de óleo e a digestibilidade podem variar muito. Além disso, nem todas as dietas incluem DDGS. Portanto, outros ingredientes podem ser adicionados em concentrações variadas que podem afetar a dieta tanto quanto os DDGS.

Tabela 4.9

Equações para prever o valor de iodo da gordura na carcaça

Tipo de equação	Referência	Localização anatômica da predição ^a	Equação ^a	R ²
	Madsen et al., 1992	Toucinho	$47,1 + 0,14 \times \text{Consumo de VIP/d}$	0,86
VIP	Boyd et al., 1997	Toucinho	$52,4 + 0,315 \times \text{Dieta VIP}$	-
VIP	Benz et al., 2011	Toucinho	$51,946 + 0,2715 \times \text{Dieta VIP}$	0,16
VIP	Benz et al., 2011	Papada	$56,479 + 0,247 \times \text{Dieta VIP}$	0,32
VIP	Estrada Restrepo, 2013	Toucinho	$60,13 + 0,27 \times \text{Dieta VIP}$	0,81
VIP	Estrada Restrepo, 2013	Gordura da papada	$64,54 + 0,27 \times \text{Dieta VIP}$	0,81
VIP	Estrada Restrepo, 2013	Gordura da barriga	$58,32 + 0,25 \times \text{Dieta VIP}$	0,74
VIP	Kellner, 2014	Média*	$58,102 + 0,2149 \times \text{Dieta VIP}$	0,93
C18:2	Benz et al., 2011	Toucinho	$35,458 + 14,324 \times \text{Dieta C18:2, \%}$	0,73
C18:2	Benz et al., 2011	Papada	$47,469 + 10,111 \times \text{Dieta C18:2,\%}$	0,90
C18:2	Kellner, 2014	Média	$58,566 + 0,1393 \times \text{C18:2 Consumo/d, g}$	0,94
DDGS	Cromwell et al., 2011	Toucinho	$64,5 + 0,432 \times \text{DDGS na dieta, \%}$	0,92
DDGS	Estrada Restrepo, 2013	Toucinho	$70,06 + 0,29 \times \text{DDGS na dieta, \%}$	0,81
DDGS	Estrada Restrepo, 2013	Gordura da papada	$72,99 + 0,24 \times \text{DDGS na dieta, \%}$	0,81
DDGS	Estrada Restrepo, 2013	Gordura da barriga	$67,35 + 0,26 \times \text{DDGS na dieta, \%}$	0,75
Complexo	Paulk et al., 2015	Toucinho	$84,83 + (6,87 \times I \text{ AG}) - (3,90 \times F \text{ AG}) - (0,12 \times I \text{ d}) - (1,30 \times F \text{ d}) - (0,11 \times I \text{ AG} \times F \text{ d}) + (0,048 \times F \text{ AG} \times I \text{ d}) + (0,12 \times F \text{ AG} \times F \text{ d}) - (0,0060 \times F \text{ EL}) + (0,0005 \times F \text{ EL} \times F \text{ d}) - (0,26 \times \text{ET}) \text{ b}$	0,95
Complexo	Paulk et al., 2015	Gordura da papada	$85,50 + (1,08 \times I \text{ AG}) + (0,87 \times F \text{ AG}) - (0,014 \times I \text{ d}) - (0,050 \times F \text{ d}) + (0,038 \times I \text{ AG} \times I \text{ d}) + (0,054 \times F \text{ AG} \times F \text{ d}) - (0,0066 \times I \text{ EL}) + (0,071 \times I \text{ BW}) - (2,19 \times \text{CRD}) - (0,29 \times \text{ET}) \text{ b}$	0,93
Complexo	Paulk et al., 2015	Gordura da barriga	$106,16 + (6,21 \times I \text{ AG}) - (1,50 \times F \text{ d}) - (0,11 \times I \text{ AG} \times F \text{ d}) - (0,012 \times I \text{ EL}) + (0,00069 \times I \text{ EL} \times F \text{ d}) - (0,18 \times \text{PCQ}) - (0,25 \times \text{ET}) \text{ b}$	0,94

^aMédia = a média de gordura da papada, toucinho e gordura da barriga.

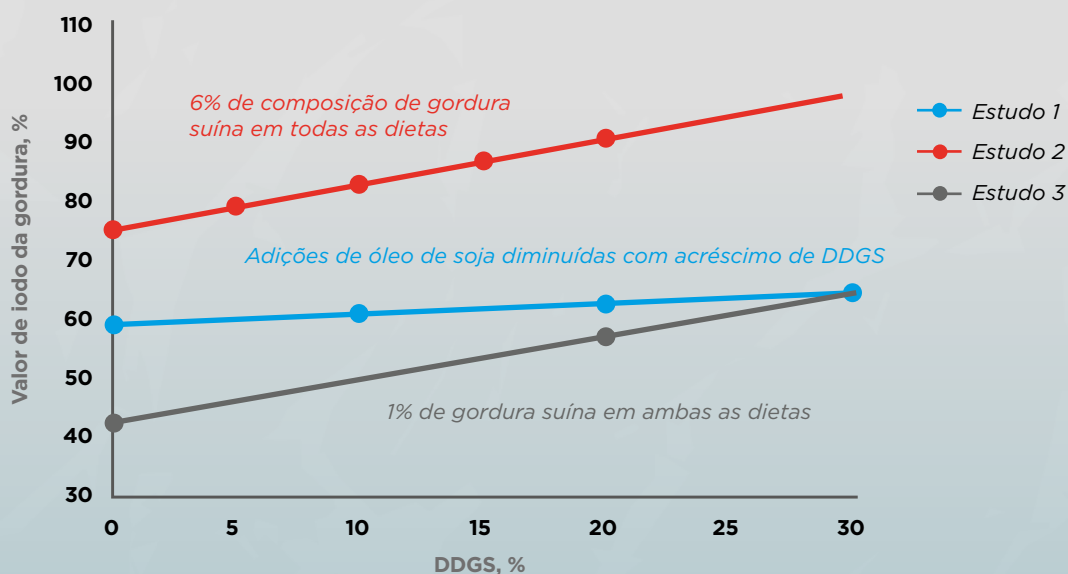
^bOs componentes das equações são os seguintes: I = Dieta inicial, F = Dieta final, d = Dias de dieta fornecida, AG = ácidos graxos essenciais (C18:2 e C18:3; %), EL: Energia Líquida (kcal/kg), PV: Peso Vivo (kg), CRD: Consumo de Ração Diário (kg), PCQ: Peso de Carcaça Quente (kg) e ET = Espessura de Toucinho (mm).

Figura 4.15 contém VIPs para dietas de terminação de três artigos acadêmicos que foram calculados, usando as composições de dieta fornecidas presentes no trabalho.

Esta figura ilustra que, embora as dietas tenham níveis semelhantes de DDGS, o efeito na qualidade da gordura pode ser diferente como resultado de outros ingredientes que influenciam a VIP. Isso mostra o erro de usar uma equação que leva em conta apenas os DDGS.

