

# ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS

para melhoria da qualidade da carne suína

**Teresinha Marisa Bertol**

Editora Técnica



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

# **ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS**

para melhoria da qualidade da carne suína

**Teresinha Marisa Bertol**  
Editora Técnica

*Embrapa*  
*Brasília, DF*  
*2019*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

<b>Embrapa Suínos e Aves</b> Rodovia BR 153 - KM 110 Caixa Postal 321 89.715-899, Concórdia, SC Fone: (49) 3441 0400 Fax: (49) 3441 0497 www.embrapa.br www.embrapa.br/fale-conosco/sac	Revisão técnica <i>Arlei Coldebella</i> <i>Dirceu João Duarte Talamini</i> <i>Franco Muller Martins</i> <i>Gerson Neudi Scheuermann</i> <i>Helenice Mazzuco</i> <i>Jorge Vitor Ludke</i> <i>Luizinho Caron</i> <i>Teresinha Marisa Bertol</i> <i>Vivian Feddern</i>
<b>Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição</b> Embrapa Suínos e Aves	Revisão de texto <i>Lucas Scherer Cardoso</i>
Comitê Local de Publicações da Embrapa Suínos e Aves	Normalização bibliográfica <i>Claudia Antunes Arrieche</i>
Presidente <i>Marcelo Miele</i>	Tratamento das ilustrações <i>Vivian Fracasso, Lucas Scherer Cardoso e Marina Schmitt</i>
Secretária-Executiva <i>Tânia Maria Biavatti Celant</i>	Projeto gráfico e editoração eletrônica <i>Vivian Fracasso</i>
Membros <i>Airton Kunz</i> <i>Ana Paula Almeida Bastos</i> <i>Gilberto Silber Schmidt</i> <i>Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima</i> <i>Monalisa Leal Pereira</i>	Foto da capa <i>Marina Schmitt</i>
Supervisão editorial <i>Tânia Maria Biavatti Celant</i>	Capa <i>Vivian Fracasso</i>
	<b>1ª edição</b> Publicação digital (2019)

**Todos os direitos reservados.**

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Suínos e Aves

---

Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína / Teresinha Marisa Bertol. Editora técnica. - Brasília, DF : Embrapa, 2019.  
296 p. : il. color. ; 16,2 cm x 23,8 cm.

ISBN 978-85-7035-936-0

1. Carne suína. 2. Qualidade da carne. I. Bertol, Teresinha Marisa. II. Embrapa Suínos e Aves. III. Título.

CDD 641.364

## Capítulo 9

Influência do conteúdo de gordura e do tipo de carboidrato presente na dieta dos suínos sobre as reservas energéticas do músculo e a qualidade da carne

*Teresinha Marisa Bertol*



## Introdução

Os aspectos de qualidade tecnológica e sensorial da carne suína são de grande importância econômica para a agroindústria, pois estão relacionados com o rendimento industrial e qualidade dos produtos processados e com a aceitação dos produtos pelos consumidores, especialmente aqueles comercializados frescos ou com processamento mínimo. Na categoria de qualidade tecnológica, o pH é um dos indicadores mais importantes devido a sua influência sobre os atributos de qualidade da carne, especialmente a perda de fluidos e a cor (Allison et al., 2003). Entre os fatores de maior importância na definição do pH inicial da carne estão o tempo de espera até o início da glicólise e a velocidade com que esse processo se desenrola na primeira hora *post mortem*. Com relação ao pH final, o conteúdo de glicogênio muscular desempenha papel importante na extensão da queda do pH, embora outros fatores ligados ao tipo de fibras musculares predominantes, à capacidade das enzimas envolvidas na glicólise de atuar em baixo pH e à capacidade tamponante dos tecidos também sejam relevantes.

O catabolismo do glicogênio e dos intermediários glicolíticos no músculo no período *post mortem* continua pela via anaeróbica, gerando como produtos finais lactato e NAD<sup>+</sup> (Garrett; Grisham, 1999). Os íons H<sup>+</sup> produzidos nesta rota metabólica, somados aos produzidos na hidrólise do ATP (e não reutilizados pelo fato desse processo não estar acoplado à fosforilação oxidativa) irão causar a queda do pH da carne, mesmo processo que ocorre no metabolismo anaeróbico muscular *in vivo* e que pode resultar em acidose metabólica (Hochachka; Mommsen, 1983). Uma elevada taxa de glicólise na primeira hora *post mortem* resulta em baixo pH inicial, sendo este fenômeno associado a inúmeros fatores, tais como reduzidas reservas de ATP e de creatina fosfato no músculo no momento do abate (Henckel et al., 2002) em consequência de imposição de manejo estressante imediatamente antes do abate, redução da proporção de fibras musculares oxidativas e aumento da proporção de fibras intermediárias glicolíticas (Joo et al., 2013) e mutações genéticas relacionados à contração muscular, catabolismo do glicogênio e metabolismo da glicose (Scheffler et al., 2014). Por outro lado, a extensão do declínio do pH *post mortem* está associada com o volume das reservas de glicogênio muscular disponível no mo-

mento do abate, de forma que elevadas reservas de glicogênio normalmente resultam em acentuada redução do pH final da carne (Briskey et al., 1959; Monin; Sellier, 1985), embora essa associação entre o nível de glicogênio muscular e o pH final nem sempre seja verdadeira, devido às variações metabólicas resultantes da associação de diferentes alelos que influenciam o metabolismo da glicose no músculo (Scheffler et al., 2013). O conteúdo de glicogênio muscular pode ser influenciado por diversos fatores, entre os quais podemos citar a raça ou genótipo (Monin; Sellier, 1985; Scheffler et al., 2013), o tempo de jejum (Bertol et al., 2005), a composição da dieta (Bertol et al., 2011) e o manejo. Sendo assim, a composição da dieta e sua interação com o jejum e a intensidade de manejo aplicados no período pré-abate desempenham papel importante na modulação da deposição de glicogênio e de seu catabolismo no período *ante e post mortem* (Briskey et al., 1959; Henckel et al., 2002; Bertol et al., 2005; Bertol et al., 2011), exercendo assim efeito sobre a qualidade da carne. Portanto, existe potencial para impactar positivamente a qualidade da carne em suínos por meio da manipulação da composição da dieta.

