

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

Embrapa Suínos e Aves Rodovia BR 153 - KM 110 Caixa Postal 321 89.715-899, Concórdia, SC Fone: (49) 3441 0400 Fax: (49) 3441 0497 www.embrapa.br www.embrapa.br/fale-conosco/sac	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>
Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição 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>
	1ª edição 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 4

Efeito da composição dos lipídios da dieta sobre a composição dos lipídios corporais e suas implicações sobre a qualidade da carne e dos produtos processados

Teresinha Marisa Bertol



Introdução

Em suínos, a composição da gordura é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores intrínsecos, podem ser citados o tipo de depósito, a localização corporal e o grau de adiposidade das carcaças. Este último está intimamente ligado aos diferentes genótipos ou raças em função do maior ou menor grau de melhoramento para produção de carne com teor reduzido de gordura. Observa-se um gradiente de aumento da saturação da gordura das camadas externas para as internas, incluindo a gordura intermuscular (Warnants et al., 1998; Monziols et al., 2007) e a intramuscular (Mas et al., 2011; Bertol et al., 2013a; Bernardi, 2016). Além disso, a gordura localizada nas partes dianteiras do animal tende a ser mais saturada do que a das partes traseiras. Quanto ao grau de adiposidade das carcaças, os suínos de genótipos mais magros apresentam gordura menos saturada do que os de genótipos mais gordos (Lo Fiego et al., 2005; Bertol et al., 2013a). Uma possível explicação para isso é a menor taxa de síntese *de novo* dos lipídios nos suínos mais magros, o que resulta em maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados originários da dieta incorporados na gordura corporal (Monziols et al., 2007). Porém, independentemente da localização anatômica e do grau de adiposidade, a composição da gordura corporal é influenciada por fatores extrínsecos, entre os quais o mais importante é a dieta.

O fornecimento de gordura na dieta reduz a lipogênese (Alle et al., 1971; Smith et al., 1996), portanto, possibilita a deposição de ácidos graxos diretamente na gordura corporal. Os ácidos graxos com maior potencial de alteração na gordura corporal por efeito da dieta são os essenciais (C18:2 e C18:3), que somente são depositados se forem fornecidos via dieta, enquanto que os que podem ser sintetizados *de novo* são mais estáveis. Normalmente, a quantidade de ácidos graxos não essenciais depositada nos tecidos é maior do que a quantidade ingerida devido à síntese *de novo*, enquanto que no caso dos ácidos graxos essenciais a quantidade depositada é menor do que a ingerida. Estima-se que aproximadamente 67% do ácido graxo C18:2, 69% da família n-6 e 48% do ácido graxo C18:3 digeridos são depositados diretamente nos tecidos (Kloareg et al., 2005).

Efeito da matriz de macroingredientes da dieta sobre a qualidade da gordura

Uma ampla variedade de ingredientes apta a compor as dietas dos suínos está disponível em diferentes regiões do Brasil e do mundo. Por exemplo, no Brasil o milho e o farelo de soja são os principais ingredientes para as dietas desses animais. O mesmo ocorre nos EUA, porém, naquele país há grande disponibilidade de DDGS, que também começa e se tornar disponível no Brasil. Por outro lado, na Europa, a base da alimentação dos suínos e aves são os cereais de inverno, a colza e outros ingredientes originários da América do Sul, África e Ásia, constituindo-se em uma matriz de ingredientes mais diversificada do que a do Brasil e EUA. Estes ingredientes contêm níveis variados de óleo com diferentes perfis de ácidos graxos (Tabela 1), e, apesar do seu baixo teor de lipídios, quando incluídos em elevadas proporções nas dietas, imprimem diferentes perfis de ácidos graxos na gordura corporal dos suínos (Tabela 2).

Observa-se que o óleo presente nos cereais de inverno tem índice de iodo menor do que o óleo contido no milho e na soja, portanto, com potencial para produção de gordura corporal mais saturada quando utilizados para compor as dietas. Além disso, com exceção da aveia, os cereais de inverno apresentam teor de extrato etéreo menor do que o milho, o que reduz a interferência da dieta na composição da gordura corporal, pois privilegia a síntese *de novo* (ácidos graxos saturados e monoinsaturados) em detrimento da deposição de ácidos graxos provenientes da dieta.

A gordura corporal de um suíno alimentado com uma dieta semi-purificada contendo níveis mínimos de extrato etéreo apresenta aproximadamente 40% de ácidos graxos saturados (SFA), 50% de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e pouco mais de 8% de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) na carcaça integral (Realini et al., 2010; Tabela 2).

Tabela 1. Conteúdo de lipídios e perfil de ácidos graxos de fontes energéticas e fontes proteicas utilizadas na produção de suínos e aves.

Ingrediente	Extrato etéreo (%)	Composição (% do extrato etéreo)			Índice de iodo	Fonte
		SFA	MUFA	PUFA		
Fontes energéticas						
Milho (grão)	3,48	13,59	26,39	45,61	107,54	National Research Council (2012)
Sorgo (grão)	3,42	13,88	30,09	41,52	104,08	National Research Council (2012)
Sorgo (grão)	3,46	17,63	32,69	45,03	-	USDA (2018)
Cevada (grão)	2,11	19,38	10,75	48,25	101,46	National Research Council (2012)
Cevada (grão perolizado)	1,16	21,03	12,84	48,28	-	USDA (2018)
Arroz (farelo integral)	13,77	19,31	36,21	35,77	98,72	National Research Council (2012)
DDGS (< 4% de óleo)	3,57	9,75	20,48	43,13	97,17	National Research Council (2012)
Aveia (grão)	5,42	16,49	31,57	36,74	96,36	National Research Council (2012)
Triticale (grão)	1,77	15,69	10,10	43,73	90,95	National Research Council (2012)
Triticale (grão)	2,09	17,51	10,10	43,68	-	USDA (2018)
Trigo vermelho duro (grão)	1,82	16,1	12,99	40,71	87,03	National Research Council (2012)
Mandioca (farinha/raspa)	0,94	32,80	28,72	19,20	66,23	National Research Council (2012)

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ingrediente	Extrato etéreo (%)	Composição (% do extrato etéreo)			Índice de iodo	Fonte
		SFA	MUFA	PUFA		
Fontes proteicas						
Girassol (torta)	3,06	8,32	15,59	54,04	111,93	National Research Council (2012)
Soja (farelo) (IFN #: 5-04-612)	1,52	10,80	16,43	45,38	102,03	National Research Council (2012)
Algodão (farelo)	5,50	25,09	17,92	46,79	101,04	National Research Council (2012)
Algodão (farelo)	6,20	25,61	18,27	47,71	-	USDA (2018)
Canola (farelo)	3,22	4,88	46,72	24,24	93,13	National Research Council (2012)

Tabela 2. Conteúdo de SFA, MUFA, PUFA e ácidos graxos ômega-3 obtido na gordura de suínos alimentados com dietas baseadas em diferentes fontes energéticas e sem gordura suplementar.

Ingrediente	Porção avaliada	Composição (% do extrato etéreo)				Ômega-6/ ômega-3	Índice de iodo	Fonte
		SFA	MUFA	PUFA	Ômega-3			
Dieta semipurificada	Carcaça integral	40,6	51,0	8,32	0,65	10,2	56,55	Realini et al. (2010)
Trigo e cevada	Toucinho	41,0	48,2	10,7	0,67	14,9	59,42	Lauridsen et al. (1999)
Milho	Toucinho	37,45	46,47	14,41	0,68	20,2	65,34	Campos et al. (2006)
Milho	Pernil	34,66	46,75	15,82	0,99	15,0	68,21	Campos et al. (2006)
Milho	Papada	35,12	49,88	13,73	0,51	26,2	66,50	Ying et al. (2013)
Milho e farelo de arroz	Toucinho	30,03	42,83	23,41	1,34	16,5	78,60	Campos et al. (2006)
Milho e farelo de arroz	Pernil	31,62	42,75	21,44	1,45	13,79	74,74	Campos et al. (2006)
DDGS	Papada	32,07	45,93	20,61	0,64	30,7	74,66	Ying et al. (2013)

Portanto, esse perfil de ácidos graxos é típico da gordura suína na ausência de interferência da gordura dietética, quando o animal tem a oportunidade de expressar seu potencial natural para síntese de ácidos graxos. A farinha e a raspa de mandioca apresentam níveis mínimos de gordura, permitindo aos animais uma maior expressão desse potencial natural quando este ingrediente é utilizado como principal fonte de energia na dieta. Quando se usa dietas baseadas em cereais de inverno e farelo de soja, a proporção dos SFA altera-se pouco em relação ao obtido com uma dieta semipurificada, o conteúdo de MUFA cai ligeiramente para 48% e o de PUFA aumenta ligeiramente para próximo de 11% (Lauridsen et al., 1999). Porém, quando se utiliza dietas cujos principais ingredientes são o milho e o farelo de soja, as proporções de SFA e de MUFA caem para 35% a 37% e 46%, respectivamente, e a de PUFA aumenta para 14% a 16% (Campos et al., 2006; Ying et al., 2013). Em consequência disso, o índice de iodo da gordura aumenta aproximadamente 6 pontos em relação ao obtido com dietas baseadas em cereais de inverno. Reduções ainda maiores no conteúdo de SFA e aumentos no conteúdo de PUFA são obtidos com o uso de DDGS na dieta, chegando a níveis de 32% de SFA e 20% de PUFA na gordura corporal (Ying et al., 2013), com consequente aumento do índice de iodo. É importante observar que o aumento do conteúdo de PUFA na gordura corporal dos suínos alimentados tanto com as dietas baseadas em DDGS, milho ou cereais de inverno, se dá a partir do aumento dos ácidos graxos ômega-6, uma vez que o conteúdo de ácidos graxos ômega-3 varia menos de 0,50% com estes três tipos de dietas em comparação com o observado nos animais alimentados com uma dieta semipurificada. Portanto, dentre os principais alimentos utilizados na produção de suínos no mundo, o DDGS e o milho levam à redução dos SFA e MUFA e aumento dos PUFA ômega-6, enquanto que os cereais de inverno levam a uma leve redução dos MUFA e aumento menos acentuado dos PUFA ômega-6, o que representa um aumento da insaturação da gordura, porém, sem os benefícios dos ácidos graxos ômega-3. Em consequência disso, observa-se que o toucinho dos suínos alimentados com dietas baseadas em milho apresenta relação ômega-6/ômega-3 superior em aproximadamente cinco pontos, comparado com o toucinho daqueles alimentados com cereais de inverno. Muitas outras matérias-primas passíveis de uso na alimentação dos suínos estão disponíveis em menor escala do

que as citadas acima, as quais por possuírem conteúdo variado de gordura, assim como diferentes perfis de ácidos graxos, podem imprimir características específicas na gordura suína, dependendo do seu nível de inclusão nas dietas e do tempo de fornecimento.