Figura 4.15

Efeito do percentual de DDGS no VIP com diferentes composições de dieta



Embora o VIP não seja perfeito na previsão do VI da gordura da carcaça, é uma excelente ferramenta de monitoramento de todos os componentes críticos em uma abordagem sistêmica. Esses componentes incluem:

- Padronização dos ingredientes das dietas:
 - Os ingredientes devem ter um VIP relativamente consistente, ou uma análise de rotina quando houver recebimento de novos lotes de ingredientes.
 - Isso é especialmente importante ao usar ingredientes como DDGS, ao adicionar um fornecedor de ingredientes diferente ou realizar a inclusão de ingredientes desconhecidos.
 - Os mesmos métodos de laboratório são usados para medir os níveis de gordura e VI dos alimentos.
- Escolha uma única fórmula para estimar a gordura VI da carcaça e use-a de forma consistente.
 - Certifique-se de que a equação possa prever a localização da gordura que a planta frigorífica usa para medição.

- O feedback contínuo do frigorífico é essencial.
 - Como essas equações não são completamente precisas, o abatedouro deve fornecer, rotineiramente, a análise do VI da gordura da carcaça para determinar se o valor da formulação para VIP é adequado ou se necessita de ajustes.
 - O abatedouro precisa medir a gordura VI em um local padrão e usar uma metodologia coerente e científica para análise.
 - As amostras devem ser coletadas com representação equivalente entre os sexos ou sempre amostrar o mesmo sexo.
 - Evite obter amostras de suínos muito pesados ou muito leves, tenha como regra evitar os extremos em relação ao peso, mas garanta a variação em torno da média da população em dois desvios-padrão.
 - Esteja ciente de que questões ambientais além da nutrição, podem afetar a gordura da carcaça VI, os quais devem incluir, mas não são limitados a, problemas de saúde ou estresse por calor.
 - Analise os dados de forma periódica.
 - Monitore os dados usando medidas de controle estatístico do processo.
 - Certifique-se de monitorar com frequência (semanal ou mensal).
 - Isso irá permitir que as mudanças na VIP sejam alinhadas com as mudanças nos níveis de gordura VI da carcaça.
 - Embora essa metodologia seja um pouco de tentativa e erro no início, com o tempo os dados acumulados fornecem uma imagem mais clara de como ajustar o VIP, para obter um VI específico de gordura da carcaça.

4.3.2 Forma da dieta e uso de microingredientes para gerenciar a qualidade da gordura

Como mencionado anteriormente, a peletização da dieta tem um efeito negativo na qualidade da gordura. Se a qualidade da gordura for um problema, considere fornecer uma dieta farelada.

Essa alternativa deve ser avaliada, caso seja economicamente viável e, se a qualidade da gordura não puder ser melhorada por meio de outros aspectos nutricionais. Esteja ciente, no entanto, do desempenho de crescimento reduzido associado a uma dieta não peletizada ou qualquer processamento térmico e, entenda como isso afeta economicamente o negócio.

Microingredientes comercialmente disponíveis como CLA e Lipinate® ajudam a melhorar a qualidade da gordura. Na maioria dos casos, no entanto, o custo do CLA impediu o uso em larga escala na indústria suína.

É indicado o uso de microingredientes, como ractopamina ou outros modificadores de carcaça, com cautela quando a qualidade da gordura for importante. Avalie o impacto econômico geral desses produtos antes de decidir se deve ou não usá-los.

EFEITOS DA CATEGORIA ANIMAL (SEXO) NA QUALIDADE DE CARNE



O sexo dos suínos pode influenciar tanto na qualidade da carne magra quanto na da gordura. Como alguns dos efeitos sobre a qualidade da gordura foram discutidos na Seção 4.2.2, apresentaremos, neste capítulo, os impactos do sexo dos animais sobre a qualidade da carne magra.

Muitas vezes, é difícil determinar as diferenças entre os sexos quanto à qualidade da carne com base nas informações da literatura, pois os dados não são frequentemente relatados, ou os tamanhos das amostras para determinar os efeitos do sexo são relativamente pequenos. Em muitos dos estudos com amostras maiores, a qualidade geral foi ruim (pH final < 5,5; perda de água por gotejamento > 5%), o que pode limitar a capacidade de determinar diferenças significativas entre os sexos. No entanto, com base na grande quantidade de dados de qualidade da carne suína da Agrocere PIC, combinada com a revisão da literatura e a interação dentro da indústria, podemos oferecer uma boa perspectiva sobre o que esperar em relação às diferenças de qualidade da carne suína entre machos e fêmeas.

Sob o ponto de vista técnico, a sexagem de sêmen é possível de ser realizada. Trata-se, porém, de uma prática ainda economicamente inviável, mesmo em produção de larga escala. Assim, com base na biologia básica da taxa de natalidade, podemos esperar cerca de 50% machos e 50% fêmeas. No entanto, os machos podem permanecer inteiros ou serem castrados; nessa ocasião é que pode ser tomada uma decisão capaz de melhorar a qualidade da carne suína. À medida que a indústria evolui, a prática da castração cirúrgica sem anestesia torna-se cada vez menos utilizada, com muitos países proibindo ou sugerindo sua extinção. Isso pode ter um impacto real ou ser percebido na qualidade da carne suína. Esta seção discutirá essas diferenças.

5.1 Diferenças de qualidade de carne magra entre machos castrados, fêmeas e machos inteiros.

Uma revisão da literatura indica que a diferença na qualidade da carne magra entre machos castrados e fêmeas é, muitas vezes, inconsistente. Muitos relatos indicam que a cor é ligeiramente mais escura nas fêmeas e os machos castrados têm, consistentemente, um nível mais alto de gordura intramuscular. As respostas para pH final, capacidade de retenção de água (perda de gotejamento) e força de cisalhamento (maciez) são muito menos consistentes.

A Agrocere PIC possui dados de alta qualidade de milhares de suínos, de modo que o efeito do sexo na qualidade da carne suína pode ser analisado (Tabela 5.1). Nossos dados indicam que os valores de L*, a* e b* foram menores (mais escuros, menos vermelhos e menos amarelos) nas fêmeas. Os escores subjetivos de cor e firmeza não foram diferentes entre machos castrados e fêmeas. Os machos castrados apresentaram valores de pH final e marmoreio mais elevados, com menores valores de perda por gotejamento e força de cisalhamento Warner-Bratzler (WBS).

Tabela 5.1

Diferença na característica de qualidade da carne suína entre machos castrados e fêmeas

Características	Machos castrados	Fêmeas	Vantagem	Tamanho da amostra (machos castrados/fêmeas)
pH	5,74 ^a	5,72 ^b	Machos castrados (0,02 maior)	12817/13167
Escore de cor japonês	3,18	3,19	Nenhuma	12797/13140
L*	47,21 ^a	46,51 ^b	Fêmeas (0,7 menor)	12731/13032
a*	8,54 ^c	8,49 ^d	Machos castrados (0,05 maior)	12731/13032
b*	2,34 ^a	2,05 ^b	Fêmeas (0,29 menor)	12731/13032
Marmoreio	2,42 ^a	2,12 ^b	Machos castrados (0,30% maior)	12065/12523
Firmeza	3,19	3,18	Nenhuma	9257/9863
Perda de gotejamento	2,49 ^a	2,61 ^b	Machos castrados (0,12% lower)	7108/7795
Maciez (força de cisalhamento)	3,26 ^a	3,5	Machos castrados (0,24 kg lower)	3435/3344

^{ab}As médias com diferentes sobrescritos foram significativamente diferentes ($P < 0,0001$).

^{cd}As médias com diferentes sobrescritos foram significativamente diferentes ($P < 0,005$).

Esses dados, em média, sugerem que os lombos de suínos machos castrados têm uma qualidade ligeiramente melhor do que os lombos de fêmeas.