## Dietas com elevado conteúdo de gordura e baixo conteúdo de carboidratos altamente digestíveis

O fornecimento de dietas com elevado conteúdo de gordura (Briskey et al., 1960; Bertol et al., 2011) ou com combinações de gordura, baixos níveis de carboidratos digestíveis, altos níveis de fibra e variados níveis de proteína (Rosenvold et al., 2001a; 2001b; Rosenvold et al., 2002; Rosenvold et al., 2003; Bee et al., 2006; Li et al., 2015) reduzem as reservas de glicogênio ou os intermediários glicolíticos, o que reduz o potencial glicolítico dos músculos. Por outro lado, o fornecimento de dietas que contenham elevados níveis de carboidratos prontamente digestíveis, tais como a sacarose, resulta em elevação do conteúdo de glicogênio nos músculos (Briskey et al., 1959; Briskey et al., 1960; Bee, 2002). O tipo de glicogênio que tem sua deposição mais afetada por essas dietas é o macroglicogênio, embora o proglucogênio também sofra redução (Rosenvold et al., 2003; Bee et al., 2006). Porém, nem todos os

músculos respondem da mesma forma, sendo que em alguns ocorre a modulação do conteúdo de glicogênio e outros intermediários glicolíticos (glicose e glicose-6-P) de forma mais acentuada de acordo com a dieta, enquanto que em outros a resposta é de menor magnitude e em alguns músculos ainda pode não haver resposta (Briskey et al., 1960; Bee, 2002). Em geral, as respostas são mais acentuadas em músculos predominantemente oxidativos do que em músculos predominantemente glicolíticos, devido às características de depósito e metabolismo energético das fibras musculares predominantes em cada um (Bee, 2002; Bee et al., 2006). O mecanismo pelo qual as dietas com elevado conteúdo de gordura induzem à redução da deposição e alteram o metabolismo do glicogênio muscular provavelmente está ligado ao aumento do conteúdo de ácidos graxos livres circulantes no plasma (Greenhaff et al., 1988; Bertol et al., 2005a), o que induz à resistência à insulina, conseqüentemente, reduzindo a atividade da glicogênio sintase e dos transportadores da glicose, a captação de glicose pela célula muscular e seu metabolismo oxidativo e, ao mesmo tempo, aumentando a oxidação de ácidos graxos no músculo (Roden et al., 1996; Park et al., 1998; Libal-Weksler et al., 2001).

Como consequência de seu efeito sobre o volume e tipo de glicogênio depositado nos músculos, as dietas especialmente elaboradas com baixo conteúdo de carboidratos digestíveis e alto conteúdo de gordura podem induzir à elevação do pH aos 45 minutos (Rosenvold et al., 2002; Rosenvold et al., 2001b; Rosenvold et al., 2002; Rosenvold; Andersen, 2003; Li et al., 2015) e 24 horas após o abate (Briskey et al., 1960; Rosenvold et al., 2001b; Bee et al., 2006). Por outro lado, dietas com elevado conteúdo de açúcares solúveis (sacarose e glicose) por uma a duas semanas antes do abate e até mesmo o fornecimento de soluções contendo açúcares (sacarose e glicose) nas últimas 20 horas que antecedem o abate induzem à redução do pH inicial e pH final da carne (Briskey et al., 1959; Briskey et al., 1960; Gallwey et al., 1977; Fernandez et al., 1979). Porém, da mesma forma que o conteúdo de glicogênio, o pH também é afetado de forma diferenciada entre os diferentes músculos (Briskey et al., 1960; Bee et al., 2006). A temperatura da carcaça 45 minutos após o abate também é afetada, observando-se temperatura mais baixa em carcaças de suínos alimentados com as dietas contendo baixos níveis de carboidratos digestíveis (Rosenvold

et al., 2001b; Rosenvold et al., 2002), principalmente em situações em que os animais são submetidos a manejo mais intenso no período pré-abate (Rosenvold; Andersen, 2003). A hipótese mais provável é de que o aumento do pH final está associado com a redução do conteúdo de glicogênio muscular, enquanto que o aumento do pH inicial estaria relacionado com uma desaceleração da glicólise causada por redução da temperatura da carcaça e do catabolismo do glicogênio durante a primeira hora após o abate (Rosenvold et al., 2001b; Rosenvold et al., 2002; Rosenvold et al., 2003). Porém, a relação entre o conteúdo de glicogênio muscular e o pH final da carne não é simples e direta. Há um ponto de corte, situado em 53  $\mu\text{mol}$  de glicogênio/g de tecido, abaixo do qual há forte correlação entre a concentração de glicogênio e o pH final, mas acima desse nível, em condições normais, não há correlação entre estas duas variáveis (Henckel et al., 2002). A explicação é que 53  $\mu\text{mol/g}$  de tecido é o máximo de glicogênio que pode ser metabolizado a lactato, atingindo o ponto em que as enzimas têm sua atividade reduzida pelo pH do meio e o glicogênio adicional presente acima dessa quantidade permanece sem ser desdobrado. Porém, mutações em genes que codificam as enzimas responsáveis pela deposição de glicogênio muscular e pela capacidade oxidativa dos músculos [RN (AMPK $\gamma$ 3R<sup>200Q</sup>); AMPK $\gamma$ 3 199 VV, IV, II; + Gly] estão associadas a alterações no metabolismo energético através de aumento da tolerância das enzimas à redução de pH (Scheffler et al., 2013). Dessa forma, a relação entre o conteúdo de glicogênio muscular e o pH da carne é alterada, com elevação do ponto de corte no qual o conteúdo de glicogênio muscular não é mais correlacionado com o pH final. É importante salientar também que a maior parte dos efeitos obtidos com o uso de dietas com alto conteúdo de gordura e baixo conteúdo de carboidratos digestíveis está relacionada com a elevação do pH inicial e não do pH final. Há evidências de que estas dietas alteram o metabolismo energético por induzir à desaceleração da degradação do glicogênio nos estágios iniciais *post mortem* (Li et al., 2015). Tanto a redução da deposição de glicogênio e/ou dos intermediários glicolíticos como a desaceleração do metabolismo energético *post mortem* têm como uma das prováveis causas a alteração da proporção dos tipos de fibras musculares em direção ao aumento da proporção de fibras oxidativas e redução da proporção de fibras glicolíticas (Wilde et al., 2008; Li et al., 2015). As fibras