Considerando a variabilidade na composição da gordura suína em função do depósito corporal, do genótipo e do efeito da dieta, ao se avaliar o potencial para manipulação da composição da gordura suína para incremento de ácidos graxos específicos, é necessário levar em conta qual o padrão a ser atingido, bem como quais alimentos já são utilizados para compor a base da dieta dos suínos em cada situação específica.

Enriquecimento da gordura suína com ácidos graxos específicos através do uso de dietas especiais

A alteração intencional do perfil de ácidos graxos da gordura corporal de suínos através da alimentação tem sido intensivamente estudada em monogástricos, em vista da possibilidade de produção de produtos cárneos enriquecidos com características sensoriais específicas ou com apelo como produto mais saudável. Esse efeito tem sido comprovado em vários estudos, nos quais diferentes fontes de ácidos graxos foram fornecidas via dieta principalmente na fase de terminação dos suínos (Zanardi et al., 1998; Lauridsen et al., 1999; Enser et al., 2000; Kouba et al., 2003; Nuernberg et al., 2005; Teye et al., 2006; Apple et al., 2009a; Apple et al., 2009b; Apple et al., 2009c; Olivares et al., 2009; Juárez et al., 2010; Benz et al., 2011; Bertol et al., 2013a; Martínez-Ramírez et al., 2014; Bernardí, 2016). Essas alterações no perfil dos ácidos graxos têm sido observadas em diferentes localizações anatômicas na carcaça, resultando em gorduras enriquecidas com MUFA, CLA ou ácidos graxos ômega-3, e com variada e substancial redução da relação ômega-6/ômega-3.

As gorduras animais e os óleos vegetais podem ser separados em grupos específicos de acordo com sua composição. O sebo bovino, o óleo de palma e a gordura de coco são ricos em ácidos graxos saturados, com mais de 50% de ácidos graxos deste grupo em sua composição

(Tabela 3). Os óleos de oliva e canola são ricos em ácidos graxos monoinsaturados, enquanto que os óleos de amendoim, gergelim, girassol e arroz apresentam um equilíbrio entre o conteúdo de MUFA e PUFA ômega-6, com baixo conteúdo de ômega-3. Por outro lado, os óleos de milho, algodão, cártamo e soja apresentam predominância de ácidos graxos ômega-6, com conteúdo superior a 60% destes ácidos graxos em relação aos ácidos graxos totais. Finalmente, os óleos de linho e de pescado são ricos em ácidos graxos ômega-3, sendo que no linho predomina o ácido graxo alfa-linolênico, enquanto que no óleo de pescado predominam os ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa (eicosapentaeico - EPA e docosahexanoico - DHA). É importante mencionar também o conteúdo de ácidos graxos ômega-3 dos óleos de canola e soja, na faixa de 7% a 10%. Entretanto, o conteúdo de ácidos graxos PUFA do óleo de soja é o dobro daquele do óleo de canola.

Tabela 3. Ácidos graxos predominantes em óleos e gorduras e efeitos esperados sobre a composição da gordura corporal quando de seu fornecimento via dieta.

Óleos e gorduras	Ácidos graxos predominantes (%)				Efeito sobre a gordura corporal
	SFA	MUFA	PUFA ômega-6	PUFA ômega-3	
Gordura de coco	+ de 90				+ SFA, + MUFA
Sebo bovino, óleo de palma	+ de 50				+ SFA, + MUFA
Olíva		+ de 70			+ MUFA
Canola, colza		+ de 50		10	+ MUFA, + ômega-3
Amendoim, gergelim e girassol		40 a 45	30 a 40		+MUFA, ++ ômega-6
Arroz		43	30	1,5	++ ômega-6, + ômega-3
Milho, algodão e cártamo			+ de 70		++ ômega-6
Soja			60	7	++ ômega-6, + ômega-3
Linho				+ de 50	+ ômega-6, ++ ômega-3
Óleo de pescado				18 a 30	+ ômega-6, ++ ômega-3

Ácidos graxos poli-insaturados

O enriquecimento da gordura suína com PUFA pode ser obtido através da inclusão de ingredientes na dieta animal, tais como semente ou óleo de linho, óleo de pescado, óleo de girassol, óleo de soja, entre outros (Larick et al., 1992; Kouba et al., 2003; Realini et al., 2010; Juárez et al., 2010; Juárez et al., 2011; Bertol et al., 2013a). Os ácidos graxos poli-insaturados não podem ser sintetizados no organismo, mas o tecido adiposo responde rapidamente com sua incorporação em resposta à suplementação na dieta (Tabela 4).

Os ácidos graxos ω -3 desempenham papel fundamental no organismo, pois agem de diversas formas para o adequado funcionamento do organismo e a manutenção da saúde. O ácido graxo alfa-linolênico é o principal componente desse grupo nos produtos de origem vegetal, do qual derivam outros ácidos graxos ω -3, tais como o EPA e o DHA, os quais, dentre outras funções, têm efeitos cardio-protetor, anti-inflamatório e antitrombótico. Além disso, são essenciais para o desenvolvimento do sistema nervoso durante a formação do feto, melhorando a capacidade cognitiva e a coordenação motora na infância, além de contribuírem para a prevenção ou retardamento do aparecimento de doenças degenerativas (Simopoulos, 2002; Calder et al., 2006; Russo, 2009). No entanto, além dos níveis de ω -3 na dieta, a relação ω -6/ ω -3 é muito importante, devido à competição desses dois grupos de ácidos graxos pelas enzimas responsáveis pela formação de seus derivados, os quais são em última instância os responsáveis pelos efeitos benéficos ou deletérios sobre a saúde humana (Simopoulos, 2002). Portanto, o consumo de alimentos de origem animal enriquecidos com ácidos graxos ômega-3, principalmente os de cadeia longa (EPA e DHA) e reduzida relação ω -6/ ω -3 poderá ter impacto positivo na saúde dos consumidores. Simopoulos (2002) recomenda relações ω -6/ ω -3 para a dieta humana de 1:1 a 4:1, dependendo da condição específica de saúde do indivíduo. Por outro lado, a Organização Mundial da Saúde recomenda que a relação ω -6/ ω -3 da dieta humana permaneça na faixa entre 5:1 a 10:1 (World Health Organization, 1995; World Health Organization, 2008). Essas relações estão aquém do encontrado na gordura de suínos alimentados com dietas convencionais, como pode ser visto na Tabela 2. Em função disso, a elevação do conteúdo de ácidos graxos ômega-3 nos tecidos animais tem sido objeto de interesse de profissionais da área de produção animal.

Tabela 4. Conteúdo de SFA, MUFA, PUFA e ácidos graxos ômega-3 na gordura de suínos alimentados com dietas contendo diferentes óleos ou sementes de oleaginosas.

Fonte de ômega-3 e porcentagem de inclusão/tempo de fornecimento	Tecido avaliado	Composição (% do extrato etéreo)					Fonte	
		SFA	MUFA	PUFA	Ômega-3	Ômega-6/ômega-3		Índice de iodo
Torta de linho: 1,5%/32 a 11,5 kg	Toucinho	-	-	14,85	5,68	1,61	-	Eastwood et al. (2009)
Semente de linho: 6%/60 dias	Tecido adiposo	33,88	41,90	22,61	7,42	2,05	78,0	Kouba et al. (2003)
Óleo de linho: 3%/38 dias	Toucinho pernil	36,09	39,27	22,99	8,18	1,81	74,47	Nguyen et al. (2003)
Óleo de linho: 9,7%/50 dias	Carcaça	31,00	37,90	31,10	16,6	0,87	92,19	Realini et al. (2010)
Sebo (5,5%) + óleo de girassol (3,5%) + óleo de linho (1,0%)/50 dias	Carcaça	34,70	44,20	20,90	6,72	2,11	73,80	Realini et al. (2010)
Óleo de linho: 3%/42 dias	Toucinho	31,49	40,96	23,16	5,332	3,37	77,30	Bernardi (2016)
Óleo de linho: 3%/42 dias	Gordura intramuscular lombo	35,11	40,10	15,79	2,812	4,62	62,04	Bernardi (2016)
Óleo de canola (1,5%) + óleo de linho (1,5%)/42 dias	Toucinho	31,70	43,59	19,69	4,134	3,77	73,77	Bertol et al. (2013a)
Óleo de canola: 3%/42 dias	Toucinho	32,36	44,62	18,31	2,39	6,68	70,67	Bertol et al. (2013a)