Conjuntos de dados em grande escala comparando machos inteiros a machos castrados são mais difíceis de encontrar. Pauly *et al.*, (2012) realizaram um estudo de metanálise que comparou machos inteiros, machos castrados cirurgicamente e imunocastrados. A pesquisa indicou que os machos inteiros tiveram menor pH final, menor marmoreio, maior força de cisalhamento e maiores valores de L*. Outras características não foram afetadas.

A maioria das pesquisas indica que a ordem de melhor qualidade seria lombos de machos castrados > fêmeas > machos inteiros, com imunocastrados entre machos castrados e fêmeas.

Isso estaria de acordo com observações em frigoríficos que passaram a abater machos inteiros em vez de machos castrados. Essas plantas indicam que há mais reclamações de perda de gotejamento por parte dos varejistas, e uma maior quebra de câmara fria também é observada (peso da carcaça quente *versus* peso da carcaça fria).

Em alguns mercados, onde apenas machos inteiros ou imunocastrados são usados, a carne de fêmeas pode ser vendida com valor agregado.

5.2 Diferenças de qualidade de gordura entre machos castrados, fêmeas e machos inteiros

Como mencionado anteriormente na seção 4.2.2, os machos têm o VI mais alto (gordura mais mole), seguido pelas fêmeas. Os machos castrados têm o VI mais baixo (gordura mais firme), e os níveis dos machos imunocastrados foram semelhantes aos das fêmeas (Figura 4.10 - pág.116).

A firmeza da gordura coincide com o conteúdo de gordura. Os machos inteiros têm menor quantidade de gordura, seguidos pelas fêmeas, com os machos castrados tendo o maior grau de gordura. Antes de fazer a transição da produção de machos castrados para inteiros é importante entender o impacto da mudança no nível de gordura e firmeza, pois isso pode afetar a qualidade da gordura em alguns produtos.

Embora os inteiros tenham sido produzidos sem problemas de qualidade de gordura percebidos em muitas regiões, esse não é o caso em todos os lugares quando a produção de machos castrados muda para a produção de não castrados.

Essas regiões estão avaliando formas de aumentar o teor e firmeza de gordura dos machos inteiros. Algumas plantas de abate sugerem que o efeito sobre a gordura é mais difícil de lidar do que o odor de macho inteiro.

Dependendo do mix de produtos e dos mercados individuais, os efeitos sobre a gordura devem ser totalmente avaliados, antes de passar completamente para a produção de machos inteiros.

5.3 Odor na carne

O odor de macho inteiro é causado, principalmente, por androsterona e escatol, que são encontrados na gordura dos suínos. O indol também tem sido associado ao odor. Androsterona e escatol são liberados durante o cozimento, resultando em um odor desagradável. Machos inteiros têm níveis mais altos de androsterona e escatol, juntamente com uma maior incidência de odor. O odor de machos inteiros também pode estar presente em fêmeas e em suínos machos castrados.

Nem todos os indivíduos são sensíveis ao odor de macho inteiro. As mulheres são mais sensíveis ao odor de macho inteiro do que os homens. Pesquisas das décadas de 1970 e 1980 sugeriram que a androsterona pode ser detectada por 90% das mulheres e 50% dos homens, mas o escatol pode ser detectado por todas as pessoas. Informações mais recentes do USDA sugerem que 30% ou mais da população pode detectar o odor de macho inteiro.

Com base nos limites propostos [androsterona (0,5-1,0 mg/kg) e escatol (0,20-0,25 mg/kg)], cerca de 20% dos machos inteiro teriam odor. Essa relação é variável, no entanto. Os suínos com baixos níveis desses compostos podem ainda apresentar odor de macho inteiro, e suínos com níveis elevados podem não apresentá-lo. Relatórios baseados na pontuação da percepção do cheiro pelo ser humano sugerem que apenas cerca de 4% dos machos inteiros apresentarão odor em nível detectável.

Independentemente da baixa incidência, o manejo do odor de macho inteiro é fundamental, pois reduz a qualidade alimentar da carne suína e pode diminuir a preferência da carne suína como proteína animal.

Isso é especialmente crítico em áreas onde a produção de machos inteiros não é praticada, e a probabilidade de exposição ao odor tem sido historicamente baixa. O odor de macho inteiro pode ser gerenciado por meio de três áreas principais: genética, manejos na granja e manejos no frigorífico.

5.3.1 Genética e odor de machos inteiros

Os níveis de androsterona e escatol foram avaliados entre diferentes linhas genéticas, e existem diferenças. Frieden *et al.*, 2011 revisaram estudos de comparação de raças na literatura e descobriram que Durocs tinham os níveis mais altos de androsterona (3,27 µg/g de gordura). O nível de androsterona em Pietrains (e cruzamentos de Pietrain) variou com uma faixa de 0,54 a 2,40 µg/g de gordura. Os níveis de androsterona entre as raças Large White e Landrace foram relativamente baixos, com uma faixa de 0,44 a 1,19 µg/g de gordura.

Além disso, as estimativas de herdabilidade para androsterona variam de 0,50 a 0,75 (alta). As estimativas para o escatol variam de 0,23 a 0,56 (moderado a alto). Esses achados sugerem que a androsterona e o escatol podem ser usados como critérios de seleção no manejo dos níveis de odor.

Em 2015, o 'Warentest' alemão revelou que a progênie de duas linhas de machos inteiros com alguma forma de seleção contra odor de macho inteiro (níveis de androsterona e escatol) tinha odor reduzido quando comparado com linhas de machos inteiros sem seleção (2,35% vs. 4,4% com odor de macho inteiro detectado). No entanto, é improvável que a genética seja a única solução, uma vez que muitos fatores influenciam o odor de macho inteiro.

5.3.2 Manejos na granja vs odor de macho inteiro

Muitos fatores podem ser gerenciados para reduzir a incidência de odor. A prática de manejo mais fácil e confiável é a castração dos machos, o que, praticamente, elimina o risco de odor de macho inteiro.

Em muitos países ou regiões, no entanto, a castração não é uma prática aceita ou os machos inteiros são criados para capturar as vantagens de desempenho de crescimento em relação aos machos castrados. Em vez da castração física, muitos produtores adaptaram a tecnologia de imunocastração, que aproveita os aspectos de desempenho de crescimento dos machos inteiros, limitando a incidência desse odor. No entanto, muitos fatores podem ser gerenciados na unidade produtiva em um sistema de produção de machos inteiros para mitigar a probabilidade de odor.

Vários estudos sugerem que os níveis de androsterona aumentam à medida que o peso vivo aumenta. Já o escatol aumenta com o início da puberdade. É uma prática comum em muitos países abater machos inteiros com um peso vivo de 100 kg ou menos. Outras áreas têm uma idade máxima para o abate como uma tentativa de minimizar o odor de macho inteiro. No entanto, algumas pesquisas não observaram diferenças devido ao peso vivo ou idade. Isso pode ser explicado devido a diferenças na idade ou peso no início da puberdade ou outros fatores confundidores.

O nível de espessura de toucinho também afeta o odor de macho inteiro, com a taxa de incidência aumentando à medida que a espessura de toucinho aumenta (Tabela 5.1). Isso pode explicar algumas das diferenças entre as raças e a confiabilidade do peso e da idade como uma ferramenta eficaz para controlar o odor de macho inteiro.

