

Qualidade da Carne Suína e Fatores que Influenciam

Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva

Definir a qualidade da carne suína representa algo bastante amplo e complexo. Existe um grande número de fatores intrínsecos (relacionados ao animal) e extrínsecos que participam de todas as fases da cadeia (da concepção até o preparo final do produto para consumo), e que se interagem e influenciam as diferentes características relacionadas com a qualidade da carne.

A atribuição da qualidade à carne também varia entre os diferentes mercados mundiais, é percebida de forma distinta para cada segmento da cadeia (produtor, indústria e consumidor), sendo igualmente diferente dependendo do nível de formação e informação do consumidor. Neste sentido, as principais características relacionadas à qualidade da carne suína podem envolver vários aspectos, como:

- Sanitário: livre de resíduos químicos, físicos e biológicos.
- Rendimento: peso da carcaça, quantidade de carne magra, proporção dos cortes.
- Valor tecnológico: pH, cor e capacidade de retenção de água.
- Valor nutricional: valor protéico, quantidade de gordura e a composição de ácidos graxos.
- Valor sensorial: sabor, odor, maciez e suculência.

Preservada a diversidade de atributos que identificam a qualidade da carne, o National Pork Producers Council (1998) estabeleceu alguns parâmetros mínimos para uma carne suína fresca de qualidade, tendo como corte padrão o lombo, avaliado 24 horas após o abate (Tabela 1). Estes parâmetros têm forte apelação e atingem interesses diretos da indústria e do consumidor, dois importantes segmentos da cadeia,

considerando que vários países, como também o Brasil, submetem amplamente a carne suína ao processamento industrial.

Tabela 1: Atributos mínimos para uma carne suína de qualidade.

Atributo	Alvo	Comentário
Cor	3,0 a 5,0 Valor de L* entre 49 a 37	Utilizando a escala de 6 pontos Sistema CIELAB
pH	Inicial maior que 5,8 Final menor que 5,9	
Maciez	Menor que 3,2 kgf	Utilizando o Warner Bratzler Shear, maturada por 7 dias
Flavor	Odor característico da carne suína	Ausência de <i>off-flavors</i>
Gordura intramuscular (marmoreio)	2 a 4%	
Perda de água	Não exceder a 2,5%	

Fonte: National Pork Producers Council (1998) adaptado pelos autores.

Para a indústria, a quantidade de carne magra na carcaça é uma característica muito importante e de alto valor econômico. Este parâmetro, principalmente devido aos elevados e contínuos investimentos do melhoramento genético e da nutrição, tem se modificado intensamente nos últimos anos, sendo significativos os resultados sobre a redução da quantidade de gordura e o aumento da quantidade de carne magra na carcaça. Todavia, o efeito adverso desta conduta foi a redução no conteúdo de gordura intramuscular (responsável pelo marmoreio da carne). Segundo Vries et al. (1994) para cada 1% de carne magra na carcaça há uma redução de 0,07% da gordura intramuscular.

Esta relação entre o tecido adiposo e o tecido muscular constitui a motivação das pesquisas contemporâneas e futuras que visam harmonizar os aspectos quantitativos (carcaças com mais carne magra) e qualitativos desejados da carne (presença de gordura dentro de níveis que garantam bom marmoreio e benefícios sensoriais). Nos suínos o tecido adiposo pode ser ainda bastante manipulado, uma vez que as variações de sua

participação são altas nos diferentes locais de deposição. O principal local de deposição de gordura corporal é a subcutânea (60 a 70%). A gordura intermuscular varia entre 20 a 35%, e a associada aos órgãos (gordura cavitária) representa entre 10 a 15% do total de gordura.

A gordura intramuscular (GIM) é composta por lipídios presentes em adipócitos e miócitos no tecido muscular. Quimicamente, esses lipídios são divididos em fosfolipídios, triglicerídeos, mono e di-glicerídeos, colesterol e éster de colesterol. Os fosfolipídios e os triglicerídeos são os maiores constituintes da GIM e a contribuição dos outros lipídios é marginal. À medida que aumenta a deposição de GIM, se eleva a proporção de triglicerídeos, o que torna a gordura mais saturada. Também as células oxidativas (Tipo I, vermelha) contém mais triglicerídeos que as glicolíticas (Tipo IIa e IIb).

A GIM é um atributo importante da qualidade da carne porque está correlacionada com a maciez, sabor e suculência. Taxas entre 2,0 a 4,0% de GIM na carne suína são indicadas para garantir elevada qualidade sensorial. Valores acima destes limites, pela percepção visual da gordura na carne, causam um efeito adverso na aceitabilidade do corte pelo consumidor.