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Fonte de ômega-3 e porcentagem de inclusão/tempo de fornecimento	Tecido avaliado	Composição (% do extrato etéreo)						Fonte
		SFA	MUFA	PUFA	Ômega-3	Ômega-6/ ômega-3"	Índice de Iodo	
Óleo de soja: 3%/42 dias	Toucinho	33,25	41,28	21,39	2,17	8,89	72,68	Bertol et al. (2013a)
Óleo de canola (1,5%) + óleo de linho (1,5%)/42 dias	Gordura intramuscular lombo	32,91	44,07	15,73	2,11	6,46	63,48	Bertol et al. (2013a)
Óleo de canola: 3%/42 dias	Gordura intramuscular lombo	32,38	43,25	15,40	1,25	11,30	60,71	Bertol et al. (2013a)
Óleo de soja: 3%/42 dias	Gordura intramuscular lombo	32,12	41,39	17,85	1,16	14,61	62,93	Bertol et al. (2013a)

O enriquecimento das gorduras animais com ácidos graxos ômega-3 é possível a partir da inclusão na dieta de ingredientes ricos nestes ácidos graxos (Romans et al., 1995a; 1995b; Enser et al., 2000; Kouba et al., 2003; Juárez et al., 2010; Bertol et al., 2013a; Bernardi, 2016; Bernardi et al., 2016), obtendo-se carne e produtos processados enriquecidos com ômega-3. Esses produtos são diferenciados, com possibilidade de agregação de valor em função do apelo pela saudabilidade. Os principais ingredientes ricos em ômega-3 que podem ser utilizados para esse propósito são a semente, o óleo ou a torta de linho e o óleo de pescado. Outros ingredientes como a semente e os subprodutos da camelina também são ricos nesses ácidos graxos. Dependendo do ingrediente ou combinação de ingredientes ricos em ômega-3 adicionados à dieta, do nível de inclusão e do tempo de fornecimento, relações ω -6/ ω -3 inferiores a 1:1 podem ser obtidos nos tecidos animais (Tabela 4). Tanto o fornecimento de baixos níveis do ingrediente por longos períodos, como altos níveis por curtos períodos, resultam em gordura enriquecida com ômega-3, porém, a última opção parece ser mais eficiente (Juárez et al., 2010).

A elevação do conteúdo de ácidos graxos ômega-6 pode ser obtida com a inclusão de ingredientes específicos na dieta dos animais, tais como óleo de milho (Kouba; Mourot, 1999), óleo de girassol (Larick et al., 1992; Realini et al., 2010) e farelo de arroz integral (Campos et al., 2006), porém, há pouco interesse industrial no enriquecimento dos produtos animais com esses ácidos graxos.

Ácidos graxos saturados e monoinsaturados

O consumo de dietas com alto teor de MUFA tem sido apontado como benéfico à saúde humana, pois atualmente é reconhecido na nutrição que um dos efeitos positivos dos ácidos graxos desse grupo é a modulação da relação entre o colesterol HDL e o LDL, através da redução do LDL e elevação ou manutenção dos níveis de HDL, além de reduzir a pressão sanguínea e o risco de doenças cardiovasculares (Kris-Etherton et al., 1999; Appel et al., 2005). Além disso, também foi verificado que a substituição de SFA da dieta por MUFA em níveis elevados reduz a agregação de plaquetas e a ativação do fator VII, o que pode

proporcionar efeito antitrombogênico de caráter prolongado (Smith et al., 2003). O ácido graxo C18:1 é o componente mais abundante dos MUFA tanto nos produtos de origem vegetal como nos de origem animal.

A elevação do conteúdo de MUFA na gordura corporal é mais difícil de ser obtida via dieta do que o aumento no conteúdo de PUFA, e normalmente os aumentos obtidos são bem mais modestos do que no caso dos PUFA (Tabela 4). Porém, esse efeito pode ser obtido com o uso de ingredientes ricos nesses ácidos graxos, tais como a semente ou o óleo de oleaginosas como o girassol alto oleico e a canola e os subprodutos da indústria de beneficiamento da oliva, entre outros, desde que fornecidos em elevadas proporções na dieta e/ou fornecidos por períodos prolongados (Busboom et al., 1991; Myer et al., 1992; Nuernberg et al., 2005; Martin et al., 2007; Mas et al., 2010; Realini et al., 2010; Hernández-Matamoros et al., 2011; Bertol et al., 2013a). Assim como no caso dos PUFA, as alterações mais significativas ocorrem na gordura subcutânea. Um caso emblemático é o da produção do *jamón de bellota* em algumas regiões da Espanha. A *bellota*, produzida por árvores do gênero *Quercus*, contém de 6% a 9% de extrato etéreo (na MS), o qual é composto por mais de 60% do ácido graxo oleico (Lopez-Bote, 1998). A *bellota* é consumida durante toda a fase de terminação desses animais, chamada de *montanera*. Em consequência disso, a gordura dos suínos produzidos neste sistema apresenta ao redor de 50% a 55% de ácido graxo oleico e baixo conteúdo de ácido graxo linolênico (Lopez-Bote, 1998; Daza et al., 2005).

Outra forma de aumentar a proporção de MUFA na gordura animal é pelo fornecimento de uma fonte de gordura saturada na dieta (Larick et al., 1992; Realini et al., 2010). Esse efeito é mais visível quando a gordura saturada (sebo ou óleo de palma) substitui uma fonte de gordura poli-insaturada (Kouba et al., 2003; Olivares et al., 2009), pois esta inibe a enzima esteroil-CoA-desaturase, a qual é responsável pela síntese de MUFA a partir de SFA (Kouba et al., 2003). Em geral, o aumento de MUFA na gordura corporal dos suínos como consequência de sua suplementação na dieta apresenta como efeito paralelo a redução da proporção de SFA.

A inclusão de gordura saturada na dieta de suínos, em geral, não causa grandes alterações no conteúdo de SFA da gordura corporal quando esta inclusão é feita a partir de dietas convencionais sem gordura adicionada, mas antes eleva a concentração de MUFA, a partir da conversão do ácido graxo C18:0 em C18:1 pela enzima estearoil-CoA-desaturase (Smith et al., 1996). Porém, quando a gordura saturada é utilizada para substituir gorduras ou óleos poli-insaturados na dieta dos suínos, o conteúdo de SFA tende a aumentar na gordura corporal, ainda que em modesta proporção (Olivares et al., 2009).

Siebra et al. (2009) observaram que a suplementação da dieta de suínos com farelo de coco resultou em redução da espessura de toucinho e da perda por resfriamento da carcaça, o que foi atribuído ao conteúdo de ácidos graxos de cadeia média do farelo de coco, os quais são saturados e mais facilmente utilizados como fonte de energia.

Ácidos linoleico-conjugados

O termo ácido linoleico-conjugado (CLA) refere-se a uma mistura de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (ácido *cis*-9, *cis*-12-octadecadienoico), com ligas duplas nas posições 9 e 11 ou 10 e 12 (Ip et al., 1994). Os CLA são encontrados naturalmente em pequenas quantidades nos alimentos, principalmente no leite, produtos lácteos e carne de ruminantes. Os CLA também podem ser sintetizados em laboratório a partir do ácido linoleico puro ou de óleos vegetais ricos em ácido linoleico.

A suplementação da dieta com CLA resulta na incorporação dos isômeros *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12 e na elevação da proporção dos SFA e redução dos MUFA na gordura corporal (Ramsay et al., 2001; Wiegand et al., 2002; Ostrowska et al., 2003; Martin et al., 2007; Bothma et al., 2014). A incorporação dos isômeros de CLA nos tecidos animais é considerada positiva para a saúde humana, pois o *cis*-9, *trans*-11 é apontado por propriedades anticâncer (Ip et al., 1994), enquanto que o isômero *trans*-10, *cis*-12 reduz a deposição corporal de lipídios (Park et al., 1997; Deckere et al., 1999; Pariza et al., 2001; Wiegand et al., 2001; Wiegand et al., 2002).

O aumento da relação SFA/MUFA nos tecidos corporais em resposta à suplementação com CLA na dieta é dependente da composição de ácidos graxos da dieta. Naquelas ricas em MUFA, essa relação é menor do que em dietas ricas em SFA, porém, esse fator não interfere no enriquecimento da gordura corporal com CLA, o qual é dose-dependente (Martin et al., 2007). A redução dos MUFA e aumento dos SFA na gordura de suínos suplementados com CLA se dá por meio da inibição da enzima estearoil-CoA-desaturase por parte do isômero *trans*-10, *cis*-12 (Smith et al., 2002; Corino et al., 2003; Martin et al., 2008a).

Efeito da alteração do perfil de ácidos graxos da gordura corporal sobre a qualidade da carne e dos produtos processados

A elevação do conteúdo de ácidos graxos insaturados nos tecidos corporais obtida através da manipulação da composição das dietas pode trazer consequências negativas para a qualidade da carne e dos produtos processados. Um dos efeitos observados é a redução do ponto de fusão da gordura, pois este varia inversamente com seu grau de insaturação, impactando negativamente a qualidade para processamento, com redução da firmeza, piora da textura e risco de escorrimento, além de alterar a fatiabilidade dos produtos (Warnants et al., 1998; Gatlin et al., 2003; Rentfrow et al., 2003). Por outro lado, a substituição de PUFA por MUFA melhora a consistência da gordura (Isabel et al., 2003). No entanto, o efeito das gorduras fornecidas na dieta sobre a alteração da gordura corporal é dependente do genótipo, sexo e peso de abate, pois genótipos mais magros, fêmeas e animais mais leves já apresentam naturalmente gordura menos saturada, portanto, pequenos aumentos da insaturação da gordura corporal nesses genótipos podem levar à produção de gordura de qualidade inaceitável.