Grande parte da pesquisa abordou fatores ambientais nos sistemas de produção para mitigar o odor de macho inteiro. Suínos mantidos em baias sujas (com urina e fezes) têm uma maior incidência de odor de macho inteiro. Suínos mantidos em pisos sólidos, ou em baias com pouco piso ripado, têm uma maior incidência de odor de macho inteiro quando comparados com suínos alojados em baias com maior área ripada, pela melhoria do nível de limpeza.

Altas densidades de lotação também aumentam a incidência de odor de macho inteiro. A temperatura também pode afetar os níveis de odor de macho inteiro. Os níveis de escatol são tipicamente mais altos durante os meses mais quentes do verão.

Pesquisadores avaliaram os aspectos sociais de diferentes sistemas de produção, mas não há um consenso claro sobre como isso afeta o nível de odor de macho inteiro na carne suína.

Pesquisas recentes com alojamento de sexos mistos *versus* alojamento de sexos separados indicam que a produção de sexos mistos pode ser um pouco melhor do ponto de vista do odor de macho inteiro. O estabelecimento e/ou restabelecimento da hierarquia social devido a práticas de produção, como mistura de suínos ou abate segregado, também pode afetar negativamente o odor de macho inteiro, aumentando os níveis de androsterona.

A nutrição desempenha um papel importante na redução do odor de macho inteiro, especialmente na redução do escatol. Ajuste as formulações da dieta para reduzir a incidência de odor de macho inteiro. Alimentar com níveis mais baixos de triptofano, ajustar os níveis e tipos de fibras e adicionar ácidos orgânicos demonstraram reduzir os níveis de escatol. Muitos produtores de javali adicionam carboidratos não digeríveis, como chicória, o que demonstrou ter um efeito positivo.

A alimentação líquida em oposição à alimentação seca e o espaço adequado do comedouro também podem reduzir os níveis de escatol. A alimentação *ad libitum* demonstrou aumentar os níveis de escatol, quando comparada com suínos alimentados de maneira controlada, quando abatidos na mesma idade, mas não quando são abatidos com o mesmo peso.

É claro que uma variedade de práticas de produção pode afetar o odor de macho inteiro, e muitos desses fatores estão interrelacionados. Embora abordar esses fatores (além da castração) não elimine o odor de macho inteiro, levá-los em consideração pode ajudar a reduzir o risco de que o odor de macho inteiro afete a qualidade da carne suína.

5.3.3 Manejo de odor de macho inteiro em frigoríficos

Na maioria das vezes, os frigoríficos limitam-se a identificar suínos com odor de macho inteiro, em vez de mitigar a probabilidade de seu odor. As práticas de gestão limitadas incluem os manejos com os dejetos. As baias de espera devem ser mantidas o mais limpas possível. Além disso, evite misturar suínos desconhecidos na baia para minimizar os efeitos potenciais sobre o odor de macho inteiro.

A identificação de suínos (carcaças) com odor de macho inteiro é a principal prioridade quando os machos estão no frigorífico. Só assim é possível promover a sua retirada da linha de produção, de modo que a carcaça possa ser utilizada para produtos que mascaram os efeitos negativos do odor na carne, como em salsichas e produtos defumados.

Um método subjetivo de detectar o odor de macho inteiro na linha é o teste de ferro quente. Isso envolve colocar um ferro quente (ferro de solda) na gordura do pescoço. Indivíduos treinados são então capazes de determinar a presença e o grau de odor de macho inteiro de acordo com o odor exalado.

5.4 Imunocastração

A imunocastração (IC) foi mencionada anteriormente como um método para mitigar o risco de odor de macho inteiro. A técnica envolve a injeção de um composto proteico que funciona como uma imunização para induzir a produção de anticorpos contra o hormônio do fator liberador de gonadotrofina (GnRF), que suprime o desenvolvimento sexual dos suínos.

São necessárias duas doses de vacina para imunocastração. A primeira, inicial, é administrada após 9 semanas de idade e prepara o sistema imunológico. A segunda, administrada pelo menos 4 semanas após a aplicação da primeira dose, estimula a resposta imune que suprime o desenvolvimento testicular e reduz os níveis de androsterona e escatol.

Os suínos não devem ser comercializados antes de 3 semanas ou mais de 10 semanas após a segunda dose, uma vez que existe o risco de detecção do odor de macho inteiro fora dessa janela de comercialização. A segunda dose precisa de tempo para fazer efeito e para que o corpo elimine os hormônios do sistema. Além disso, os efeitos diminuem com o tempo.

Se as vacinas forem administradas adequadamente, a imunocastração é bastante eficaz na eliminação do odor de macho inteiro. O problema surge se um macho inteiro não receber uma das duas doses e, por extensão, não for efetivamente imunizado contra GnRF. É essencial ter bons protocolos de vacinação para garantir que cada macho receba as duas doses da vacina.

Um método de monitoramento de nória no frigorífico para garantir a vacinação adequada é avaliar o tamanho dos testículos. Os testículos não se desenvolverão completamente em machos devidamente vacinados. Qualquer macho com testículos totalmente formados deve ser avaliado quanto ao odor de macho inteiro.

Como a imunocastração suprime o desenvolvimento sexual dos suínos, os pesquisadores também avaliaram seu efeito em fêmeas. Embora essa não seja uma abordagem para controlar o odor de macho inteiro, é uma ferramenta para gerenciar a produção atendendo às preferências do produto.

A maior parte da imunocastração comercial de fêmeas começou na Espanha com a produção de suínos ibéricos. Tradicionalmente, as fêmeas ibéricas criadas ao ar livre eram castradas cirurgicamente (esterilizadas), pois eram produzidas até, aproximadamente, 150 kg evitando a prenhez. As leitoas imunocastradas crescem mais rapidamente, permitindo a comercialização antecipada dos produtos de alto valor. Estes suínos também são mais pesados, o que é mais desejável no setor suinícola ibérico.

O uso da imunocastração também foi avaliado e utilizado em suínos de produção comercial convencional. Atualmente, o peso vivo está aumentando em muitas regiões, o que leva à maturação das leitoas e ao cio antes da comercialização. Isso diminuirá as taxas de crescimento, aumentando o tempo para finalização de um lote.

Como resultado, muitos desses produtores estão analisando as vantagens das leitoas imunocastradas, cujas taxas de crescimento são mais semelhantes às dos machos inteiros/castrados. Isso permite que os galpões sejam esvaziados mais rapidamente, o que é importante quando o espaço de terminação é limitado. Além disso, como as fêmeas são mais gordas e a qualidade da gordura (firmeza) é melhor, as barrigas são mais adequadas para a produção de bacon.

Assim, a imunocastração pode ser uma ferramenta eficaz para a produção de machos e fêmeas. Seu uso, porém, deve ser avaliado, caso a caso, para determinar a praticidade de sua implementação e as vantagens financeiras que pode trazer ao produtor.

Considerações finais

A Agrocere PIC orgulha-se de desempenhar um papel fundamental em várias cadeias globais de fornecimento de carne suína. Estamos totalmente comprometidos com o sucesso do setor, por meio de programas de melhoramento genético e serviços técnicos interconectados.