oxidativas possuem menor conteúdo de glicogênio (Fernandez et al., 1995), maior vascularização sanguínea, maior conteúdo de mioglobina e seu metabolismo é predominantemente oxidativo, com taxa glicolítica mais lenta (Judge et al., 1989; Ryu; Kim, 2006). A redução da relação entre as enzimas citrato sintase e hexoquinase nos músculos dos suínos alimentados com dietas contendo elevado conteúdo de gordura é um indicativo de aumento do catabolismo da glicose via ciclo dos ácidos tricarboxílicos na mitocôndria em detrimento do catabolismo via glicólise (Gondret et al., 2014), sendo um provável mecanismo envolvido na desaceleração da glicólise *in vivo* e na elevação do pH e redução da temperatura da carcaça no período inicial após o abate.

Alterações na quantidade de glicogênio armazenado nos músculos e no seu metabolismo *post mortem* afetam indiretamente alguns atributos de qualidade da carne por meio de seu efeito sobre a extensão e a velocidade de queda do pH. O pH inicial e a temperatura das carcaças apresentam forte associação com a perda por gotejamento. Baixo pH inicial (Warner et al., 1997; Schafer et al., 2002; Freise et al., 2005; Bee et al., 2007; Choi et al., 2010) e pH final (Miller et al., 2000; Juncher et al., 2001) estão associados à redução da capacidade de retenção de água na carne, o que se traduz em aumento da perda por gotejamento. O baixo pH inicial reduz a capacidade de retenção de fluidos nos músculos em função da desnaturação das proteínas miofibrilares (Bee et al., 2007), enquanto que o baixo pH final (abaixo de 5,5) reduz a retenção de fluidos em função de sua proximidade com o ponto isoelétrico da maior parte das proteínas musculares (Pearson, 1987). A cor é outro atributo de qualidade que é influenciado pelo pH. Baixo pH inicial está associado à palidez da carne (Fischer, 2007) e baixo pH final está associado à descoloração da carne durante a vida de prateleira (Juncher et al., 2001).

O fornecimento de dietas contendo elevado conteúdo de gordura ou baixo conteúdo de carboidratos digestíveis associado ou não a elevados níveis de gordura resultou em redução na luminosidade (valor de L\*) (Rosenvold et al., 2001a; Rosenvold et al., 2001a; Bee, 2002; Spencer et al., 2005; Bee et al., 2006), indicando carne com coloração mais escura. Porém, nem todos os músculos avaliados apresentaram essa resposta (Rosenvold et al., 2001b; Bee, 2002; Bee et al., 2006), sendo o *Longissimus dorsi* o menos responsivo entre os músculos ava-

liados. Em adição, o escore de cor se apresentou mais elevado e a estabilidade da cor foi maior durante 14 dias de armazenamento da carne nos suínos alimentados com dietas contendo elevado nível de gordura (Spencer et al., 2005).

As perdas por gotejamento e por cocção são outros atributos de qualidade de carne afetados pela fonte de energia da dieta, as quais são reduzidas com o uso de dietas com baixo conteúdo de carboidratos digestíveis e elevados níveis de gordura (Rosenvold et al., 2001b; Bee, 2002; Rosenvold et al., 2002; Bee et al., 2006; Li et al., 2015). Essa resposta é creditada principalmente à menor velocidade de queda do pH e redução da temperatura da carcaça no período inicial após o abate (Rosenvold et al., 2001b; Rosenvold et al., 2002). Porém, a maior parte dessas respostas foi dependente do músculo avaliado, observando-se a menor frequência de respostas positivas no músculo *Longissimus dorsi*, que é um músculo classificado como predominantemente glicolítico (Bee, 2002; Bee et al., 2006).

Um efeito negativo observado a partir do uso dessa estratégia alimentar é a redução da maciez, evidenciada pelo aumento dos valores de *Warner-Bratzler shear force* (Rosenvold et al., 2001a; 2001b). Este efeito se deve a uma redução do *turnover* nas proteínas musculares, comprovada pela redução da atividade da  $\mu$ -calpaína e aumento da atividade da calpastatina (Rosenvold et al., 2001a). A redução da atividade da  $\mu$ -calpaína pode estar relacionada à elevação do pH do músculo, pois foi comprovado que esta enzima apresenta maior atividade em pH mais baixo (Carlin et al., 2006). Porém, o efeito do conteúdo das diversas fontes de energia da dieta sobre a maciez da carne de suínos não está bem estabelecido. Rosenvold et al. (2002) não observaram efeito sobre a *Warner-Bratzler shear force* no primeiro dia após o abate, mas observaram uma redução de seu valor quatro dias após o abate nos suínos alimentados com baixos níveis de carboidratos digestíveis e elevado conteúdo de gordura. Porém, em vários outros estudos não foi observado efeito destes fatores sobre a maciez da carne (Spencer et al., 2005; Bee et al., 2006; Li et al., 2015).

Embora seja possível reduzir as reservas de glicogênio e intermediários glicolíticos, bem como modular a velocidade do metabolismo energético *post mortem* através do fornecimento de dietas especiais

nas últimas duas a três semanas antes do abate, esta estratégia não deve ser dissociada do jejum pré-abate e de práticas adequadas de manejo dos animais. O uso dessa estratégia resulta em melhora da qualidade da carne, especialmente da capacidade de retenção de água e cor, porém, em termos práticos nas condições industriais de produção em grande escala, esta estratégia apresenta pouca viabilidade econômica. Por outro lado, em condições específicas de produção para nichos de mercado, ou na falta dos ingredientes tradicionais e dos principais ingredientes alternativos tais como cereais de inverno, sorgo, subprodutos do arroz e subprodutos da industrialização do milho, este tipo de dieta poderá ser viável se houver alta disponibilidade de matérias-primas alternativas fibrosas e fontes de gordura a preços acessíveis. Ao mesmo tempo, deve-se ter cautela quanto à utilização de ingredientes alternativos com elevadas proporções de açúcares solúveis na alimentação de suínos, como o melaço ou determinados subprodutos da industrialização ou descarte de frutas, por exemplo, por causa do seu potencial para elevar o depósito de reservas de glicogênio e acelerar o metabolismo *post mortem*, com efeitos negativos sobre a capacidade de retenção de água e a cor.