O limite máximo do índice de iodo considerado aceitável para manutenção da qualidade tecnológica da gordura é de 70 g/100 a 75 g/100 g de gordura (Barton-Gade, 1987; Benz et al., 2010). Outros indicadores também utilizados são a concentração de C18:2, que não deve ser superior a 15% (Whittington et al., 1986), e a relação C18:0/C18:2 que não deve ser inferior a 1,47. Além disso, Warnants et al.

(1998) recomendam que o nível de PUFA não exceda 21 g/kg na dieta, 200 g/kg no toucinho e 140 g/kg no *pool* de gordura corporal para garantia da textura e consistência dos produtos.

Outra questão importante é o risco de um possível efeito negativo sobre as características sensoriais da carne e produtos processados, em função do aumento da insaturação das gorduras. A baixa estabilidade oxidativa da gordura poli-insaturada pode acelerar a oxidação dos produtos cárneos ricos nesses ácidos graxos, influenciando negativamente seu sabor e aroma e causando o aparecimento de *off-flavors* (Ahn et al., 1996; Warnants et al., 1998; Bosi et al., 2000; Kouba et al., 2003; Daza et al., 2005; Musella et al., 2009; Juárez et al., 2011). A redução da estabilidade oxidativa da gordura corporal suína com aumento da insaturação foi demonstrada em vários estudos através do aumento da produção de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS (Romans et al., 1995a; Ahn et al., 1996; Kouba et al., 2003; Daza et al., 2005; Nuernberg et al., 2005; Campos et al., 2007; Corino et al., 2008) e através do aumento da produção de compostos voláteis indesejáveis, tais como o hexanal (Larick et al. 1992). Porém, em outros estudos esse efeito não foi demonstrado em relação à produção de compostos voláteis indesejáveis (Zanardi et al., 1998; Lauridsen et al., 1999; Isabel et al., 2003; Daza et al., 2005). Os compostos voláteis resultantes da oxidação e outras reações que ocorrem naturalmente durante a transformação do músculo em carne, maturação e processamento ou cozimento, são importantes fatores determinantes do aroma e do sabor, e, conseqüentemente, da aceitabilidade da carne e dos produtos processados pelos consumidores. O hexanal é o principal composto volátil resultante da auto-oxidação das gorduras associado com rancidez e *warmed-over flavor* nos produtos cárneos e o seu principal precursor é o ácido linoleico (Larick et al., 1992), sendo um importante indicador de alterações indesejáveis resultantes da oxidação das gorduras nos produtos cárneos. Os compostos voláteis 2-octenal e 2,4-decadienal também são provenientes da degradação do ácido linoleico, enquanto que o ácido oleico é precursor do octanal, nonanal e decanal, e ambos são precursores do heptanal e 2-nonanal (Zanardi et al., 1998). Independente dos produtos da oxidação, a presença de alto conteúdo de C18:3 *per se* causa alteração no sabor (Romans et al., 1995a; Warnants et al., 1998), frequentemente apontado como sabor de peixe, e redução da

aceitação dos produtos por parte dos consumidores. O nível máximo recomendado de C18:3 para evitar alteração das características sensoriais é de 3% do tecido (Sheard et al., 2000).

No entanto, em muitas situações, não foram detectadas alterações ou aquelas encontradas são de pouca relevância nas características sensoriais da carne com elevado conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados ou poli-insaturados (Zanardi et al., 1998; Matthews et al., 2000; Nuernberg et al., 2005; Campos et al., 2007), mesmo em presença de maior produção de hexanal (Larick et al., 1992). Foi sugerido que isto se deve ao fato de a carne suína ser naturalmente insaturada em comparação com outras carnes vermelhas, portanto, a rancidez oxidativa já seria aceitável como parte de seu sabor característico (Melton, 1990). Porém, outro ponto importante é a proporção entre o conteúdo de ácido linoleico e ácido linolênico, pois o primeiro parece estar menos associado a problemas de alterações indesejáveis nas características sensoriais dos produtos do que o ácido linolênico (Warnants et al., 1998). Portanto, observa-se que os resultados relatados na literatura sobre os efeitos do aumento da insaturação da gordura na geração de produtos de oxidação e características sensoriais dos produtos são controversos e dependentes de fatores intrínsecos que afetam a composição da gordura, tais como genótipo, sexo e peso de abate, fatores extrínsecos como grau de alteração induzido na gordura, proporção entre os ácidos linoleico e linolênico, condições de processamento, bem como da comparação entre SFA vs. PUFA, SFA vs. MUFA, MUFA vs. PUFA. Outro fator que pode interferir é a sensibilidade das medidas de oxidação utilizadas para avaliar o grau de oxidação bem como suas deficiências naturais ou metodológicas. Além disso, outro ponto também importante é o limite mínimo de produtos da oxidação necessários para que os painelistas detectem odor de rancidez na carne e nos produtos processados, que fica entre 0,5 mg e 1,0 mg MDA/kg de tecido (Tarladgis et al., 1960). É mais provável que nos produtos processados este efeito seja mais facilmente identificado, conforme verificado por Musella et al. (2009) em presuntos e por Romans et al. (1995a) em bacon, do que na carne fresca. Isso se deve ao fato de a carne ser submetida a processos térmicos ou de maturação, além da ocorrência de oxidação dos diferentes componentes durante o processamento e armazenamento. Os níveis de PUFA das dietas fornecidas aos suínos

considerados seguros quanto ao aparecimento de características sensoriais indesejáveis são de até 25 g/kg da dieta, desde que com predominância de C18:2, o que resulta em uma relação PUFA:SFA de 0,38 no salame (Warnants et al., 1998). Porém, é importante ressaltar que o grau de alteração da gordura corporal em função da dieta é dependente do tempo de fornecimento, portanto, os níveis máximos de PUFA que podem ser fornecidos na dieta sem causar prejuízos à qualidade tecnológica da gordura são dependentes também deste fator.

A elevação do conteúdo de MUFA na gordura corporal associada ou não com a redução do conteúdo de PUFA não causa alterações negativas na qualidade da carne (Dugan et al., 2004; Mas et al., 2011), podendo inclusive reduzir a susceptibilidade da carne à oxidação (Lopez-Bote et al., 1997) e melhorar as características sensoriais da carne (Cameron; Enser, 1991). Com relação aos aspectos tecnológicos, foi observado menor perda de peso durante o armazenamento em amostras de presunto curado provenientes de animais alimentados com uma dieta enriquecida com MUFA do que nos que receberam uma dieta rica em PUFA (Isabel et al., 2003).

O aumento da relação SFA/MUFA associado à suplementação com CLA, embora potencialmente negativo do ponto de vista de saúde, devido ao maior grau de saturação da gordura, é positivo em relação à qualidade tecnológica para processamento, devido à melhora na consistência e estabilidade oxidativa da gordura (Corino et al., 2003; Bothma et al., 2014). A melhora da estabilidade oxidativa da gordura de animais suplementados com CLA decorre de efeito indireto do aumento da saturação da gordura, embora não possa ser descartado também um efeito antioxidante direto dos isômeros de CLA (Martin et al., 2008c).

Os CLA induzem à redução da gordura corporal nos animais, ao mesmo tempo em que proporcionam aumento do marmoreio, efeitos estes diretamente proporcionais à dose administrada e ao tempo de suplementação e dependentes do genótipo, ou seja, tem maior efeito em genótipos com maior conteúdo de gordura corporal (Wiegand et al., 2001; Wiegand et al., 2002). Dunshea et al. (2005) observaram que a suplementação da dieta dos suínos com CLA resulta em redução da espessura de toucinho e aumento do marmoreio, aumento da capaci-

dade de retenção de água e redução da maciez da carne, com mínimo ou nenhum efeito sobre outras características de qualidade da carne. O maior grau de saturação da gordura parece estar associado com a maior capacidade de retenção de água na carne, possivelmente devido a maior estabilidade oxidativa dos ácidos graxos presentes nas membranas celulares.

Outro ponto a ser considerado é o potencial efeito nocivo para a saúde humana das gorduras poli-insaturadas quando oxidadas. A oxidação das gorduras gera componentes tóxicos, os quais causam estresse oxidativo no organismo, tem efeito aterogênico, cancerígeno, mutagênico, influenciando também de forma negativa a imunidade, o aparecimento e evolução de doenças degenerativas e o processo de envelhecimento. Portanto, há um equilíbrio delicado entre o efeito potencialmente benéfico dos ácidos graxos poli-insaturados para a saúde humana, devido aos já mencionados benefícios dos ácidos graxos ômega-3, e seu efeito potencialmente nocivo, resultante da susceptibilidade à oxidação. Os MUFA são mais estáveis e tem ponto de fusão mais elevado do que os PUFA, o que é um ponto positivo para a saúde e qualidade dos produtos. Além disso, é reconhecido o papel dos MUFA na modulação da relação entre o colesterol HDL e o LDL. Da mesma forma, os CLA, apesar de induzir a maior saturação da gordura, apresentam benefícios para a saúde, já mencionados acima. Considerando-se o interesse em melhorar a saudabilidade das gorduras animais e, por outro lado, tendo em vista o potencial efeito negativo dos PUFA sobre a qualidade tecnológica da gordura e os perigos da gordura oxidada para a saúde humana, a elevação da proporção dos ácidos graxos ômega-3, sem aumentos substanciais ou com substituição parcial dos ácidos graxos n-6 por MUFA representa uma alternativa para atender ambos os aspectos. Isso pode ser obtido através da inclusão de óleos que contenham altos níveis de MUFA e PUFA ômega-3 ou com uma mistura de diferentes óleos e gorduras animais com essas mesmas características na dieta dos suínos (Realini et al., 2010; Bertol et al., 2013a). Também é possível enriquecer os tecidos suínos com CLA, suprimindo-se, pelo menos parcialmente, o aumento da relação SFA/MUFA através da suplementação simultânea de uma fonte de MUFA juntamente com os isômeros de CLA (Martin et al., 2007; Martin et al., 2008a; 2008b).