Os Serviços Técnicos da Agrocere PIC concentram-se em fornecer assistência prática e suporte técnico customizado aos seus clientes para que desenvolvam programas de garantia de qualidade de carne suína específicos para plantas. Esses serviços são disponibilizados por meio de extensas avaliações das operações de rotina da unidade de abate que afetam a qualidade da carne suína, e compreendem, desde o manejo a insensibilização, passando pelas práticas de resfriamento da carcaça, até as avaliações da qualidade da carne suína.

Além disso, desenvolvemos o PIC Pork Quality Compass™, um programa exclusivo e único, referência na indústria suinícola global. Por meio dele é possível avaliar e determinar, de forma objetiva e precisa, o desempenho da planta e a qualidade da carne suína.

O PIC Pork Quality Compass™ fornece aos clientes da Agrocere PIC um sistema de avaliação da qualidade da carne suína com todas as medições padronizadas, que identifica e mapeia de áreas de melhoria e oferece uma referência independente para as empresas de processamento de suínos, capaz de aferir e comparar a qualidade da carne suína a partir de padrões nacionais ou globais.

Para comentários e perguntas, entre em contato com a equipe de Serviços Técnicos ou Consultor Técnico Comercial da Agrocere PIC.

Referências

- AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th ed. Recommended practice Cd 1c-85. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, IL.
- Akit, H., H. Frobose, H. A. Channon, D N. D'Souza and F. R. Dunshea. 2014. Effect of sex and dietary lecithin on eating quality of pork. 60th International Congress of Meat Science and Technology, 17-22nd August 2014, Punta del Este, Uruguay.
- Aluwé M., S. Millet, K.C.M. Langendries, K. M. Bekaert, F.A.M. Tuytens, and D. L. De Brabander. 2011. Comparison of meat quality between barrows, boars and boars vaccinated against GnRH. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August 2011, Ghent-Belgium.
- Apple, J. K., C. V. Maxwell, D. L. Galloway, S. Hutchison, and C. R. Hamilton. 2009. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: I. Growth performance and longissimus muscle fatty acid composition. *J. Anim. Sci.* 87:1407-1422.
- Apple, J. K., C. V. Maxwell, D. L. Galloway, C. R. Hamilton, and J. W. S. Yancey. 2009. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: I. Growth performance and longissimus muscle fatty acid composition. *J. Anim. Sci.* 87:1423-1440.
- Arkfeld, E. A., S. Mancini, B. Fields, A. C. Dilger, and D. D. Boler. 2015. Correlation of fresh muscle firmness with sensory characteristics of pork loins destined for a quality focused market. *J. Anim. Sci.* 93:5059-5072.
- Azain, M. J. 2004. Role of fatty acids in adipocyte growth and development. *J. Anim. Sci.* 82:916-924.
- Backus, G.B.C., E. van den Broek, B. van der Fels, L. Heres, V. M. Immink, E. F. Knol, M. Kornelis, P. K. Mathur, C. van der Peet- Schwering, J. W. van Riel, H. M. Snoek, A. de Smet, G.M.L. Tacken, N. I. Valeeva, C.P.A. van Wagenberg. 2016. Evaluation of producing and marketing entire male pigs. *Wageningen Journal of Life Sciences* 76:29-41.
- Barkley, K., B. Fields, A. Dilger, and D. Boler. 2018. Rapid Communication: Effect of machine, anatomical location, and replication on instrumental color of boneless pork loins. *J. Anim. Sci.* 96(7):2747-2752.
- Barton-Gade, 1987. Meat and fat quality in boars, castrates, and gilts. *Livest. Prod. Sci.* 16:187-196.
- Bee, G., S. Gebert, and R. Messikommer. 2002. Effect of dietary energy supply and fat source on the fatty acid pattern of adipose and lean tissues and lipogenesis in the pig. *J. Anim. Sci.* 80:1564-1574.
- Benz, J. M., M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. L. Nelssen, J. M. DeRouchey, R. C. Sulabo, and R. D. Goodband. 2011. Effects of dietary iodine value product on growth performance and carcass fat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 89:1419-1428.
- Berg, E. P. 1998. Pork Facts: Critical Points Affecting Fresh Pork Quality within the Packing Plant. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Bertol, T.M., M. Ellis, M.J. Ritter, F.K. McKeith and D.N. Hamilton. 2006. Variation in glycolytic potential and fresh pork quality traits along the longissimus dorsi of slaughter weight pigs. *J. Muscle Foods* 17:237-247.

- Bertol, T. M., E. A. Oliveira, A. Coldebella, V. L. Kawski, A. J. Scandolera, and M. B. Warpechowski. 2015. Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100 kg live weight. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 67:1166-1174.
- Bhat, Z.F., J.D. Morton, S.L. Mason, A.E.A. Bekhit. 2018. Role of calpain system in meat tenderness: A review. *Food Sci. and Human Wellness* 7:196-204.
- Bidner, B. and F. McKeith, 2006. Feed withdrawal prior to slaughter: Effects on pork quality and safety. *Pork Information Gateway* (<https://porkgateway.org/>), Factsheet# PIG 12-03-03.
- Bilic-Sobot, D., M. Candek-Potokar, V. Kubale, and D. Skorjanc, 2014. Boar taint: interfering factors and possible ways to reduce it. *Agricultura* 11: No 1-2: pp35-48.
- Boler, D. D., C. L. Puls, D. L. Clark, M. Ellis, A. L. Schroeder, P. D. Matzat, J. Killefer, F. K. McKeith, and A. C. Dilger. 2014. Effects of immunological castration (Improvest) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 91:359-368.
- Boyd, R. D., M. E. Johnston, K. Scheller, A. A. Sosnicki, and E. R. Wilson. 1997. Relationship between dietary fatty acid profile and body composition in growing pigs. *PIC USA T&D Technical Memo153*. Pig Improvement Company, USA, Franklin, KY.
- Brewer, M.S., J. Jensen, A.A. Sosnicki, B. Fields, E. Wilson, and F.K. McKeith. 2002. The effect on palatability, color, and physical characteristics of fresh pork chops. *Meat Sci.* 61:249-256.
- Cameron, N. D., and M. B. Enser. 1991. Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Sci.* 29:295-307.
- Channon, H. A., D.N. D'Souza, A.J. Hamilton and F.R. Dunshea. 2013. Gender, cut type, cooking method and endpoint temperature influence eating quality of different pork cut. In: *Manipulating Pig Production XIV*, ed. John Pluske. (Australasian Pig Science Association, Melbourne).
- Channon, H. A., D. N. D'Souza, A. J. Hamilton, and F. R. Dunshea. 2013. Sensory quality of different pork cuts was influenced by sex, cut type, cooking method and endpoint temperature. *59th International Congress of Meat Science and Technology*, Izmir, Turkey.
- Channon, H.A., D.N. D'Souza, and F.R. Dunshea. 2016. Developing a cuts-based system to improve consumer acceptability of pork: Impact of gender, ageing period, endpoint temperature and cooking method. *Meat Sci.* 121:216-227.
- Channon, H. A., D.N. D'Souza, R.G. Jarrett, G.S.H. Lee, R.J. Watling, J.Y.C. Jolley, F.R. Dunshea. 2018. Guaranteeing the quality and integrity of pork – An Australian case study. *Meat Sci.* 144:186-192.
- Channon, H.A., M.G. Kerr, and P.J. Walker. 2004. Effect of Duroc content, sex and ageing period on meat and eating quality attributes of pork loin. *Meat Sci.* 881-882.
- Christensen, K. D. 1962. *Foderfedtets indflydelse pa smorrets og flaeskets kvalitet.* (In Danish.) Thesis, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark.
- Christian, L. L., K. L. Strock, and J. P. Carlson. 1980. Effects of protein, breed cross, sex and slaughter weight on swine performance and carcass traits. *J. Anim. Sci.* 51:51-58.