Assim, reconhecido o papel da GIM, algumas estratégias dirigidas para promover a sua participação nos cortes carneos envolvem:

- o abate de animais mais pesados;
- a seleção genética de reprodutores com maior quantidade de GIM;
- a seleção genética assistida por marcadores.

O aumento do peso ao abate representa um dos recursos mais práticos e exitosos para melhora da GIM, dada a alta correlação entre essas duas características. O tecido adiposo é o último tecido a ser depositado na carcaça, sendo que a intensidade de sua deposição é aumentada após a puberdade do animal. Com o avançar da idade ocorre uma diminuição na proporção dos tecidos muscular e ósseo e um aumento no tecido adiposo na carcaça. O primeiro tecido adiposo a ser depositado é o interno (abdominal, pélvico e torácico), seguido pelos tecidos intermuscular, subcutâneo e intramuscular. O

aumento de peso de abate resulta em carnes com maior deposição de gordura total e intramuscular.

Trabalhos conduzidos pelo Grupo de Pesquisa e Análise de Carne (GPAC) da Universidade Estadual de Londrina demonstraram que suínos de genéticas comerciais utilizadas no Brasil, abatidos com aproximadamente 110 kg de peso vivo, apresentaram entre 2,0 a 2,5% de GIM, e sob pesos próximos a 120 kg, valores superiores a 3,0%. Entretanto, este desenho tem um importante viés. O aumento de peso de abate, visando o incremento da quantidade de GIM, pode ter um efeito deletério na quantidade de carne magra na carcaça devido a correlação negativa existente entre estas duas características (-0,34).

Uma tecnologia promissora para melhorar a quantidade de GIM é a seleção genética. A GIM é uma característica que apresenta alta variabilidade genética e uma herdabilidade estimada entre 0,26 a 0,86, indicando a possibilidade de uma resposta consistente na melhora do parâmetro através dos programas de seleção. Entretanto, deve-se levar em consideração as correlações genéticas entre GIM e as outras características de desempenho e de qualidade de carne. Assim como o aumento do peso de abate, a seleção para aumento da GIM pode levar a um retrocesso no modelo de seleção ainda em vigor, que valoriza prioritariamente a produção de carcaças magras.

Assim, a seleção genética assistida por marcadores pode constituir o melhor recurso para aumentar a GIM na carne suína, com pouca alteração do conteúdo de carne magra na carcaça. O desafio neste processo é identificar os genes relacionados com o maior conteúdo de GIM e que não influenciem o aumento da deposição de gordura interna, intermuscular e subcutânea. Janss et al. (1997) verificaram a existência de um gene major recessivo para GIM em uma população F2 oriunda do cruzamento da raça Meishan com linhagens brancas comerciais holandesas, sendo que os animais homocigotos recessivos depositavam 2,1% mais GIM no lombo. Outros genes candidatos responsáveis pela deposição de GIM já identificados são o HFABP e o AFABP.

Do ponto de vista tecnológico e sensorial, a qualidade da carne é oriunda de uma série de processos físicos e químicos envolvidos com a transformação do tecido muscular em carne propriamente dito. Estes processos, por sua vez, podem ser

influenciados por fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores mais importantes nesta conversão, estão:

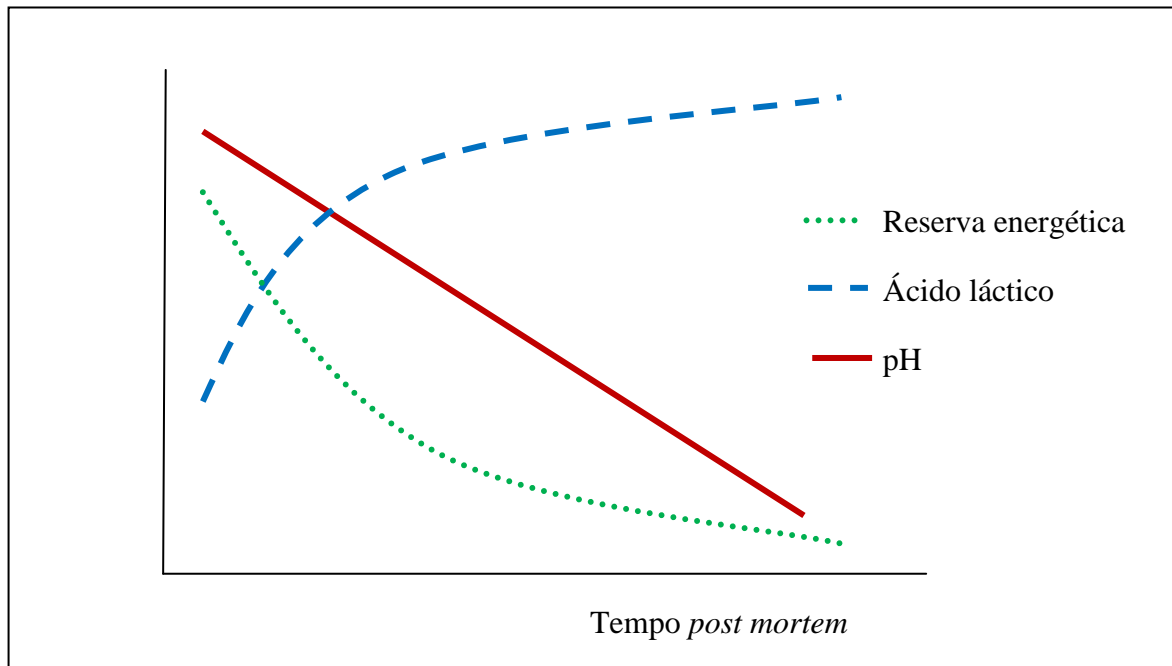
- a quantidade de energia (ATD – trifosfato de adenosina, ADP – difosfato de adenosina, fosfocreatina, glicose hexafosfato e glicogênio) no músculo no momento do abate;
- a velocidade da glicogenólise *post mortem*;
- o tamanho final dos sarcômeros.

Após a morte do animal o suprimento de oxigênio para as células é interrompido. Entretanto, o sistema nervoso entra em colapso e a despolarização das células nervosas ocorre de forma desordenada, o que leva à contração e ao relaxamento muscular, até que as reservas energéticas das células se esgotem. Neste momento, o músculo perde a extensibilidade e permanece no estado de *rigor mortis*.

O ATP é a forma da energia química responsável por desfazer as ligações actino-miosina, provocando o relaxamento muscular. Também o ATP é necessário para ativar a bomba $Ca^{+2} Mg ATP dependente$, que retira o cálcio do meio intracelular levando-o para o interior do retículo sarcoplasmático e das mitocôndrias. A produção de ATP, devido a hipoxia *post mortem*, se dá pela via glicolítica (aneróbia), que tem como fonte principal o glicogênio muscular. Uma célula muscular normal armazena em torno de 1 a 1,2 mol de glicogênio. O resultado final da degradação do glicogênio muscular é 3 moléculas de ATP + 2 moles de ácido láctico. Pela falência do sistema circulatório, o ácido láctico produzido não pode ser retirado das células para ser convertido em glicose pelo fígado (Ciclo de Cori), acumulando-se nas células musculares e provocando a acidificação das mesmas.

Normalmente, o pH muscular, que se encontra em torno de 7,2 no momento do abate, cai para valores próximos a 6,0 na primeira hora *post mortem* e estabiliza após 24 horas sob valores próximos a 5,6 (Gráfico 1).

Gráfico 1: Mudanças metabólicas durante a transformação do músculo em carne



Baseados nestes processo metabólicos de transformação do músculo em carne, a carne suína pode ser classificada em cinco grandes categorias:

- RFN (*reddish-pink in color, firm in texture and free of surface wateriness – non exudative*): carne de cor normal, textura firme e não exudativa. É a carne desejável de alta qualidade, com cor característica do corte analisado, com textura firme e não exudativa.
- RSE (*reddish-pink in color but soft in texture and exudative*): carne que apresenta uma cor desejável, entretanto, sua textura é mole e apresenta baixa capacidade de retenção de água.
- PSE (*pale in color, soft in texture and exudative*): carne de cor pálida, de textura mole e com baixa capacidade de retenção de água.
- DFD (*dark in color, firm in texture and non exudative*): carne de cor escura, de textura firme e com grande capacidade de retenção de água.

Para classificar a carne suína são usados os valores de luminosidade (L^*), perda de água por gotejamento (*drip loss*), pH inicial (45 minutos após o abate) e pH final (24 horas após o abate) (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação da carne suína de acordo com suas propriedades tecnológicas.

Categoria	Valor de L^*	Perda de água %	pH inicial	pH final
RFN	43-49	< 5	$\geq 5,8$	< 6,0
RSE	43-49	≥ 5	$\geq 5,8$	< 6,0
PSE	≥ 50	≥ 5	< 5,8	< 5,8
DFD	≤ 42	< 5	$\geq 5,8$	$\geq 6,0$

Os valores de L^* (luminosidade) variam de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto).

Fonte: Elaborada pelos autores.