## Ingredientes com elevado conteúdo de açúcares: derivados da cana de açúcar

A cana de açúcar é uma planta produzida de norte a sul do Brasil, mas a principal região produtora é a Sudeste, que contribui com 70% da produção total (IBGE – Produção Agrícola Municipal). Ainda de acordo com o IBGE, em 2017 a produtividade da cana de açúcar no Brasil foi de 74.482 kg/ha.

Os produtos derivados da cana de açúcar com potencial para serem utilizados na alimentação animal incluem a cana integral, o caule, o caldo, o melaço e o açúcar. Por apresentarem alto teor de fibra (Tabela 1), a cana integral e o caule são mais adequados para alimentação de ruminantes. O caldo, o melaço e o açúcar, por sua vez, devido ao elevado conteúdo de açúcares solúveis, são alimentos mais concentrados, portanto, adequados para alimentação de monogástricos.

**Tabela 1.** Composição química e valor nutricional da cana integral, caldo, caule, melão e melão em pó de cana de açúcar.

Análise	Cana integral <sup>1</sup>	Caule <sup>1</sup>	Caldo <sup>2</sup>	Melão <sup>2</sup>	Melão em pó <sup>2</sup>
Energia digestível (kcal/kg)	-	-	707	2.403	2.616
Energia metabolizável (kcal/kg)	-	-	675	2.345	2.495
Matéria seca (%)	23,2	30,20	18,60	73,90	93,30
Proteína bruta (%)	1,00	0,88	0,30	3,66	2,44
Extrato etéreo (%)	0,39	0,45	-	0,10	-
Fibra bruta (%)	7,86	8,30	0,05	2,46	6,20
Matéria mineral (%)	1,60	1,72	0,30	8,75	16,30
Ca (%)	0,05	0,05	0,01	0,76	6,21
P (%)	0,03	0,03	0,02	0,06	0,21
K (%)	0,49	0,84	-	3,25	2,19
Na (%)	0,01	-	-	0,58	0,15
Cl (%)		-	-	1,38	-
Açúcar livre (%)		14,19 <sup>3</sup>			-
Açúcares totais (%)	10,18	-	13,60 <sup>4</sup>	47,37 <sup>5</sup>	55,00 <sup>6</sup>

ED= energia digestível, EM= energia metabolizável, MS= matéria seca, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, FB= fibra bruta, MM= matéria mineral.

<sup>1</sup>Fonte: Heuzé et al. (2018)

<sup>2</sup>Fonte: Rostagno et al. (2017)

<sup>3</sup>Fonte: Adaptado de Xandé et al. (2009) e Heuzé et al. (2018)

<sup>4</sup>Fonte: Adaptado de Heuzé et al. (2015a)

<sup>5</sup>Fonte: Adaptado de Heuzé et al. (2015b)

<sup>6</sup>Fonte: Melões Brasileiros (2014)

O caldo de cana pode ser facilmente produzido na propriedade com o uso de prensas. Essa é a forma mais prática e econômica para sua obtenção e utilização na alimentação animal, já que, pelo seu conteúdo de água, o transporte de outros locais para a granja é viável apenas para curtas distâncias. Por outro lado, tanto o melão como o melão em pó são subprodutos da fabricação do açúcar de cana e podem ser adquiridos comercialmente. O melão A ou mel final é o principal produto da fabricação do açúcar e é produzido na proporção de 40 kg a 60 kg por tonelada de cana processada (Alcarde, 2019).

O caldo, melaço, melaço em pó e açúcar de cana são alimentos com alto conteúdo de carboidratos, sendo, portanto, alimentos essencialmente energéticos. Os açúcares (totais sacarose, glicose e frutose) são os principais componentes desses alimentos, os quais compõem em média 73%, 64% e 59%, respectivamente, do conteúdo de matéria seca do caldo, melaço e melaço em pó. Os açúcares predominantes são a sacarose e a frutose. A matéria orgânica total do melaço varia de 84% a 94% e, desta, de 17% a 38% é matéria orgânica livre de açúcares, denominada por alguns autores de matéria orgânica não identificada (Bayley et al., 1983). Esta fração inclui ceras, gomas, caroteno, peptonas, bagaço e componentes nitrogenados (Castro; Martinez, 2015).

O caldo de cana apresenta baixo teor de matéria seca, enquanto que o melaço e o melaço em pó apresentam elevado conteúdo de matéria mineral e uma fração de resíduos. Em função disso, o conteúdo de energia digestível e energia metabolizável de ambos é inferior ao do milho (Rostagno et al., 2017), apesar da elevada digestibilidade (ao redor de 100%) dos carboidratos solúveis (Jentsch et al., 1991). Mas os valores de energia digestível e metabolizável desses ingredientes são bastante variáveis devido à variação no conteúdo de açúcares totais e de resíduos. O melaço apresenta elevado conteúdo de potássio, cálcio e cloro. O elevado conteúdo de cálcio é derivado do uso de hidróxido de cálcio, utilizado para clarificação do melaço (Castro; Martinez, 2015).

O caldo de cana pode ser utilizado como principal fonte de energia nas dietas de suínos em crescimento-terminação, sem efeitos negativos sobre o desempenho e a qualidade da carcaça desde que as dietas sejam adequadamente balanceadas com fontes proteicas para suprir os requerimentos de aminoácidos dos animais (Mena et al., 1981; Gonzalez et al., 2006; Xande et al., 2009; Castro; Martinez, 2015). Por outro lado, o melaço pode ser utilizado em níveis de até 30% da dieta para suínos em crescimento-terminação (Christon; Le Dividich, 1978; Valdez, 2015). Um aspecto positivo do uso de dietas cuja principal fonte energética é o caldo de cana, é o aumento do rendimento de carcaça (Mena et al., 1981), fato observado também com o uso de suplementos de sacarose, glicose ou melaço nas últimas 24 horas que antecedem o abate (Gallwey et al., 1977; Fernandes et al., 1979; Wajda, 1997).