Considerando-se que a redução do conteúdo de gordura na carcaça está associada com redução da saturação da gordura, o enriquecimento dos tecidos suínos com CLA, simultaneamente com estratégias para redução do conteúdo de gordura na carcaça, tais como o uso de ractopamina, pode ser uma alternativa para manter a qualidade e firmeza da gordura e a textura adequada aos produtos cárneos (Weber et al., 2006). Da mesma forma, a suplementação com CLA em dietas contendo níveis elevados (20% a 30%) de DDGS, suprime ou diminui o efeito deste quanto ao aumento da insaturação e da oxidação da gordura (Pompeu et al., 2013; Su et al. 2013), proporcionando melhora da consistência da gordura para processamento e da qualidade sensorial dos produtos.

Em função dos potenciais efeitos negativos que podem ser causados pelo aumento do conteúdo de PUFA na gordura animal, é importante que juntamente com a gordura poli-insaturada também seja fornecido na dieta um ingrediente antioxidante em níveis supranutricionais, com o objetivo de melhorar a estabilidade oxidativa dos tecidos animais. Este tema será tratado em outro capítulo.

Ingredientes com potencial para uso em sistemas alternativos de produção de suínos para diferenciação e agregação de valor aos produtos

Os óleos, sementes, farelos e tortas de oleaginosas e a polpa de diversas frutas são os principais alimentos com potencial para modificação do perfil lipídico da gordura dos suínos. Os principais óleos já foram elencados na Tabela 3.

Algumas regiões dispõem de produção de sementes de oleaginosas, frutos ou produtos de origem animal (leite) e seus coprodutos, os quais podem imprimir características especiais na carne e na gordura corporal, com reflexos nos produtos processados, quando utilizados para compor as dietas dos animais. Em termos práticos, pensando na produção de produtos cárneos diferenciados no Brasil, alguns ingredientes com potencial para uso nas dietas dos suínos podem ser elencados, alguns com ampla distribuição no território nacional, outros

com disponibilidade regional e restrita. Os óleos, sementes, farelos e tortas de oleaginosas e a polpa, semente ou subprodutos de algumas frutas são os principais alimentos com potencial para modificação do perfil lipídico da gordura dos suínos, o que pode trazer como vantagens a modificação do perfil da oxidação nos produtos processados, com melhoria das características sensoriais ou apelo por maior saudabilidade. O uso na dieta animal de matérias-primas ou aditivos com propriedades antioxidantes tem despertado interesse devido ao potencial para redução da presença de compostos indesejáveis derivados da oxidação lipídica e proteica, o que inclui não somente a melhoria da qualidade sensorial, mas também da saudabilidade. Isto pode ser obtido com a inclusão da polpa, bagaço ou extratos de diversas frutas ou com a forragem, folhas, sementes ou extratos de determinadas ervas, especiarias e outros vegetais na dieta. Embora a variedade das matérias-primas mencionadas acima seja imensa nas diversas regiões do Brasil, proporcionando uma gama infinita de possibilidades de uso na produção de produtos diferenciados, somente algumas dessas matérias-primas serão abordadas nesse capítulo, devido a sua maior disponibilidade ou devido à existência de sistemas de produção organizados e em expansão. Para algumas dessas matérias-primas, devido à sua valorização como componentes da dieta humana e conseqüentemente seu alto valor agregado, somente seus subprodutos serão elencados como potenciais ingredientes para as dietas de suínos.

Linho

O linho é uma das fontes mais conhecidas de ácidos graxos ômega-3 (mais de 50% do óleo), sendo amplamente utilizado como suplemento nutricional ou como componente da dieta humana. Atualmente todo o linho do Brasil é produzido nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, e sua produção total em 2017 foi de 6.952 t (IBGE - Produção Agrícola Municipal). A inclusão do óleo bruto de linho, da semente e/ou do farelo na dieta dos suínos comprovadamente aumenta o conteúdo de ácidos graxos ômega-3 na gordura desses animais. Esses ingredientes podem ser economicamente viáveis para a produção de carne suína enriquecida com esses ácidos graxos, sendo mais viável sua utilização na região de produção do linho. Os farelos de linho obtidos por pren-

sagem a frio e por extração com solvente contém 10,2% e 3,6% de óleo (Heuzé et al., 2017), respectivamente, enquanto que a semente contém 37,2% de óleo (Heuzé et al., 2015a). Foi verificado que o uso de 1,5% de óleo bruto de linho associado com 1,5% de óleo bruto de canola na dieta dos suínos por 42 dias antes do abate aumentou o conteúdo de ácidos graxos ômega-3 em 1,8 e 1,9 vez na carne e no toucinho, respectivamente, com um impacto de apenas 2,41% no custo de produção primária dos suínos (Bertol et al., 2013b). A adição de 3% de óleo de linho na dieta pelo mesmo período resultou em aumentos mais acentuados no conteúdo de ácidos graxos ômega-3 nos tecidos, com aumento de 3,7 e 4,4 vezes na carne e no toucinho, respectivamente (Bernardi, 2016). Portanto, a inclusão do óleo bruto, semente, ou farelo de linho é uma estratégia viável para aumento do conteúdo de ácidos graxos ômega-3 na carne suína. Porém, a inclusão na dieta de 20% de farelo de linho obtido por prensagem a frio contribui com apenas 1,85% de óleo, o que exige prolongados períodos de suplementação. No caso da semente de linho, sua inclusão em apenas 10% da dieta proporciona 3,4% de óleo. O farelo de linho obtido por solvente, por seu baixo conteúdo de óleo, apresenta baixo potencial para imprimir modificações no perfil de ácidos graxos da gordura corporal suína.

Camelina

A camelina, também chamada de falso linho, é originária do sudeste da Europa e sudoeste da Ásia, sendo produzida atualmente na Europa, Canadá e norte dos Estados Unidos (Heuzé et al., 2015b). Através de avaliações relativas a adaptação da cultura da camelina no Brasil, observou-se que esta cultura se adapta para cultivo nos estados do MT, MS, PR e SP, apresentando-se como alternativa para produção de biocombustíveis, sendo uma das matérias-primas previstas para uso na produção de bioquerosene de aviação (Consulta Pública do Ministério de Minas e Energia nº 26 (Brasil, 2017).

Os grãos de camelina apresentam de 36% a 42% de óleo, estando aprovados para consumo humano tanto na Europa quanto nos EUA e Canadá (Consulta Pública do Ministério de Minas e Energia nº 26 (Brasil, 2017). A torta de camelina apresenta 15,6% de óleo na matéria seca e 32% de ácido graxo linolênico no óleo (Heuzé et al., 2015), o que a

torna potencial fonte de ômega-3. Apesar de estarem liberadas para uso na alimentação de suínos e aves nos EUA desde 2009 e na Europa desde 2011, o farelo e a torta de camelina apresentam fatores antinutricionais que podem reduzir sua palatabilidade, causar impacto negativo no desempenho dos animais e afetar as características sensoriais da carne, o que limita seu uso na alimentação de suínos (Bohme et al., 1997). Portanto, estudos relacionados a formas de processamento ou uso de aditivos para detoxificação são necessários para reduzir os problemas antinutricionais e viabilizar seu uso nas dietas desses animais. Devido ao perfil de ácidos graxos de seu óleo, a inclusão de farelo ou torta de camelina na dieta de suínos pode proporcionar aumento do conteúdo de ácidos graxos ômega-3 no toucinho e na gordura associada à carne.

Canola

A canola (*Canadian Oil Low Acid*), foi desenvolvida no Canadá no final da década de 1960, por melhoramento genético convencional da colza, sendo atualmente produzida em regiões temperadas (Sauvant et al., 2015). Ao contrário da colza, a canola apresenta baixos teores dos compostos tóxicos ácido erúxico e glucosinolatos, o que a torna segura para o consumo humano. No Brasil, a canola é produzida nos estados do RS e PR, onde é utilizada principalmente para extração do óleo para consumo doméstico. Em 2016 a produção brasileira de canola foi de 71,9 mil t (Conab, 2017).