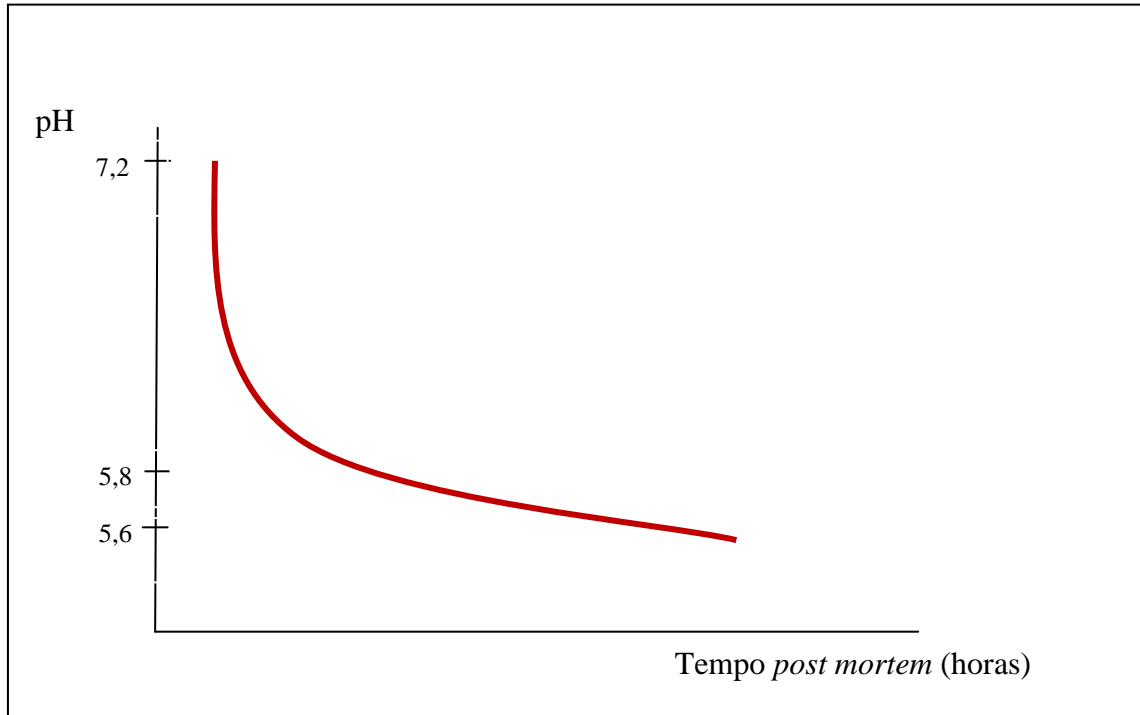
Quanto ao PSE, problema mais frequente observado nas alterações *post mortem*, três fatores importantes (Tabela 3) estão presentes:

- estresse agudo pré-abate.
- pré-disposição genética (gene rianodina, também denominado de gene halotano).
- potencial glicolítico no momento do abate.

Quando o animal é submetido ao um fator estressante nos momentos que antecedem o abate ou justamente no momento do abate, ocorre a liberação de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e de cortisol. Esses hormônios aumentam a atividade da creatina fosfoquinase, que acelera o metabolismo e provoca ativação excessiva do músculo. Com o metabolismo acelerado ocorre rápida produção de ácido láctico e o pH cai bruscamente (Gráfico 2). A combinação do pH baixo com a temperatura elevada da carcaça, que ainda não dissipou o calor, resulta na maior desnaturação das proteínas musculares, principalmente da miosina e das proteínas

sarcoplasmáticas. A carne deste animal será, portanto, PSE. Entretanto, o pH final de uma carne PSE é igual ao de uma carne RFN. O PSE é uma anomalia característica de músculos com maior quantidade de células glicolíticas (Tipo IIB brancas).

Gráfico 2: Padrão de queda do pH em carnes PSE

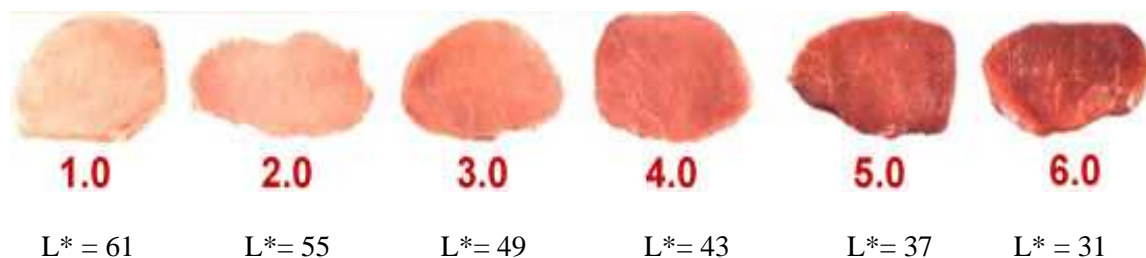


Na carne PSE, a desnaturação das proteínas musculares reduz a capacidade de retenção de água. A cor desta carne torna-se mais pálida pela perda de pigmentos que extravasam com a água (como a mioglobina) e também porque, pela maior presença de água na superfície e nos espaços extracelulares, a luz é mais refletida que absorvida.