Como já discutido acima, o fornecimento de dietas com elevados níveis de carboidratos prontamente digestíveis, tais como sacarose e glicose, resulta em elevação do conteúdo de glicogênio nos músculos em suínos com redução do pH e outras alterações na qualidade da carne. Por essa razão, espera-se esse efeito quando do uso das matérias-primas derivadas da cana na alimentação dos suínos. De fato, Mena et al. (1981) observaram que suínos alimentados com caldo de cana nas fases de crescimento-terminação apresentaram redução do pH final da carne em relação aos suínos alimentados com dieta baseada em cereais. Da mesma forma, Xandé et al. (2009) também observaram redução do pH final e adicionalmente verificaram aumento da luminosidade (valor de  $L^*$ ) nos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* nos animais alimentados com caldo de cana em comparação com os animais alimentados com dieta baseada em milho, mas não houve efeito sobre as perdas por gotejamento e por cocção. Além disso, esses mesmos autores observaram maior heterogeneidade da cor, conteúdo de matéria seca, gordura intramuscular, índice de marmoreio e maciez e menor índice de acidez da gordura e intensidade da cor vermelha, sabor salgado e de sabor amargo em presuntos curados produzidos a partir de suínos alimentados com caldo de cana do que com os alimentados com milho, mas o conteúdo de TBARS e o índice proteolítico nos presuntos não foram afetados pelo caldo de cana.

Xandé et al. (2010) não observaram efeito do aumento dos níveis de fornecimento de melaço de cana de açúcar de 200 g/dia para 800 g/dia para suínos sobre o pH final do músculo, luminosidade (valor de  $L^*$ ), intensidade de vermelho (valor de  $a^*$ ), perdas por gotejamento e por cocção, porém, não houve comparação com uma dieta sem a inclusão de melaço. Da mesma forma, a inclusão de baixos níveis de melaço (2,5% e 5%) na dieta por 10 semanas para suínos em terminação não afetou o pH final, luminosidade, intensidade de vermelho e perdas por gotejamento e por cocção (Sureshkumar et al., 2016).

O fornecimento de dietas com 50% de sacarose por duas semanas antes do abate resultou em redução do pH final e em pernis com baixo escore de cor, textura mole, aparência aquosa e redução da capacidade de retenção de água (Briskey et al., 1959; Briskey et al., 1960).

A gordura de suínos alimentados com caldo de cana apresentou maior conteúdo de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e menor conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados do que a gordura de suínos alimentados com dieta baseada em milho (Xandé et al., 2009). Este fator pode estar relacionado ao fato dos animais alimentados com caldo de cana terem consumido maior quantidade de matéria seca, mas menor quantidade de gordura e de proteína, o que levou ao aumento da deposição de gordura subcutânea e intramuscular por meio da síntese endógena de ácidos graxos, favorecendo a deposição de ácidos graxos saturados e monoinsaturados nos tecidos corporais. Esses resultados são convergentes com os obtidos por Phuc e Hieu (1993), os quais observaram redução do índice de iodo na gordura de suínos alimentados com uma dieta de melaço à vontade mais um suplemento proteico em comparação com uma dieta baseada em farelo de arroz.

Outro fator que poderia afetar a qualidade da carne em suínos alimentados com dietas contendo elevados níveis de ingredientes ricos em açúcares é a possibilidade da ocorrência de acidose metabólica causada pela produção de ácido láctico a partir da frutose durante a digestão (Castro; Martinez, 2015). Esse efeito seria principalmente sobre o bem-estar e com as perdas relacionadas com mortalidade durante o transporte, ocorrência de *downers* (animais esgotados fisicamente com inabilidade para locomoção) e desvios de qualidade como a condição PSE (*pale, soft and exsudative*), porém, essa hipótese não foi avaliada tecnicamente.

Outra questão que resta para ser melhor explorada é quanto ao potencial antioxidante da cana de açúcar e sua expressão na carne quando fornecida via dieta. A cana de açúcar apresenta fitoquímicos com capacidade antioxidante (triterpenoides, flavonoides e fenóis) em suas diferentes porções, sendo que a medula é a porção que apresenta o maior conteúdo de triterpenoides (Feng et al., 2014). A presença de componentes fenólicos em extrato de suco de cana foi confirmada por Xia et al. (2017) que, ao fornecerem o extrato na dieta por 42 dias para suínos em terminação, observaram redução da presença de MDA (malonaldeído) e superóxido dismutase total no *Longissimus dorsi*, o que sugere que os fitoquímicos com capacidade antioxidante presentes na cana quando fornecidos via dieta melhoram a capacidade antioxidante nos tecidos *post mortem*. Porém, este efeito não se confirmou no estudo

de Xandé et al. (2009), pois, conforme mencionado acima, os mesmos não detectaram diferença no conteúdo de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) em presuntos curados produzidos com suínos alimentados com caldo de cana (Xandé et al., 2009).

## Conclusões

O uso estratégico de dietas especiais com baixo conteúdo de carboidratos digestíveis e alto conteúdo de gordura nas últimas três a quatro semanas que antecedem o abate levam à redução da deposição de glicogênio muscular, redução da velocidade de quebra do glicogênio e do metabolismo da glicose *post mortem*, redução da temperatura da carcaça e elevação do pH inicial e final. Como consequência, a qualidade da carne é impactada de forma positiva, com redução das perdas por gotejamento e por cocção e melhoria da cor dada por coloração mais escura (menor valor de  $L^*$ ), aumento do escore de cor e maior estabilidade da cor durante o armazenamento. Esses efeitos se manifestam com mais ênfase nos músculos que possuem maior proporção de fibras musculares oxidativas. Essa estratégia alimentar deve ser associada ao jejum pré-abate e práticas adequadas de manejo dos animais para que se obtenha resultados positivos. Essas dietas não são preconizadas para uso em situações de produção industrial, onde o uso de matérias-primas produzidas em larga escala, a eficiência alimentar e a padronização das condições de produção são fatores indispensáveis para a competitividade da produção, mas podem ser vantajosas para condições específicas de produção visando nichos de mercado.