A semente de canola apresenta 46% de óleo na matéria seca, enquanto que o óleo contém 58,6% de ácido graxo oleico e 9,3% de ácido graxo linolênico (National Research Council, 2012), constituindo-se, portanto, em importante fonte de MUFA e de ômega-3, com comprovado impacto sobre o perfil de ácidos graxos da gordura dos suínos. O farelo de canola, devido ao seu baixo conteúdo de extrato etéreo (3,2%) apresenta baixo potencial para uso com o fim específico de alterar o perfil de ácidos graxos da gordura corporal. Porém, a torta de canola obtida por prensas mecânicas com extração a frio, por apresentar elevado conteúdo de óleo (igual ou maior a 20%) (Bertol et al., 2017a), pode ser utilizada para esse fim. A inclusão de 3% de óleo de canola por 42 dias na dieta de terminação dos suínos reduz em 70% e

25% a relação ômega-6/ômega-3 do toucinho e da gordura associada à carne, respectivamente, em relação a uma dieta baseada em milho e farelo de soja não suplementada com gordura, com uma elevação de custo de produção de apenas 0,94% (Campos et al., 2006; Bertol et al., 2013b). A redução da relação ômega-6/ômega-3 se dá através de um discreto aumento no conteúdo de ácidos graxos ômega-3 paralelamente à uma redução dos ácidos graxos ômega-6. O fornecimento do óleo ou dos subprodutos da canola com alto teor de óleo na dieta dos suínos em proporções mais elevadas (acima de 3%) ou por tempo mais prolongado (60 dias ou mais) acentua as alterações no perfil de ácidos graxos da gordura corporal mencionadas acima.

Azeitona

A oliveira é originária do Oriente Médio e região Mediterrânea, cujos países (mediterrâneos) produzem atualmente 98% do óleo de oliva do mundo, com 75% da produção concentrada na Espanha, Itália e Grécia (Heuzé et al., 2015c). No Brasil, a produção de azeitonas é recente e concentra-se nos estados do RS, SP e MG. Só no RS, a cultura ocupa 1.200 ha de área plantada na região Sul do estado, com perspectivas de expansão da área cultivada em 8 vezes nos próximos 10 anos.

A produção nacional de azeitona em 2017 foi de apenas 1.250 t (IBGE - Produção Agrícola Municipal), porém, como é uma cultura em franca expansão, essa produção deverá aumentar rapidamente. Um dos subprodutos da extração do azeite de oliva é a torta de azeitona. O perfil de ácidos graxos do azeite inclui 74% de ácidos graxos monoinsaturados, o que torna a azeitona e seus subprodutos importantes fontes. A torta de azeitona extraída com solvente e sem caroços apresenta aproximadamente 26,5% de fibra e 5,4% de extrato etéreo na matéria seca, enquanto que a torta de azeitona crua sem caroços apresenta 29% de fibra e 19,5% de extrato etéreo na mesma base seca (Heuzé et al., 2015c). Em uma partida de torta de azeitona produzida no Brasil e analisada na Embrapa Suínos e Aves, o conteúdo de extrato etéreo foi de 10,7% (base matéria seca), com 64% de ácidos graxos monoinsaturados no óleo. Sua inclusão na dieta de suínos pode alterar o perfil de ácidos graxos da gordura corporal, porém, esse efeito é dependente do nível de inclusão e do período de fornecimento. O uso de elevados ní-

veis (55%) de torta de azeitona na dieta de suínos por 58 dias resultou em aumento de aproximadamente 12% no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados no toucinho (Hernandez-Matamoros et al., 2011), acompanhado de redução na mesma proporção no conteúdo de ácidos graxos saturados, quando comparado com valores médios obtidos de suínos alimentados com dieta baseada em milho e sem a inclusão de gordura (Campos et al., 2006). Porém, níveis mais baixos (até 15%) de inclusão e por períodos mais curtos (35 dias) resultaram em alterações insignificantes na gordura corporal (Joven et al., 2014). A inclusão de outro subproduto da extração do azeite, composto por uma mistura de sais de cálcio dos ácidos graxos e rico em ácido graxo oleico (Gredy-Grass OLIVA - Grupo Omega de Nutrición Animal, composto por 83% de extrato etéreo, 12% de matéria mineral, 7% de Ca na matéria mineral e 5% de umidade) em níveis de 1,4% - 3,8% da dieta durante todo o período de crescimento-terminação, resultou em aumento de 7% a 10% no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, acompanhado de reduções proporcionais no conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados (Mas et al., 2010). Da mesma forma, a inclusão de 5% de azeite na dieta de suínos em crescimento-terminação por 87 dias também elevou o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados no toucinho e na gordura associada à carne (Nuernberg et al., 2005), porém, devido a seu alto valor esta não seria uma opção viável para uso nas dietas de suínos. Devido ao seu alto conteúdo de fibra, a torta de azeitona pode comprometer o desempenho dos animais quando adicionada na dieta dos suínos, se esta não for adequadamente balanceada, embora haja relatos de que o uso de até 50% de torta de azeitona descaroçada na dieta não afetou o desempenho (Heuzé et al., 2015c). A eficácia do fornecimento dos subprodutos do processamento da azeitona na dieta para aumentos substanciais do conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados na gordura corporal depende de períodos prolongados de suplementação (mais de 50 dias) e de níveis elevados de inclusão na dieta. O mesmo vale também para outras matérias-primas ricas em ácidos graxos monoinsaturados, tais como o óleo e os subprodutos da canola e do girassol alto oleico, entre outros. A substituição de ácidos graxos saturados por ácidos graxos monoinsaturados na gordura corporal dos suínos apresenta aspectos positivos como maior apelo como produto saudável, sem prejudicar a consistência da gordura para processamento e sem aumentar a susceptibilidade à oxidação, além de melhorar o perfil de produção de compostos aromáticos nos produtos processados.

Abacate

O abacateiro é uma árvore frutífera originária do México e América Central (Duarte et al., 2016), com ampla distribuição em vários países. O total da produção no Brasil em 2017 foi de 213.041 t, sendo as principais regiões produtoras a Sudeste e a Sul, enquanto que o estado de São Paulo foi o maior produtor nacional, seguido por Minas Gerais (IBGE - Produção Agrícola Municipal). O período de safra muda de acordo com a variedade, mas pode ir de fevereiro a agosto, com pico em abril e maio. As variedades de abacate produzidas no Brasil pertencem à variedade botânica *Persea americana*. Dentre estas, a variedade Hass apresenta destaque no mercado brasileiro (Daiuto et al., 2014).

O rendimento de polpa, casca e caroço do fruto maduro varia de 66% a 83%, 7% a 15% e 9% a 18%, respectivamente, em função da variedade (Oliveira et al., 2003). A polpa do abacate contém elevado teor de lipídios, mas este conteúdo é mutável em função da variedade, da estação do ano e do tempo de maturação (Lu et al., 2009; Galvão et al., 2014). Valores de 55% a 75% de lipídios na matéria seca têm sido relatados (Tabela 5) (USDA, 2018; Daiuto et al., 2014; Galvão et al., 2014). O conteúdo de matéria seca é baixo (23% a 30%) quando comparado aos alimentos tradicionais utilizados na alimentação dos suínos. A maior parte dos relatos sobre a composição dos lipídios presentes na polpa do abacate apontam para a predominância de ácidos graxos monoinsaturados (57% a 71%), seguidos dos ácidos graxos saturados (15% a 30%) e poli-insaturados (12% a 17%) (USDA, 2018; Galvão et al., 2014). Entretanto, valores de 37% a 45% de ácidos graxos monoinsaturados também foram relatados para algumas variedades, nesse caso com maior conteúdo de ácidos graxos saturados (28% a 41%) (Massafera et al., 2010; Galvão et al., 2014). As variedades que apresentam maior proporção de ácidos graxos monoinsaturados na polpa são a Fortuna, a Collinson e a Hass e as com menor conteúdo são a Barker, Ouro Verde e Princesa (Lu et al., 2009; Massafera et al., 2010; Galvão et al., 2014). Portanto, a polpa do abacate apresenta características que tornam este fruto apto como fonte de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente algumas variedades (Figura 5). Por outro lado, a semente do abacate apresenta baixo conteúdo de óleo (0,4% a 2,5%), com aproximadamente 40% de ácidos graxos poli-insaturados e

10% a 20% de ácidos graxos ômega-3 no óleo (Massafera et al., 2010; Galvão et al., 2014).

O abacate apresenta também elevados teores de compostos fenólicos, mas este está presente principalmente na casca e na semente (Daiuto et al., 2014). O fornecimento de uma dieta contendo 30% de uma pasta do fruto integral do abacate a suínos durante a fase de terminação resultou em maior conteúdo de α -tocoferol no músculo e em maior estabilidade oxidativa da carne, com redução da oxidação dos lipídios (redução de TBARS) e proteínas (redução da carbonilação das proteínas) durante o processamento da carne (Hernández-López et al., 2016a; 2016b). Entretanto, o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados na gordura associada à carne não foi afetado, enquanto que o conteúdo de ácidos graxos saturados foi reduzido em 9% e o de poli-insaturados foi aumentado em 37%. Como nesse estudo, foi utilizado o fruto integral e na semente do abacate o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados é bem mais baixo do que na polpa, a proporção desses ácidos graxos na pasta do fruto integral pode não ter sido suficiente para imprimir modificações na gordura corporal. Além disso, não foi informada a variedade de abacate utilizada, sendo que algumas variedades apresentam baixa proporção de ácidos graxos monoinsaturados.

Pelo descrito acima, considerando a composição química do abacate, seu perfil de ácidos graxos e seu efeito sobre a estabilidade oxidativa da carne quando fornecido via dieta, pode-se sugerir que é uma matéria-prima promissora para uso em sistemas para produção de produtos suínos com valor agregado, a exemplo do sistema de *montanera* utilizado para produção do *jamón de bellota* na Espanha. Entretanto, devido ao pequeno volume de informações disponíveis (somente um estudo), é necessário que sejam desenvolvidos novos estudos com o intuito de avaliar o efeito do uso do abacate na alimentação dos suínos sobre a qualidade da carne e dos produtos processados. O fornecimento do abacate na dieta dos suínos visando imprimir alterações no perfil de ácidos graxos da gordura corporal deve durar por um período de no mínimo 60 dias e a variedade a ser utilizada deve ser uma das que apresenta alto conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados.