A carne PSE tem uma aparência menos atrativa para o consumidor pela cor pálida característica e pela alta exsudação, que leva a um acúmulo elevado de água na bandeja em nível de mercado. Também o produto é mais susceptível ao desenvolvimento da coloração verde ou cinza esverdeado durante o armazenamento, além de um baixo rendimento tecnológico. O rendimento tecnológico de presuntos feitos com carnes PSE ou RSE é 5 a 10% inferior e apresentam pouco desenvolvimento da cor curada.

A cor da carne não é importante somente porque é a primeira característica que o consumidor considera antes de tomar a decisão da compra, mas também porque está relacionada com outros aspectos sensoriais e tecnológicos da carne. Norman et al. (2002) classificaram, de acordo com a cor, a carne de suínos em três categorias, segundo o National Pork Producers Council (Figura 1). Denominaram como carne tipo A as que apresentavam padrão de cor 1-2, como tipo B as categorias 3-4 e como C as 5-6. Os autores não verificaram correlação do valor de L* com a força de cisalhamento da carne, mas acharam uma correlação negativa dos valores de a* (intensidade do vermelho) e b* (intensidade do amarelo) com a força de cisalhamento. O teste sensorial, com painelistas treinados, demonstrou que 52,8% deles preferiram as carnes de coloração mais escura (Tipo C), por serem mais macias e suculentas.

Figura 1: Padrão de cor da carne suína



Fonte: National Pork Producers Council.

Animais portadores do gene rianodina apresentam maior frequência de carnes PSE que aqueles não portadores. A mutação no gene rianodina determina uma miopatia que se caracteriza como uma falha no *canal receptor rianodina liberador de Ca²⁺* do retículo sarcoplasmático. A mutação está ligada a um único gene autossomal recessivo no canal, no cromossomo 6p11-q21. Animais homozigotos recessivos (nn - mutantes) apresentam a troca de uma base citosina na posição 1843 do ácido desoxirribonucléico (DNA) por uma base timina, no gene que codifica essa proteína. Essa simples alteração resulta na substituição de um resíduo de arginina na posição 615 do receptor rianodina da sequência normal da proteína por um resíduo de cisteína na sequência mutante. Essa

mutação na proteína dobra a velocidade de liberação do Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático nos animais mutantes.

A elevação na concentração de íons de Ca^{2+} no sarcoplasma prolonga a estimulação da atividade contrátil do músculo e estimula também um rápido desdobramento do glicogênio, resultando em exacerbação do metabolismo, na produção de calor e rápida produção de ácido láctico e no aparecimento de PSE.