As dietas com elevado conteúdo de açúcares solúveis induzem ao aumento do conteúdo de glicogênio muscular e consequente redução do pH da carne, com consequências negativas para a qualidade da carne. Esse efeito ocorre com o uso do caldo, melão e açúcar (sacarose) de cana de açúcar, que, quando utilizados como principal fonte energética na dieta, causam redução do pH final e alteração da cor (aumento da luminosidade) da carne. Efeitos como redução do escore de cor, textura mole, aparência aquosa e redução da capacidade de retenção de água também são observados com dietas cuja principal fonte de energia é o açúcar. Embora não tenha sido detectada alteração na



perda por gotejamento com o uso do melaço e do caldo de cana, esse efeito não está descartado devido à redução do pH final. Porém, baixos níveis de inclusão desses ingredientes (até 5%) na dieta não provocam alterações na qualidade da carne.

A utilização dos derivados da cana como principal fonte energética nas dietas dos suínos altera o perfil de ácidos graxos da gordura corporal, com aumento da proporção de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e redução dos poli-insaturados devido ao conteúdo quase nulo de extrato etéreo nesses ingredientes.

## Referências

- ALCARDE, A. R. **Cana de açúcar**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_108\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html). Acesso em: 25 jan. 2019.
- ALLISON, C. P.; BATES, R. O.; BOOREN, A. M.; JOHNSON, R. C.; DOUMIT, M. E. Pork quality variation is not explained by glycolytic enzyme capacity. **Meat Science**, v. 63, n. 1, p. 17-22, Jan. 2003. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00046-3.
- BAYLEY, H. S.; FIGUEROA, V.; LY, J.; MAYLIN, A.; PEREZ, A. Utilization of sugar cane final molasses by the pig: energy metabolism. **Canadian Journal Animal Science**, v. 63, p. 455-462, 1983. DOI: 10.4141/cjas83-054.
- BEE, G. Effect of available dietary carbohydrate on glycolytic potential and meat quality of swine muscles. **Canadian Journal Animal Science**, v. 82, p. 311-320, 2002. DOI: 10.4141/A02-004.
- BEE, G.; ANDERSON, A. L.; LONERGAN, S. M.; HUFF-LONERGAN, E. Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water-holding capacity in pork. **Meat Science**, v. 76, n. 2, p. 359-365, June 2007. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.12.004.
- BEE, G.; BIOLLEY, C.; GUEx, G.; HERZOG, W.; LONERGAN, S. M.; HUFF-LONERGAN, E. Effects of available dietary carbohydrate and preslaughter treatment on glycolytic potential, protein degradation, and quality traits of pig muscles. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 191-203, 2006. DOI: 10.2527/2006.841191x.
- BERTOL, T. M.; BRAÑA, D. V.; ELLIS, M.; RITTER, M. J.; PETERSON, B. A. Effect of dietary energy source and feed withdrawal on muscle glycolytic potential and blood acid-base responses to handling in harvest weight pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 5, p. 1561-1573, 2011. DOI: 10.2527/jas.2010-2942.

- BERTOL, T. M.; ELLIS, M.; HAMILTON, D. N.; JOHNSON, E. W.; RITTER, M. J. Effects of dietary supplementation with L-carnitine and fat on blood acid-base responses to handling in slaughter weight pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 75-81, 2005. DOI: 10.2527/2005.83175x.
- BRISKEY, E. J.; BRAY, R. W.; HOEKSTRA, W. G.; PHILLIPS, P. H.; GRUMMER, R. H. The effect of high protein, high fat and high sucrose rations on the water-binding and associated properties of pork muscle. **Journal of Animal Science**, v. 19, p. 404-411, 1960. DOI: 10.2527/jas1960.192404x.
- BRISKEY, E. J.; BRAY, R. W.; HOEKSTRA, W. G.; PHILLIPS, P. H.; GRUMMER, R. H. The effect of exhaustive exercise and high sucrose regimen on certain chemical and physical pork ham muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 18, p. 173-177, 1959. DOI: 10.2527/jas1959.181173x.
- CARLIN, K. R. M.; HUFF-LONERGAN, E.; ROWE, L. J.; LONERGAN, S. M. Effect of oxidation, pH, and ionic strength on calpastatin inhibition of  $\mu$ - and m-calpain. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 925-937, 2006. DOI: 10.2527/2006.844925x.
- CASTRO, M; MARTINEZ, M. Pig feeding with nontraditional products: fifty years of research at the Instituto de Ciencia Animal. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 2, p. 189-196, 2015.
- CHOI, Y. M.; LEE, S. H.; CHOE, J. H.; RHEE, M. S.; LEE, S. T.; JOO, S. T.; KIM, B. C. Protein solubility is related to myosin isoforms, muscle fiber types, meat quality traits, and *post mortem* protein changes in porcine *Longissimus dorsi* muscle. **Livestock Science**, v. 127, p. 183-191, 2010. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.09.009.
- CHRISTON, R.; LE DIVIDICH, J. Utilisation de la mélasse de canne à sucre dans l'alimentation du porc : essai d'interprétation des acquisitions recentes. **Annales de Zootechnie**, v. 27, n. 2, p. 267-288, 1978. DOI: 10.1051/animres:19780210.
- FENG, S.; LUO, Z.; ZHANG, Y.; ZHONG, Z.; LU, B. Phytochemical contents and antioxidant capacities of different parts of two sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars. **Food Chemistry**, v. 151, p. 452-458, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.057>.
- FERNANDES, T. H.; SMITH, W. C.; ELLIS, M.; CLARK, J. B. K.; ARMSTRONG, D. G. The administration of sugar solutions to pigs immediately prior to slaughter 2. Effect on carcass yield, liver weight and muscle quality in commercial pigs. **Animal Production**, v. 29, n. 2, p. 223-230, 1979. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.11.057.
- FERNANDEZ, X.; LEFAUCHEUR, L.; CANDEK, M. Comparative study of two classifications of muscle fibres: consequences of photometric determination of glycogen according to fibre type in red and white muscle of the pig. **Meat Science**, v. 41, n. 2, p. 225-235, 1995. DOI: 10.1016/0309-1740(94)00059-G.
- FISCHER, K. Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 124, suppl. 1, p. 12-18, 2007. DOI: 10.1111/j.1439-0388.2007.00682.x.