- Ciobanu, D.C., S.M. Lonergan, J.W.M. Bastiaansen, A. Mileham, B. Miculinich, C. Schultz – Kaster, A.A. Sosnicki, G.S. Plastow and M.F. Rothschild. 2004. Association of new calpastatin alleles with meat quality traits of commercial pigs. 50th International Congress of Meat Sci. & Tech., Helsinki, Finland.
- Correa, J. A., C. Gariépy, M. Marcoux, and L. Faucitano. 2008. Effects of growth rate, sex and slaughter weight on fat characteristics of pork bellies. *Meat Sci.* 80:550-554.
- Crome, P. K., F. K. McKeith, T. R. Carr, D. J. Jones, D. H. Mowrey, and J. E. Cannon. 1996. Effect of Ractopamine on Growth Performance, Carcass Composition, and Cutting Yields of Pigs Slaughtered at 107 and 125 Kilograms. *J. Anim. Sci.* 74:709-716.
- Cromwell, G. L., M. J. Azain, O. Adeola, S. K. Baidoo, S. D. Carter, T. D. Crenshaw, S. W. Kim, D. C. Mahan, P. S. Miller, and M. C. Shannon. 2011. Corn distillers dried grains with solubles in diets for growing-finishing pigs: A cooperative study. *J. Anim. Sci.* 89:2801-2811.
- DEFRA. Electrical stunning in pigs: evaluation of the voltages and frequencies required for effective stunning while maintaining satisfactory carcass quality. Defra project # MH0110 (http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=MH0110_6979_FRA.doc).
- D'Souza D.N., Dunshea F.R., and Mullan B.P. 2011. Finisher Pig Diet and Sex Affect the Sensory Acceptability of Australian Pork for the Japanese Market. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August 2011, Ghent-Belgium.
- D'Souza, D. N., and B.P. Mullan. 2002. The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork. *Meat Sci.* 60:95-101.
- D'Souza, D. N., & Mullan, B. P. 2003 The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs. *Animal Science*, 77, 67-72.
- D'Souza, D. N., F. R. Dunshea, B. J. Leury, and R. D. Warner. 1999. Effect of mixing boars during lairage and pre-slaughter handling on pork quality. *Aust. J. Agric. Res* 50:109-113.
- DeVol, D. L., F. K. McKeith, P. J. Bechtel, J. Novakofski, R. D. Shanks, and T. R. Carr. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *J. Anim. Sci.* 66:385-395.
- Edwards, L., T. Grandin, T. Engle, A. Sosnicki, J. Correa, and D. Anderson. 2009. Use of blood lactate to measure swine handling stress from farm to processing plant: Relationship to pork quality. 55th International Congress of Meat Sci. & Tech., Copenhagen, Denmark.
- Eikelenboom, G., P. G. Van Der Wal, and A. G. De Vries. 1995. The significance of ultimate pH for pork quality. 41st International Congress of Meat Science & Technology, San Antonio, TX, USA.
- Ellis, M., and F. McKeith. 1999. Nutritional influences on pork quality. NPPC Fact Sheet # 04422. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- England, E.M., T.L. Sheffler, S.C. Kasten, S.K. Matarneh, and D.E. Gerrard. 2013. Exploring the unknowns involved in the transformation of muscle to meat. *Meat Sci.* 95:837-843.
- Engesser, D. J., 2015. Alternatives for boar taint reduction and elimination besides surgical castration and destroying testicular tissue. PHD Dissertation, University of Leipzig, Leipzig, Germany.

- Enser *et al.*, 1984. The composition and consistency of pig backfat as it affects the quality of vacuum-packed rindless bacon rashers. *J. Sci. Food Agric.* 35:1230-1240.
- Estrada Restrepo, J. E. 2013. Factors associated with variation in the fatty acid composition and iodine value of carcass fat in pigs fed increasing levels of dried distillers' grains with solubles. M.S. Thesis. Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign.
- Faucitano, L. 2018. Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. *J. Anim. Sci.* 96:728-738.
- Fields, B., R.E. Klont, S.J. Jungst, E.R. Wilson, G.S. Plastow and A.A. Sosnicki. 2002. New DNA marker affecting muscle glycogen content: Practical implications for pork quality. 48th International Congress of Meat Sci. & Tech., Rome, Italy.
- Fields, B., S.B. Jungst, S. Tabor, E.R. Wilson and A.A. Sosnicki. 2005. Practical use of an economic index for simultaneous genetic improvement of live performance, carcass and meat quality of the modern pig. 51st International Congress of Meat Sci. & Tech., Baltimore, MD, USA.
- Fields, B., S. Newman, S. Jungst and A. Sosnicki. 2009. Common factor analysis of pork quality traits. International Congress of Meat Sci. & Tech., 55th International Congress of Meat Sci. & Tech., Copenhagen, Denmark.
- Fields, B., S. Jungst, N. Matthews and A. Sosnicki. 2017. Increasing market weight has minimal effect on pork loin quality. 63rd International Congress of Meat Sci. & Tech., Cork, Ireland.
- Fields, B., S. Jungst, E. Richards, D. Boler, A. Dilger, A. Sosnicki and N. Matthews. 2018. Common factor analysis of pork loin quality from chops cooked to 63°C. 64th International Congress of Meat Sci. & Tech., Melbourne, Australia.
- Fitzgerald, R. F., K. J. Stalder, J. O. Matthews, C. M. Schultz Kaster and A. K. Johnson. 2009. Factors associated with fatigued, injured, and dead pig frequency during transport and lairage at a commercial abattoir. *J. Anim. Sci.* 87:1156-1166.
- Frieden, L., C. Looft, and E. Tholen. 2011. Breeding for reduced boar taint. *Lohmann Information* 46:21-27.
- Font I Furnols, M., J. Gonzalez, M. Gispert, M.A. Oliver, M. Hortos, J. Perez, P Suarez, and L. Guerrero. 2009. Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Sci.* 83:438-442.
- Friesen, K. G., J. L. Nelssen³, J. k Unruh, R. D. Goodband, and M. D. Tokach. 1994. 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. *J. Anim. Sci.* 72:946-954.
- Gamero-Negron, R., J. Sánchez del Pulgar, and C. García. 2015. Immune-spaying as an alternative to surgical spaying in Iberian × Duroc females: Effect on quality characteristics and fatty acid profile in dry-cured shoulders and loins. *Meat Sci.* 104:52-57.
- Gamero-Negron, R., J. Sánchez del Pulgar, J. Ventanas, and C. García. 2015. Immune spaying as an alternative to surgical spaying in Iberian × Duroc females: Effect on carcass traits and meat quality characteristics. *Meat Sci.* 99:99-103.