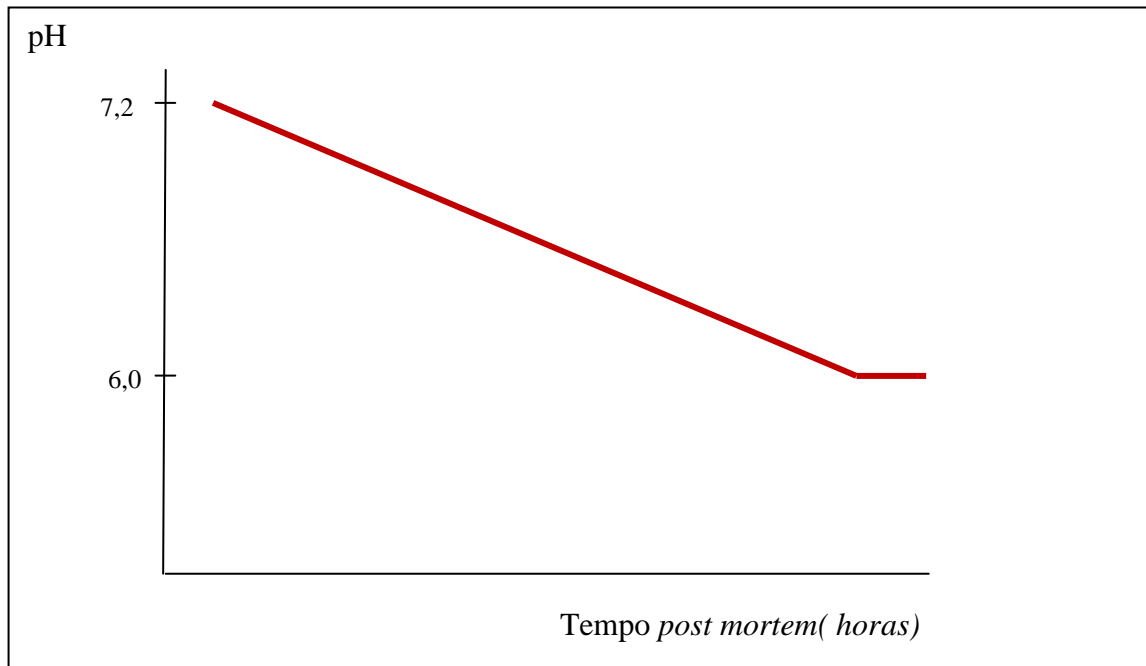
Carnes PSE apresentam também baixa atividade das calpaínas, que são as enzimas responsáveis pela resolução do *rigor mortis*, ou seja, o amaciamento da carne. O baixo pH inicial da carne promove a autólise e a inativação da μ -calpaína. O resultado é que as carnes PSE apresentam uma textura mais dura.

O potencial glicolítico do músculo no momento do abate tem correlação negativa com o pH final e com a capacidade de retenção de água da carne, e correlação positiva com o valor de L^* . Quanto maior for o potencial glicolítico mais ácida, pálida e com baixa capacidade de retenção de água será a carne. O potencial glicolítico é a soma dos principais compostos prováveis para a produção de ácido láctico no músculo durante o metabolismo *post mortem*. Hamilton et al. (2003) verificaram que o potencial glicolítico tem correlação moderada com o valor de L^* ($r = 0,23$ *ante mortem* e $r = 0,31$ *post mortem*). Os autores constataram que o valor de L^* aumenta 0,99 e 1,33 unidades para cada variação no potencial glicolítico *ante mortem* e *post mortem*, respectivamente.

Em suínos portadores do gene Rendimento Napole, o teor de glicogênio muscular é em torno de 70% maior que o encontrado nos animais normais. Isso confere um alto potencial glicolítico e resulta em pH final da carne abaixo do normal ($\text{pH} \leq 5,4$). Essa carne irá apresentar um menor rendimento tecnológico pela sua menor capacidade de retenção de água.

Animais que sofreram estresse muito prolongado, ou passaram muito tempo em jejum, ou foram abatidos em dias muito frios (Tabela 3), têm suas reservas de glicogênio muscular diminuídas, sendo que o pH irá permanecer, após 24 horas do abate, acima de 6,0. A carne desses animais irá apresentar uma anomalia conhecida como DFD (Gráfico 3). Entre sexos, os machos inteiros apresentam maior incidência de DFD, porque comumente são mais agitados nos momentos que antecedem o abate.

Gráfico 3: Padrão de queda do pH em carnes DFD



Quando o pH está em torno de 6,0 as proteínas miofibrilares ficam muito acima de seu ponto isoelétrico, aumentando o número de cargas positivas destas. Assim, mais água se liga às proteínas miofibrilares, definindo um aumento da capacidade de retenção de água da carne. Por isso a luz é pouco refletida, dando a aparência escura à carne. Esta coloração típica também é decorrente do pH mais elevado, que determina um efeito positivo no consumo de oxigênio, aumentando a atividade da enzima citocromo oxidase, que disponibiliza pouco oxigênio para formação de oximioglobina, predominando assim a presença da mioglobina na carne.

A carne DFD é rejeitada pelo consumidor quando vendida *in natura* devido a sua aparência escura. Entretanto, ela é muito útil para a produção de produtos cozidos, como salsichas e presuntos, por aumentar o rendimento tecnológico, perdendo menos água durante seu processamento.

Tabela 3. Fatores que favorecem o desenvolvimento de carnes PSE e DFD

	PSE	DFD
Fator genético	Gene rianodina	Sem associação
Potencial glicolítico	Alto	Baixo
Estresse	Agudo	Crônico
Tempo de jejum	Curto	Longo
Temperatura ambiente durante o manejo pré-abate	Quente	Frio
Tempo de transporte	Curto	Longo
Tempo de espera no frigorífico*	Descanso de 2 a 3 horas para recuperar a sua homeostasia	Descanso de 2 a 3 horas para repor as reservas de glicogênio muscular
Outros	Mistura de animais não familiares, alta densidade, uso de bastão elétrico, rampas muito inclinadas..	Machos inteiros

Fonte: elaborado pelos autores.