FREISE, K.; BREWER, S.; NOVAKOFSKI, J. Duplication of the pale, soft, and exudative condition starting with normal *post mortem* pork. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2843-2852, 2005. DOI: 10.2527/2005.83122843x.

GALLWEY, W. J.; TARRANT, P. V.; MCMAHON, P. Pigmeat quality and yield in relation to pre-slaughter sugar-feeding. **Irish Journal of Food Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 71-77, 1977.

GARRETT, R. H.; GRISHAM, C. M. **Biochemistry**. 2<sup>nd</sup> ed. Orlando: Saunders College Publishing, 1999. 1127 p.

GONDRET, F.; LOUVEAU, I.; MOUROT, J.; DUCLOS, M. J.; LAGARRIGUE, S.; GILBERT, H.; van MILGEN, J. Dietary energy sources affect the partition of body lipids and the hierarchy of energy metabolic pathways in growing pigs differing in feed efficiency. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 4865-4877, 2014. DOI: 10.2527/jas.2014-7995.

GONZÁLEZ, D.; GONZÁLEZ, C.; MACHADO, W.; MENDOZA, J.; LY, J. Jugo de caña de azúcar em dietas de crescimento y finalización para cerdos: efectos en el comportamiento productivo y rasgos de canal. **Revista Científica de Veterinária - LUZ**, v. 16, n. 4, p. 406-413, 2006.

GREENHAFF, P. L.; GLEESON, M.; MAUGHAN, R. J. The effects of diet on muscle pH and metabolism during high intensity exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 57, p. 531-539, 1988. DOI: 10.1007/BF00418458.

HENCKEL, P.; KARLSSON, A.; JENSEN, M. T.; OKSBJERG, N.; PETERSEN, J. S. Metabolic conditions in porcine *longissimus* muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and *post mortem* energy metabolism. **Meat Science**, v. 62, n. 2, p. 145-155, Oct. 2002. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00239-X.

HEUZÉ V.; THIOLLET H.; TRAN G.; LEBAS F. 2018. Sugarcane forage, whole plant. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2018. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/14462>. Acesso em: 25 jan. 2019.

HEUZÉ V.; TRAN G.; ARCHIMÈDE H.; RENAUDEAU D.; LESSIRE M.; LEBAS F. Sugarcane juice. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2015a. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/560>. Acesso em: 25 jan. 2019.

HEUZÉ V.; TRAN G.; ARCHIMÈDE H.; RENAUDEAU D.; LESSIRE M.; LEBAS F. Sugarcane molasses. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2015b. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/561>. Acesso em: 25 jan. 2019.

HOCHACHKA, W.; MOMMSEN, T. P. Protons and anaerobiosis. **Science**, v. 219, p. 1391-1397, 1983. DOI: 10.1126/science.6298937.

IBGE - **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 25 jan. 2019.

- JENTSCH, W.; RESTING, U.; H.-J. BLOCK, H.-J. Zur Scheinbaren Präzākalen Nährstoffverdaulichkeit und Energieverwertung von Melasse beim Schwein. **Archiv für Tierernaehrung**, v. 41, n. 7-8, p. 717-724, 1991. DOI: 10.1080/17450399109428516.
- JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, Y. H.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, n. 4, p. 828-836, Dec. 2013. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.04.044.
- JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Hunt Publishing Company, 1989.
- JUNCHER, D.; RONN, B.; MORTENSEN, E. T.; HENCKEL, P.; KARLSSON, A.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. **Meat Science**, v. 58, n. 4, p. 347-357, Aug. 2001. DOI: 10.1016/S0309-1740(00)00156-X.
- LI, Y.; LI, J.; ZHANG, L.; YU, C.; LIN, M.; GAO, F.; ZHOU, G.; ZHANG, Y.; FAN, Y.; NULDNALI, L. Effects of dietary energy sources on *post mortem* glycolysis, meat quality and muscle fibre type transformation of finishing pigs. **PLOS ONE**, v. 10, n. 6, e0131958, 2015. DOI:10.1371/journal.pone.0131958.
- LIBAL-WEKSLER, Y.; GOTLIBOVITZ, O.; STARK, A. H.; MADAR, Z. Diet and diabetic state modify glycogen synthase activity and expression in rat hepatocytes. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, p. 458-464, 2001. DOI: 10.1016/S0955-2863(01)00161-9.
- MELAÇOS BRASILEIROS. **Especificações técnicas**. Saltinho, SP, [2014]. Disponível em: <https://melacos.com.br/especificacoes-tecnicas>. Acesso em: 25 jan. 2019.
- MENA, A.; ELLIOTT, R.; PRESTON, T. R. Sugar cane juice as an energy source for fattening pigs. **Tropical Animal Production**, v. 6, n. 4, p. 338-344, 1981.
- MILLER, K. D.; ELLIS, M.; BIDNER, B.; MCKEITH, F. K.; WILSON, E. R. Porcine *Longissimus* glycolytic potential level effects on growth performance, carcass, and meat quality characteristics. **Journal of Muscle Foods**, v. 11, p. 169-181. 2000. DOI: 10.1111/j.1745-4573.2000.tb00423.x.
- MONIN, G.; SELLIER, P. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the *post mortem* period: The case of the Hampshire breed. **Meat Science**, v. 13, n. 1, p. 49-63, 1985. DOI: 10.1016/S0309-1740(85)80004-8.
- PARK, J.-Y.; KIM, C. H.; HONG, S. K.; SUH, K. I.; LEE, K.-U. Effects of FFA on insulin-stimulated glucose fluxes and muscle glycogen synthase activity in rats. **American Journal of Physiology**, v. 275, p. E338-E344, 1998. DOI: 10.1152/ajpendo.1998.275.2.E338.
- PEARSON, A. M. Muscle function and *post mortem* changes. In: Price, J.F.; Scheiwger, B.S. **The Science of Meat and Meat Products**. 3<sup>rd</sup> ed. Westport: Food & Nutrition Press, 1987.
- PHUC, B. H. N.; HIEU, L. T. "A" molasses in diets for growing pigs. **Livestock Research for Rural Development**, v.5, n.2, 1993. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd5/2/viet2.htm>. Acesso em: 25 jan. 2019.