- García-Macías, J. A., M. Gispert, M. A. Oliver, A. Diestre, P. Alonso, A. Muñoz-Luna, K. Siggens, and D. Cuthbert-Heavens.
1996. The effects of cross, slaughter weight, and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. *Anim. Sci.* 63:487-496.
- Gispert, M., M. À. Oliver, A. Velarde, P. Suarez, J. Pérez, M. Font i Furnols. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Sci.* 85:664-670.
- Graham, A. B., R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. M. DeRouchey, and S. Nitikanchana. 2014. The interactive effects of high-fat, high-fiber diets and ractopamine HCl on finishing pig growth performance, carcass characteristics, and carcass fat quality. *J. Anim. Sci.* 92:4585-4597.
- Greaser, M.L., H. Okochi and A.A. Sosnicki. 2001. Role of fiber types in meat quality. 47th International Congress of Meat Science & Technology, Krakow, Poland. Gregory, N.G. 1998. *Animal Welfare and Meat Science*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Grela, E.R., E. Kowalczyk-Vasilev, R. Klebaniuk. 2013. Performance, pork quality and fatty acid composition of entire males, surgically castrated or immunocastrated males, and female pigs reared under organic system. *Polish J. Vet. Sci.* 16:107-114.
- Hansen, J. A. 2001. Dietary influencers of Pork Quality and practical solutions to quality problems. CFIA Swine Nutrition Conference. Pp 21-32.
- Hedrick, H.B., E.D. Aberle, J.C. Forrest, M.D. Judge, and R. A. Merkel. 1994. *Principles of Meat Science*. 3rd Edition. Kendall/ Hunt Pub. Co.
- Hendricks, D. H. and M. R. King, 2014. A review of the literature on boar taint for New Zealand Pork. www.nzpork.co.nz/images/custom/literature_review_on_boar_taint.pdf
- Hoffman, K. 1994. What is Quality? *Meat Focus International*, 2, 73-82, 1994
- Humane Slaughter Association. 2016. *Electrical Stunning of Red Meat Animals*. The Old School, Brewhouse Hill, Wheathampstead, Herts, AL4 8AN, UK
- Huff-Lonergan, E. 2006. The role of carcass chilling in the development of pork quality. *Pork Information Gateway* (<https://porkgateway.org/>), Factsheet# PIG 12-03-02.
- Huff-Lornegan, E. T. J. Baas, M. Malek, J.C.M. Dekkers, K. Prusa, and M. F. Rothschild. 2002. Correlations among selected pork quality traits. *J. Anim. Sci.* 80:617-627.
- Janjic, J., J. Ivanović Ciric, J. Aleksic, N. Glamoclija, M. Starcevic, A. Radovanovic, M. Z. Baltic. 2017. The effects of immunocastration on male pig yield parameters and meat quality. *Meat Tech.* 58:1-9.
- Jensen, B. B., 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48 (Suppl 1): S6.
- Jeremiah, L.E., 2006. Marbling and Pork Tenderness. *Pork Information Gateway* (<https://porkgateway.org/>), Factsheet# PIG 12-04-01.
- Kellner, T. A., K. J. Prusa, and J. F. Patience. 2014. Impact of dietary fat source and concentration and daily fatty acid intake on the composition of carcass fat and iodine value sampled in three regions of the pork carcass. *J. Anim. Sci.* 92:5485-5495.

- Kellner, T. A. 2014. Impact of dietary fat intake on carcass iodine value and pork fat quality. M.S. Thesis. Iowa State Univ., Ames. Klont, R.E., G.S. Plastow, E.R. Wilson, J.P. Garnier and A.A. Sosnicki. 2001. Prediction of pork quantity and quality – bridging the gap between myogenesis and consumer science. 47th International Congress of Meat Science & Technology, Krakow, Poland.
- Klont, R.E., P.M. Davidson, B. Fields, B.L. Knox, R.L.J.M. Van Laack and A.A. Sosnicki. 2002. Relationship between ultimate pH, shelf life and drip loss of pork loins. 48th International Congress
- Latorre, M. A., E. García-Belenguer, and L. Ariño. 2008. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *J. Anim. Sci.* 86:1933-1942. of Meat Science & Technology, Rome, Italy.
- Latorre, M. A., G. Ripoll, E. García-Belenguer, and L. Amino. 2009. The increase of slaughter weight in gilts as a strategy to optimize the production of Spanish high quality dry-cured ham. *J. Anim. Sci.* 87:1464-1471.
- Lo Fiego, D. P., P. Santoro, P. Macchioni, and E. De Leonibus. 2005. Influence of genetic type, live weight at slaughter, and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Sci.* 69:107-114.
- Loneragan, S.M., D.G. Topel, and D.N. Marple. 2019. *The Science of Animal Growth and Meat Technology*. Academic Press, Elsevier. Madsen, A., K. Jakobsen and H.P. Mortensen. 1992. Influence of dietary fat on carcass fat quality in pigs. A review. *Acta Agric. Scand. (Sec. A) Anim. Sci.* 42:220.
- Mathur, P.K., J. ten Napel, S. Bloemhof, L. Heres, E. F. Knol, and H. A. Mulder. 2012. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. *Meat Sci.* 91:414-422.
- Matthews, N., S. Jungst, C. Jones, B. Fields and A. Sosnicki. 2009. Does piglet birth weight affect carcass composition and meat quality? 55th International Congress of Meat Sci. & Tech., Copenhagen, Denmark.
- Matthews, N., L. Greiner, C. Neill, B. Fields, S. Jungst, R. Johnson, and A. Sosnicki. 2014. Effect of feed form (mash vs. pellets) and ractopamine on pork fat quality. *J. Anim. Sci.* 92(Supp 2): 149(Abstract).
- Matthews, N., Brandon Fields, Steve Jungst, Andrzej Sosnicki. 2018. Impact of sire line and sex on fat firmness. 64th International Congress of Meat Science & Technology, Melbourne, Australia.
- Matthews, N., B. Fields, and A. Sosnicki. 2019. Analysis of commercial benchmarking data to assess the relationship of animal handling and carcass chilling rate on pork quality. 65th International Congress of Meat Sci. & Tech., Potsdam, Germany.
- Mayes, P. A. 1996. *Harper's Biochemistry*. 24th Ed. Editors: R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes, and V. W. Rodwell. Stamford, CT.
- Meisinger, D., 2002. *A System for Assuring Pork Quality*. National Pork Board, Des Moines, IA.
- Nemecek, J. E., M. D. Tokach, S. S. Dritz, R. D. Goodband, J. M. DeRouchey, and J. C. Woodworth. 2015. Effects of diet form and type on growth performance, carcass yield, and iodine value of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 93:4486-4499.