* Tempos de espera no frigorífico superiores a três horas não são recomendados porque os animais, após se recuperarem do estresse do transporte e descarregamento, se tornam mais ativos e começam a explorar o novo ambiente iniciando as brigas para a formação da hierarquia.

A quantidade de carne na carcaça tem influencia na queda do pH da carne. Smet et al. (1992) verificaram que em suínos homozigotos recessivos para o gene Rianodina (nn), o pH caiu bruscamente com o aumento da quantidade de carne na carcaça. Todavia, nos animais homozigotos dominantes (NN) e heterozigotos (Nn) ocorreu somente uma pequena redução no valor de pH com o aumento de carne na carcaça, permanecendo este acima de 5,8, o que não implicou necessariamente em risco de PSE. Para os três genótipos, o aumento de carne na carcaça resultou em declínio na capacidade de retenção de água na carne.

A qualidade da carne suína também pode ser modulada através da manipulação dietética dos animais. A suplementação com alguns minerais e vitaminas sob níveis

acima dos recomendados para prevenir os sintomas de deficiência tem se mostrado uma ferramenta importante para melhorar os atributos da carne, como a cor, capacidade de retenção de água, oxidação, pH e a incidência de PSE (Tabela 4). Entre os minerais utilizados destacam-se o magnésio e o selênio. Quanto as vitaminas, a E e a D são as mais estudadas.

Tabela 4: Fatores nutricionais que promovem a qualidade da carne suína

Suplementação	Benefícios	Atuação
Magnésio	Evita a queda acelerada do pH Melhora a capacidade de retenção de água Preserva a cor Diminui a incidência de PSE	Minimiza o estresse pré-abate Influencia no gradiente de cálcio intracelular
Selênio	Retarda os processos oxidativos Preserva a qualidade nutricional e sensorial Melhora a capacidade de retenção de água Torna a carne mais macia	Evita a oxidação lipídica e proteica
Vitamina E	Retarda os processos oxidativos Preserva a qualidade nutricional, sensorial e a cor Melhora a capacidade de retenção de água Torna a carne mais macia	Evita a oxidação dos lipídios e das proteínas
Vitamina D	Melhora a maciez da carne	Aumenta a concentração de cálcio intracelular que ativa as calpaínas

Fonte: Elaborada pelos autores.

O magnésio exerce uma ação relaxante no músculo esquelético e tem um efeito antagonico ao cálcio, diminuindo o metabolismo no tecido. O mineral limita a secreção de neurotransmissores, reduzindo a estimulação neuromuscular. A suplementação dietética de magnésio para suínos pode aliviar os efeitos do estresse pela redução nos níveis plasmáticos de cortisol, adrenalina, noradrenalina e dopamina, incrementando a qualidade da carne, evitando a queda brusca do seu pH, preservando sua cor e reduzindo a perda de água.

A oxidação lipídica da carne suína, um quadro bastante comum principalmente nos produtos processados, pode ser retardada com a inclusão de selênio na dieta. O selênio é considerado um antioxidante primário porque faz parte da enzima *Glutation peroxidase*, responsável por remover os peróxidos das células, evitando a oxidação dos lipídios de membrana. A manutenção da integridade da membrana celular é fundamental para evitar a perda de água e preservar a cor da carne.

A suplementação de vitamina E dietética constitui um dos melhores recursos para promover a melhoria na qualidade da carne, reduzindo a oxidação dos lipídios e da mioglobina, preservando a qualidade nutricional e sensorial. O principal pigmento da carne é a mioglobina. Com a exposição ao oxigênio, o ferro presente na mioglobina é oxidado, convertendo-a em metamioglobina. A metamioglobina define uma cor marron à carne, o que limita o prazo de validade da mesma. Como a vitamina E é um antioxidante, esta reage com os radicais livres precursores da oxidação ou atua sequestrando as moléculas de oxigênio, preservando a cor por manter o ferro na forma reduzida.

Outra função da vitamina E é reverter os efeitos deletérios do estresse pré-abate. Sob situações adversas anteriores ao sacrifício, ocorre a ativação da *Fosfolipase A₂*, uma enzima lipolítica presente nas membranas celulares. A *Fosfolipase A₂* hidrolisa os fosfolipídios das membranas celulares, liberando os ácidos graxos insaturados, que posteriormente são alongados e dessaturados, promovendo a desestabilização da membrana celular. Isto determina uma perda na capacidade de retenção de água da carne e um aumento de carnes PSE. Como a vitamina E evita a oxidação dos lipídios, principalmente dos fosfolipídios da membrana celular, que são ricos em ácidos graxos poliinsaturados, há a preservação da integridade da membrana, melhorando a capacidade de retenção de água da carne.