Tabela 5. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos (% do óleo) do fruto do abacate.

Porção do fruto	MS	PB	EE	Fibra dietética	MIM	SFA	MUFA	PUFA	Ômega-3	Fonte
Polpa	26,77	2,00	14,66	6,70	-	14,53	66,85	12,41	-	USDA (2018)
Polpa var. Fortuna	27,80	1,70	16,20	1,60	0,60	22,28	60,79	16,93	0,97	Galvão et al. (2014)
Polpa var. Collinson	23,60	2,10	13,60	1,30	0,70	29,44	56,91	13,67	0,70	Galvão et al. (2014)
Polpa var. Barker	-	1,40	11,90	1,00	0,70	41,25	37,48	21,27	2,02	Galvão et al. (2014)
Polpa var. Fortuna	-	-	8,50	-	-	22,03	62,73	15,25	1,76	Massafera et al. (2010)
Polpa var. Ouro Verde	-	-	16,44	-	-	28,37	45,49	26,10	3,22	Massafera et al. (2010)
Polpa var. Princesa	-	-	5,20	-	-	32,84	76,67	23,29	4,05	Massafera et al. (2010)
Casca var. Fortuna	62,30	3,60	0,90	20,60	2,00	32,04	48,52	19,45	1,91	Galvão et al. (2014)
Casca var. Collinson	63,50	3,90	1,70	17,70	2,30	23,35	51,03	26,38	3,78	Galvão et al. (2014)
Casca var. Barker	64,00	3,90	1,10	19,40	2,50	28,40	50,40	21,22	3,23	Galvão et al. (2014)
Semente var. Fortuna	68,10	3,60	1,80	1,70	1,30	43,91	16,80	39,31	9,93	Galvão et al. (2014)

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Porção do fruto	MS	PB	EE	Fibra dietética	MM	SFA	MUFA	PUFA	Ômega-3	Fonte
Semente var. Collinson	72,10	5,30	2,50	1,60	1,80	30,75	27,05	42,22	18,27	Galvão et al. (2014)
Semente var. Barker	69,60	4,00	2,10	1,70	2,00	36,81	24,94	38,27	12,50	Galvão et al. (2014)
Semente var. Fortuna	-	-	1,53	-	-	3,35	53,67	42,96	12,97	Massafera et al. (2010)
Semente var. Ouro Verde	-	-	1,40	-	-	23,69	38,86	37,45	11,11	Massafera et al. (2010)
Semente var. Princesa	-	-	0,38	-	-	34,63	22,03	44,08	20,80	Massafera et al. (2010)

MS= matéria seca, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, MM= matéria mineral, SFA= ácidos graxos saturados, MUFA= ácidos graxos monoinsaturados, PUFA= ácidos graxos poli-insaturados.

Macaúba

A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma palmeira nativa de florestas tropicais, a qual é muito comum na região central do Brasil, apresentando ampla distribuição e alta densidade na região do Pantanal Mato-Grossense (Lorenzi, 2006). Atualmente, a macaúba é explorada na forma de extrativismo, sustentável ou não, mas também através do cultivo em plantações, principalmente no estado de MG. Há previsão de forte expansão no cultivo da macaúba para os próximos cinco anos devido ao seu grande potencial no agronegócio, constituindo-se em fonte de matéria-prima para alimentos, fármacos, cosméticos e até mesmo biocombustível (Cipriani, 2017). A frutificação da macaúba ocorre durante todo o ano, mas o principal período de maturação dos frutos é de setembro a janeiro (Lorenzi, 2006) e sua colheita ocorre de outubro a março (Cipriani, 2017).

O fruto da macaúba é composto por casca (21,44%), polpa (44,22%), semente (endocarpo e amêndoa - 7,55%) e amêndoa (3,8%) (Ramos et al., 2008). A composição da polpa é variável e depende das condições de cultivo e do período de maturação. O conteúdo de óleo varia de 7% a 16% na polpa (na matéria natural) e de 63% a 69% na amêndoa (Tabela 6). O óleo da polpa de macaúba apresenta predominância de ácidos graxos monoinsaturados (57% a 74%), dos quais o oleico representa quase a totalidade, além de apresentar considerável conteúdo de ácidos graxos saturados, com predominância do palmítico (Tabela 2). O óleo da amêndoa é mais saturado que o óleo da polpa, com predominância de ácidos graxos de cadeia média (32,6% de láurico). O óleo da polpa de macaúba apresenta também significativas quantidades de carotenoides e tocoferóis, principalmente α -tocoferol, o que o torna importante fonte das vitaminas A e E (Coimbra; Jorge, 2012). Portanto, da mesma forma que o abacate, esse fruto, principalmente a polpa, se constitui em fonte de ácidos graxos monoinsaturados. Por esse motivo, e por apresentar elevado conteúdo de carotenoides e tocoferóis, tem potencial para uso em sistemas especiais de produção de suínos, com o objetivo de modificar o perfil de ácidos graxos e reduzir a susceptibilidade à oxidação dos produtos cárneos.

Tabela 6. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos (% do óleo) do fruto da macaúba.

Porção do fruto	MS	PB	EE	FB	MM	SFA	MUFA	PUFA	Ômega-3	Fonte
Polpa	50,86	1,97	16,50	-	1,71	19,94	73,98	6,11	1,10	Hiane et al. (1990)
Polpa	47,01	1,50	8,14	13,76	1,51	-	-	-	-	Ramos et al. (2008)
Polpa*	37,0 - 50,9	-	25,1	-	-	-	-	-	-	Ciconini et al. (2013)
Polpa*	-	3,79	26,31	8,76	2,42	30,20	60,78	8,90	2,95	Trentiniet al. (2016)
Polpa	32,32	1,84	7,16	-	1,34	-	-	-	-	Silva et al. (2015)
Polpa**	-	-	29,0	-	-	27,10	56,84	16,06	2,26	Coimbra; Jorge (2012)
Farinha	86,55	3,88	19,31	-	3,65	22,87	72,71	4,43	0,92	Hiane et al. (1990)
Farelo desengordurado*	-	6,58	1,80	11,84	3,96	-	-	-	-	Trentiniet al. (2016)
Amêndoa	-	-	56,4	-	-	59,92	36,27	3,82	-	Coimbra; Jorge (2012)
Amêndoa	17,1 - 20,2	-	63,5 - 68,9	-	-	-	-	-	-	Ciconini et al. (2013)

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, MM = matéria mineral, SFA = ácidos graxos saturados, MUFA = ácidos graxos monoinsaturados, PUFA = ácidos graxos poli-insaturados.

*Na matéria seca; **Provavelmente na matéria seca (não informado).

Subprodutos da uva

Algumas macrorregiões do Sul do Brasil são grandes produtoras de uva, a qual é utilizada para produção de vinho, suco e geleias. O bagaço é o principal produto resultante da industrialização da uva, gerando um volume de aproximadamente 150 mil t/ano. O uso do bagaço de uva na dieta dos suínos constitui-se em uma alternativa potencial para a produção de produtos cárneos diferenciados, com valor agregado, além de reduzir os custos ambientais de disposição dos resíduos da indústria vinícola. A presença de compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante em variedades de uva cultivadas no Brasil foi comprovada em vários estudos (Abe et al., 2007; Melo et al., 2008; Vedana et al., 2008; Alves, 2009; Bernardi et al., 2016). As variedades de coloração escura são as que apresentam o maior conteúdo de compostos fenólicos e a maior capacidade antioxidante (Abe et al., 2007). Os principais compostos fenólicos encontrados no resíduo composto pela pele e sementes da uva são as catequinas, epicatequinas, as antocianidinas e o ácido gálico, além de vários outros ácidos fenólicos (Lafka et al., 2007). Nas sementes, isoladamente, os compostos fenólicos mais abundantes incluem as catequinas, as epicatequinas e também as procianidinas diméricas e triméricas (Shi et al., 2003). Desta forma, a uva e seus subprodutos podem se constituir em fontes muito importantes de compostos antioxidantes para uso na indústria processadora de alimentos e na produção animal. O efeito antioxidante do extrato da semente de uva quando adicionado diretamente na carne de suínos crua ou cozida foi confirmado por Carpenter et al. (2007).

Vários estudos foram desenvolvidos para avaliação do bagaço de uva e do extrato de semente de uva na dieta de suínos sobre a qualidade da carne, nos quais alguns resultados positivos foram obtidos, com aumento da intensidade de vermelho e da saturação da cor da carne (Yan; Kim, 2011; Bertol et al., 2017b), redução da oxidação (TBARS) em mini-hambúrgueres (Silveira-Almeida, 2017), na carne (Yan; Kim, 2011) e em presuntos curados (Mairesse et al., 2011), bem como aumento do pH final do pernil e do escore de cor do lombo e do pernil (Bernardi, 2016) em carne enriquecida com ácidos graxos ômega-3. Por outro lado, a inclusão do bagaço de uva desidratado ou ensilado na dieta de suínos na proporção de 10% a 15% da dieta não afeta ou resulta em

alterações de baixa magnitude no perfil de ácidos graxos da carne e do toucinho (Bernardi, 2016; Silveira-Almeida, 2017). Além disso, a inclusão do bagaço de uva em até 15% da dieta não afeta o desempenho dos suínos em terminação (Silveira-Almeida, 2017). Apesar do efeito dos subprodutos da uva fornecidos via dieta não terem apresentado resultados sempre consistentes através de todos os estudos efetuados, os vários resultados positivos obtidos sobre a qualidade da carne e dos produtos processados indicam um potencial destes ingredientes na melhoria da qualidade destes produtos, principalmente quando fornecidos por períodos prolongados, como, por exemplo, toda a fase de crescimento-terminação. Portanto, a utilização dos subprodutos da uva na produção e industrialização de suínos pode constituir-se em elemento de diferenciação dos produtos cárneos, ao mesmo tempo em que promove sinergia entre a indústria do vinho e da carne.