- NPB, 2000. Pork Composition and Quality Assessment Procedures. National Pork Board, Des Moines, IA. NPPC, 1991. Procedures to evaluate market hogs. 3rd ed. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Nürnberg, K., J. Wegner, and K. Ender. 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci.* 56:145-156.
- Overholt, M. F., J. E. Lowell, K. B. Wilson, R. J. Matulis, H. H. Stein, A. C. Dilger, and D. D. Boler. 2016. Effects of feeding pelleted diets without or with distillers dried grains with solubles on fresh belly characteristics, fat quality, and commercial bacon slicing yields of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 94:2198-2206.
- Paulk, C. B., J. R. Bergstrom, M. D. Tokach, S. S. Dritz, D. D. Burnett, E. W. Stephenson, M. A. Vaughn, J. M. DeRouchey, R.
- D. Goodband, J. L. Nelssen, and J. M. Gonzalez. 2015. Equations generated to predict iodine value of pork carcass back, belly, and jowl fat. *J. Anim. Sci.* 93:1666-1678.
- Pauly, C., W. Luginbühl, S. Ampuero, G. Bee. 2012. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted — Results of a meta-analysis study. *Meat Sci.* 92:858-862.
- Pauly C., P. Spring-Staehli, J.V. O’Doherty, S. Ampuero Kragten, S. Dubois, J. Messadène, and G. Bee. 2010. The effects of method of castration, rearing condition and diet on sensory quality of pork assessed by a trained panel. *Meat Sci.* 86:498-504.
- Pauly, C., P. Spring, J. V. O’Doherty, S. Ampuero Kragten, and G. Bee. 2009. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (ImprovacR) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal* 3:1057-1066.
- Pérez-Ciria, L., G. Carcò, F. J. Miana-Mena, O. Mitjana, M. V. Falceto and M. A. Latorre. 2021. Immunocastration in Gilts: A Preliminary Study of the Effect of the Second Dose Administration Time on Growth, Reproductive Tract Development, and Carcass and Meat Quality. *Animals* 2021, 11, 510.
- PIC. 1996. Pork Quality Blueprint. Technical Update v1 no.7, PIC USA, Franklin, KY.
- PIC. 2003. Meat Quality: Understanding Industry Measurements and Guidelines. Technical Update. PIC USA, Franklin, KY. PIC. 2006. Looking for more Marbling? Cutting Edge, Quarter 2. Franklin, KY, USA.
- PIC. 2007. Crossbred breeding values: A tool for further improvement of carcass value. Cutting Edge, Quarter 1. Hendersonville, TN, USA.
- PIC. 2008. Common factors that determine pork quality. Cutting Edge, Quarter 2. Hendersonville, TN, USA.
- PIC. 2009. Genetics of pork quality: The importance of including loin pHu in pig genetic improvement programs. Cutting Edge, Quarter 2. Hendersonville, TN, USA.
- PIC. 2010. Pork fat quality. Cutting Edge, Quarter 1. Hendersonville, TN, USA.
- Pommier S.A, A. Murray, W. Robertson, J. Aalhus, L. Gibson, A. Diestre, A. Sosnicki, and R. Klont. 2004. Effect of genetics on meat quality and sensory properties of pork. 50th International Congress of Meat Sci. & Tech., Helsinki, Finland.

- Pospiech, E., M. Szalata, R.L.J.M. van Laack, A.A. Sosnicki and M.L. Greaser. 2001. Tenderness and protein changes of pork in relation to pig genotype and *post mortem* glycolysis phenotype. 47th International Congress of Meat Science & Technology, Krakow, Poland.
- Price, H.E., A. B. Lerner, E. A. Rice, J. E. Lowell, B. N. Harsh, K. E. Barkley, L. T. Honegger, E. Richardson, J. C. Woodworth, M. D. Tokach, S. S. Dritz, R. D. Goodband, J. M. DeRouchey, T. G. O'Quinn, M. Allerson, B. Fields, D. A. King, T. L. Wheeler, S. D. Shackelford, A. C. Dilger, D. D. Boler. 2019. Characterizing ham and loin quality as hot carcass weight increases to an average of 119 kg. *Journal of Meat and Muscle Biology*.3 (1):330-343
- Raj, A.B.M., and N.C. Gregory. 1996. Welfare implications of the gas stunning of pigs 2.
- Rice, E.A., A.B. Lerner, B. A. Olson, L. L. Prill, L. N. Drey, H. E. Price, J.E. Lowell, B. N. Harsh, K. E. Barkley, L. T. Honegger, E. Richardson, J. C. Woodworth, J. M. Gonzalez, M.D. Tokach, J. M. DeRouchey, S. S. Dritz, R. D. Goodband, M.W. Allerson, B. Fields, S.D. Shackelford, D. A. King, T. L. Wheeler, A. C. Dilger, D. D. Boler and T.G. O'Quinn. 2019. Effects of increased pork hot carcass weights. II: Loin quality characteristics and palatability ratings. *Journal of Meat and Muscle Biology*. 3(1):447- 456. Stress of induction of anesthesia. *Animal Welfare*, 5, 71-78.
- Scott, R. A., S. G. Cornelius, and H. J. Mersmann. 1981. Fatty acid composition of adipose tissue from lean and obese swine. *J. Anim. Sci.* 53:977-981.
- Sindhoj, E., C. Lindahl, and L. Bark. 2021. Review: Potential alternatives to high-concentration carbon dioxide stunning of pigs at slaughter. *Animal* 15:3, 100164.
- Stein, H. H. and G. C. Shurson, 2009. The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *J. Anim. Sci.* 87:1292-1303.
- Suzuki, K., M. Ishida, H. Kadowaki, T. Shibata, H. Uchida, and A. Nishida. 2006. Genetic correlations among fatty acid compositions in different sites of fat tissues, meat production, and meat quality traits in Duroc pigs. *J. Anim. Sci.* 84:2026-2034.
- Thomsen, R., 2015. Management of organic entire male pigs – boar taint and animal welfare issues. PHD Dissertation, Aarhus University, Aarhus, Denmark.
- Wagner, J. R., A. P. Schinckel, W. Chen, J. C. Forrest, and B. L. Coe. 1999. Analysis of Body Composition Changes of Swine During Growth and Development. *J. Anim. Sci.* 77:1442-1466.
- White, H. M., B. T. Richert, A. P. Schinckel, J. R. Burgess, S. S. Donkin, and M. A. Latour. 2008. Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. *J. Anim. Sci.* 86:1789-1798.
- Wilson, K.B., M.F. Overholt, C.M. Shull, C. Schwab, A.C. Dilger, and D.D. Boler. 2017. The effects of instrumental color and extractable lipid content on sensory characteristics of pork loin chops cooked to a medium-rare degree of doneness. *J. Anim. Sci.* 95:2052-2060.
- Valeeva, N. I., G.B.C. Backus, and W.H.M. Baltussen. 2009. Moving towards boar taint-free meat: an overview of alternatives to surgical castration from a chain perspective. 17th International Farm Management Congress, Bloomington/Normal, Illinois. Pp 131-144.
- Virgili, R., M. Degni, C. Schivazappa, V. Faeti, E. Poletti, G. Marchetto, M. T. Pacchioli, and A. Mordent. 2003. Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.* 81:2448-2456.

- Wu, F., L. J. Johnston, P. E. Urriola, G. C. Shurson. 2016. Pork fat quality of pigs fed distillers dried grains with solubles with variable oil content and evaluation of iodine value prediction equations. *J. Anim. Sci.* 94:1041-1052.
- Van den Broeke, A., F. Leen, M. Aluwé, B. Ampe, J. Van Meensel, and S. Millet. 2016. The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts. *J. Anim. Sci.* 94:2811-2820.
- Van Wagnberg, C.P.A., H. M. Snoek, J. B. van der Fels, C. M. C. van der Peet-Schwering, H. M. Vermeer, and L. Heres. 2013. Farm and management characteristics associated with boar taint. *Animal* 7-11, pp 1841-1848.
- Xue, J., G.D. Dial, J. E. Pettigrew. 1997. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review. *Swine Health and Production* 5:21-28.
- Xu, G., S. K. Baidoo, L. J. Johnston, D. Bibus, J. E. Cannon, and G. C. Shurson. 2010. Effects of feeding diets containing increasing content of corn distillers dried grains with solubles to grower-finisher pigs on growth performance, carcass composition, and pork fat quality. *J. Anim. Sci.* 88:1398-1410.

Siga as nossas redes sociais.



agrocerespic.com.br

agroceres 