Rowe et al. (2004) e Warner et al. (2005) demonstraram que a vitamina E pode também melhorar a maciez da carne por evitar a oxidação das proteínas sarcoplasmáticas. As principais enzimas responsáveis pela resolução do *rigor mortis* são a μ -calpaína e a m-calpaina, que possuem um resíduo de cisteína que pode ser oxidado, tornando-as menos ativas. Ao evitar a oxidação das calpaínas, a vitamina E contribui para uma maior proteólise durante a maturação da carne, tornando-a mais macia.

A maciez da carne também pode ser melhorada com a inclusão dietética de vitamina D. A vitamina D aumenta a absorção intestinal e a reabsorção óssea de cálcio, elevando os níveis de cálcio plasmático e, conseqüentemente, de cálcio intracelular. O cálcio é importante para ativar as calpaínas, que são enzimas Cálcio dependentes, e que são responsáveis pela maciez da carne.

Conclusão

A valorização nos últimos anos dos aspectos relacionados à eficiência produtiva, aos parâmetros zootécnicos quantitativos na cadeia suinícola, determinou resultados expressivos, com carcaças mais pesadas com alta porcentagem de carne magra. De forma antagônica, várias características sensoriais da carne retrocederam ou não avançaram nesta mesma intensidade. Recursos como a seleção genética assistida por marcadores e um melhor conhecimento do papel de algumas vitaminas e minerais veiculados pela dieta dos suínos podem representar uma ferramenta para harmonizar a eficiência produtiva e a satisfação desejada do consumidor por qualidade, atendendo assim as demandas de toda a cadeia.

Referências Bibliográficas

BARBUT, S. et al. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, n. 79, p. 46-63, 2008.

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

CARLIN, M.K.R. et al. Effects of oxidation, pH and ionic strength on calpastatin inhibition of μ - and m-calpain. *Journal of Animal Science*, n. 84, p. 925-937, 2006.

DUNSHEA, F.R. et al. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, n. 71, p. 8-38, 2005.

GREGORY, N.G.; GRANDIN, T. *Animal Welfare and Meat Science*. CABI Publishing. 1998. 298 p.

HAMILTON, D.N. et al. Relationships between longissimus glycolytic potential and swine growth performance, carcass traits, and pork quality. *Journal of Animal Science*, n. 81, p. 2206-2212, 2003.

JANSS, L.G. et al. Segregation analyses for presence of major genes affecting growth, backfat, and litter size in Dutch Meishan crossbreds. *Journal of Animal Science*, n. 75, p. 2864-2876, 1997.

MADDOCK, K.R. et al. Effect of oxidation, pH and ionic strength on calpastatin inhibition of μ - and m-calpain. *Journal of Animal Science*, n. 84, p. 925-937, 2006.

MANCINI, R.A; HUNT, M.C. Current research in meat color. *Meat Science*, n. 71, p. 100-121, 2005.

MELODY, J.L. et al. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, n. 82, p. 1195-1205, 2004.

NATIONAL PORK BOARD. Variation in pork lean quality. *Facts*. Des Moines, 1998.

NATIONAL PORK BOARD. Critical points affecting fresh pork quality within the packing plant. *Facts*. Des Moines, 1998.

NATIONAL PORK BOARD. Pork quality targets. *Facts*. Des Moines, 1998.

NATIONAL PORK BOARD. Nutritional influences on pork quality. *Facts*. Des Moines, 1999.

NORMAN, J.L. et al. Pork loin color relative to sensory and instrumental tenderness and consumer acceptance. *Meat Science*, v. 65, p. 927-933, 2003.

ROWE, L.J. et al. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. *Journal of Animal Science*, n. 82, p. 3254-3266, 2004.

SALMI, B. et al. Bayesian meta-analysis of the effect of fasting, transport and lairage times on four attributes of pork meat quality. *Meat Science*, n. 90, p. 584-598, 2012.

SMET, S. et al. Relationships between halothane sensitivity, carcass quality and meat quality in belgian slaughter pigs. In: PUOLANNE, E. et al. **Pork quality: genetic and metabolic factors**, p. 259-272. 1992.

te PAS, M.F.W.; EVERTS, M.E.; HAAGSMAN, H.P. *Muscle Development of Livestock Animals*. CABI Publishing. 2004. 411 p.