RODEN, M.; PRICE, T. B.; PERSEGHIN, G.; PETERSEN, K. F.; ROTHMAN, D. L.; CLINE, G. W.; SHULMAN, G. I. Mechanism of free fatty acid-induced insulin resistance in humans. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 97, n. 12, p. 2859-2865, 1996. DOI: 10.1172/JCI118742.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J. The significance of pre-slaughter stress and diet on colour and colour stability of pork. **Meat science**, v. 63, n. 2 p. 199-209, Feb. 2003. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00071-2.

ROSENVOLD, K.; ESSEN-GUSTAVSSON, B.; ANDERSEN, H. J. Dietary manipulation of pro- and macroglycogen in porcine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 130-134, 2003. DOI: 10.2527/2003.811130x.

ROSENVOLD, K.; LAERKE, H. N.; JENSEN, S. K.; KARLSSON, A. H.; LUNDSTROM, K.; ANDERSEN, H. J. Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. **Meat Science**, v. 59, n. 4, p. 397-406, Dec. 2001b. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00092-4.

ROSENVOLD, K.; LAERKE, H. N.; JENSEN, S. K.; KARLSSON, A. H.; LUNDSTROM, K.; ANDERSEN, H. J. Manipulation of critical quality indicators and attributes in pork through vitamin E supplementation, muscle glycogen reducing finishing feeding and pre-slaughter stress. **Meat Science**, v. 62, n. 4, p. 485-496, Dec. 2002. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00045-1.

ROSENVOLD, K.; PETERSEN, J. S.; LAERKE, H. N.; JENSEN, S. K.; THERKILDSEN, M.; KARLSSON, A. H.; MOLLER, H. S.; ANDERSEN, H. J. Muscle glycogen stores and meat quality as affected by strategic finishing feeding of slaughter pigs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 382-391, 2001a. DOI: 10.2527/2001.792382x.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; ABREU, M. L. T. de; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F. de; BARRETO, S. L. de T.; BRITO, C. de O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, 4. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2017. 488 p.

RYU, Y. C.; KIM, B. C. Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by *post mortem* metabolic rate and pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 894-901, 2006. DOI: 10.2527/2006.844894x.

SCHAFER, A.; ROSENVOLD, K.; PURSLOW, P. P.; ANDERSEN, H. J.; HENCKEL, P. Physiological and structural events *post mortem* of importance for drip loss in pork. **Meat Science**, v. 61, n. 4, p. 355-366, Aug. 2002. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00205-4.

SCHEFFLER, T. L.; SCHEFFLER, J. M.; KASTEN, S. C.; SOSNICKI, A. A.; GERRARD, D. E. High glycolytic potential does not predict low ultimate pH in pork. **Meat Science**, v. 95, n. 1, p. 85-91, Sep. 2013. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.04.013.

SCHEFFLER, T. L.; SCHEFFLER, J. M.; PARK, S.; KASTEN, S. C.; WU, Y.; MCMILLAN, R. P.; HULVER, M. W.; FRISARD, M. I.; GERRARD, D. E. Fiber hypertrophy and increased oxidative capacity can occur simultaneously in pig glycolytic skeletal muscle. **American Journal of Physiology. Cell Physiology**, v. 306, p. C354-C363, 2014. DOI: 10.1152/ajpcell.00002.2013.

- SPENCER, J. D.; GAINES, A. M.; BERG, E. P.; ALLEE, G. L. Diet modifications to improve finishing pig growth performance and pork quality attributes during periods of heat stress. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 243-254, 2005. DOI: 10.2527/2005.831243x.
- SURESHKUMAR, S.; LEE, S. I.; NAM, D. S.; KIM, I. H. Effect of substitution of corn for molasses in diet on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal noxious gas emission, and meat quality in finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 3, p. 107-112, 2016. DOI: 10.1590/S1806-92902016000300004.
- VALDEZ, L. S. Aspectos fisiológicos de la utilización de alimentos no tradicionales en especies monogástricas. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 3, 2015.
- WAJDA, S. The effect of a molasses drink before slaughter on the slaughter performance and the meat quality of pigs. **Fleischwirtschaft**, v. 77, p. 1039-1040, 1997. DOI: 10.1016/S0309-1740(96)00116-7.
- WARNER, R. D.; KAUFFMAN, R. G.; GREASER, M. L. Muscle protein changes *post mortem* in relation to pork quality traits. **Meat Science**, v. 45, n. 3, p. 339-352, Mar. 1997. DOI: 10.1016/s0309-1740(96)00116-7.
- WILDE, J. de; MOHREN, R.; van den BERG, S.; BOEKSCHOTEN, M.; DIJK, K. W-V.; GROOT, P. de; MULLER, M.; MARIMAN, E.; SMIT, E. Short-term high fat-feeding results in morphological and metabolic adaptations in the skeletal muscle of C57BL/6J mice. **Physiological Genomics**, v. 32, p. 360-369, 2008. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00219.2007.
- XANDÉ, X.; ARCHIMÈDE, H.; GOURDINE, J. L.; ANAIS, C.; RENAUDEAU, D. Effects of the level of sugarcane molasses on growth and carcass performance of Caribbean growing pigs reared under a ground sugarcane stalks feeding system. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p. 13-20, 2010. DOI: 10.1007/s11250-009-9379-7.
- XANDÉ, X.; MOUROT, J.; ARCHIMÈDE, H.; GOURDINE, J. L.; RENAUDEAU, D. Effect of sugarcane diets and a high fibre commercial diet on fresh meat and dry-cured ham quality in local Caribbean pigs. **Meat Science**, v. 82, n. 1, p. 106-112, May 2009. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.12.013.
- XIA, Y.; LI, Y.; SHEN, X.; MIZU, M.; FURUTA, T.; LI, C. Effect of dietary supplementation with sugar cane extract on meat quality and oxidative stability in finishing pigs. **Animal Nutrition**, v. 3, p. 295-299, 2017. DOI: 10.1016/j.aninu.2017.05.002.