Erva-mate

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma árvore originária da América do Sul, rica em compostos fenólicos, o que lhe confere forte poder antioxidante, relatado em diversos estudos (Bracesco et al., 2003; Gugliuchi, 1996; Schinella et al., 2000; Vanderjagt et al., 2002). Este efeito antioxidante foi provado em um estudo onde o extrato de erva-mate reduziu a oxidação, melhorou as características de fermentação e promoveu a produção de ácidos graxos voláteis desejáveis quando adicionado na formulação de salames (Campos et al., 2007). Além disso, foi observado que a erva-mate tem capacidade para minimizar o estresse oxidativo *in vivo* através da modulação das defesas antioxidantes (Pereira et al., 2017). Assim, espera-se que a adição de erva-mate na dieta de suínos como fonte de compostos bioativos aumente a estabilidade oxidativa dos lipídios da carne por potencializar os mecanismos antioxidantes endógenos, fato já comprovado em bovinos (Zawadski et al., 2017). Apesar do grande potencial para aproveitamento da erva-mate como antioxidante na indústria cárnea, em suínos ainda não há estudos que comprovem seu efeito quando fornecido via dieta.

Conclusões

O perfil de ácidos graxos da gordura corporal suína é altamente influenciado pelo perfil de ácidos graxos da gordura presente na dieta desses animais. No Brasil, o principal cereal que compõe as dietas dos suínos é o milho, o qual resulta na produção de toucinho com gordura mais poli-insaturada e com relação ômega-6/ômega-3 superior ao toucinho produzido por animais alimentados com cereais de inverno, que é o padrão dos países europeus.

No que concerne à manipulação intencional dos ácidos graxos da gordura corporal dos suínos, uma forma eficiente de atingir esse objetivo é o uso de dietas especiais na fase de terminação com a inclusão de ingredientes tais como óleos, sementes, farelos e tortas de oleaginosas ou a polpa de determinadas frutas, ou de aditivos como CLA. O tecido adiposo responde rapidamente com a incorporação de PUFA em resposta à sua suplementação na dieta. Por outro lado, a incorporação de MUFA na gordura corporal é mais difícil de ser obtida via dieta e normalmente os aumentos obtidos são bem mais modestos. Em geral, o aumento do conteúdo de MUFA na gordura corporal dos suínos como consequência de sua suplementação na dieta apresenta como efeito paralelo a redução do conteúdo de SFA. Os CLA também afetam o perfil de ácidos graxos da gordura através do aumento do conteúdo de SFA e aumento da relação SFA/MUFA, além de serem incorporados diretamente na gordura corporal dos suínos.

O enriquecimento da gordura suína com ácidos graxos ômega-3 apresenta aspectos positivos relacionados à saudabilidade da carne e produtos cárneos, mas pode apresentar efeitos indesejáveis na qualidade da gordura, com redução do ponto de fusão e aumento da susceptibilidade à oxidação. Por isso, recomenda-se um nível máximo de PUFA de 20 g/100 g no toucinho e 14 g/100 g no *pool* de gordura corporal, com relação PUFA/SFA de no máximo 0,38 e índice de iodo não superior a 75 g/100 g de gordura corporal. Esses limites poderão ser modificados dependendo do fornecimento de níveis supra nutricionais de antioxidantes naturais via dieta.

A elevação do conteúdo de MUFA na gordura corporal também apresenta aspectos positivos relacionados à saudabilidade e não causa alterações negativas na qualidade tecnológica da gordura ou da carne. Por outro lado, os CLA proporcionam melhoria da qualidade da carne em função de aumento do conteúdo de marmoreio e aumento da capacidade de retenção de água.

Referências

ABE, L. T.; MOTA, R. V. da; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007. DOI: 10.1590/S0101-20612007000200032.

AHN, D. U.; LUTZB, S.; SIM, J. S. Effects of dietary α -linolenic acid on the fatty acid composition, storage stability and sensory characteristics of pork loin. **Meat Science**, v. 43, n. 3-4, p. 291-299, 1996. DOI: 10.1016/S0309-1740(96)00001-0.

ALLE, G. L.; BAKER, D. H.; LEVEILLE, G. A. Influence of level of dietary fat on adipose tissue lipogenesis and enzymatic activity in the pig. **Journal of Animal Science**, v. 33, p. 1248-1254, Dec. 1971. DOI: 10.2527/jas1971.3361248x.

APPEL, L. J.; SACKS, F. M.; CAREY, V. J.; OBARZANEK, E.; SWAIN, J. F.; MILLER, E. R.; CONLIN, P. R.; ERLINGER, T. P.; ROSNER, B. A.; LARANJO, N. M.; CHARLESTON, J.; MCCARRON, P.; BISHOP, L. M. Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. **JAMA**, v. 294, n. 19, p. 2455-2464, Nov. 2005. DOI: 10.1001/jama.294.19.2455.

APPLE, J. K.; MAXWELL, C. V.; GALLOWAY, D. L.; HAMILTON, C. R.; YANCEY, J. W. S. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: II. Fatty acid composition of subcutaneous fat. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1423-1440, Apr. 2009b. DOI: 10.2527/jas.2008-1454.

APPLE, J. K.; MAXWELL, C. V.; GALLOWAY, D. L.; HAMILTON, C. R.; YANCEY, J. W. S. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: III. Carcass and fatty acid compositions. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1441-1454, Apr. 2009c. DOI: 10.2527/jas.2008-1455.

APPLE, J. K.; MAXWELL, C. V.; GALLOWAY, D. L.; HUTCHISON, S.; HAMILTON, C. R. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: I. Growth performance and *longissimus* muscle fatty acid composition. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1407-1422, Apr. 2009a. DOI: 10.2527/jas.2008-1453.

BARTON-GADE, P. A. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. **Livestock Production Science**, v. 16, p. 187-196, Feb. 1987. DOI: 10.1016/0301-6226(87)90019-4.

BENZ, J. M.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S.; NELSEN, J. L.; DEROUCHÉY, J. M.; SULABO, R. C.; GOODBAND, R. D. Effects of choice white grease and soybean oil on growth performance, carcass characteristics, and carcass fat quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 89, p. 404-413, Feb. 2011. DOI: 10.2527/jas.2009-2737.

BERNARDI, D. M. **Addition of natural products with antioxidant action and flaxseed oil in swine diets: effects on meat and meat product.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2016.

BERNARDI, D. M.; BERTOL, T. M.; PFLANZER, S. B.; SGARBIERI, V. S.; POLLONIO, M. A. R. ω -3 in meat products: benefits and effects on lipid oxidative stability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 96, n. 8, p. 2620-2634, June 2016. DOI: 10.1002/jsfa.7559.

BERTOL, T. M.; CAMPOS, R. M. L. de; LUDKE, J. V.; TERRA, N. N.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; COLDEBELLA, A.; SANTOS FILHO, J. I. dos; KAWSKI, V. L.; LEHR, N. M. Effects of genotype and dietary oil supplementation on performance, carcass traits, pork quality and fatty acid composition of backfat and intramuscular fat. *Meat Science*, v. 93, n. 3, p. 507-516, Mar. 2013a. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.11.012.

BERTOL, T. M.; SANTOS FILHO, J. I. dos; LUDKE, J. V.; CAMPOS, R. M. L. de. **Enriquecimento da carne suína com ácidos graxos ômega-3 através da suplementação da dieta com óleos de canola e linho.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013b. 8 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 516).

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; ZANOTTO, D. L.; SANTOS FILHO, J. I. dos. Valor nutricional da torta e farelo de canola para alimentação de Suínos. In: Simpósio Brasileiro de Canola, 1., 2017. *Anais...* Passo Fundo: Embrapa, 2017a.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; CAMPOS, R. M. L. de; KAWSKI, V. L.; JUNIOR, A. C.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. Inclusion of grape pomace in the diet of pigs on pork quality and oxidative stability of omega-3 enriched fat. *Ciência Rural*, v. 47, n. 4, p. 1-7, 2017b. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150358.

BOHME, H.; AULRICH, K.; SCHUMANN, W.; FISCHER, K. Studies on the suitability of false flax expeller as feedstuff .1. Communication - feeding value and incorporation limits for pigs. *Fett*, v. 99, n. 7, p. 254-259, 1997.

BOTHMA, C.; HUGO, A.; OSTHOFF, G.; JOUBERT, C. C.; SWARTS, J. C.; KOCK, H. L. de. Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation on the technological quality of backfat of pigs. *Meat Science*, v. 97, p. 277-286, June 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.002.

BRACESCO, N.; DELL, M.; ROCHA, A.; BEHTASH, S.; MENINI, T.; GUGLIUCHI, A.; NUNES, E. Antioxidant activity of a botanical extract preparation of *Ilex paraguariensis*: prevention of DNA doublestrand breaks in *Saccharomyces cerevisiae* and human low-density lipoprotein oxidation. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, v. 9, p. 379-387, 2003. DOI: 10.1089/107555303765551606.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Consultas Públicas. Consulta Pública nº 26 de 15/02/2017. **RenovaBio - Diretrizes Estratégicas para Bicomcombustíveis**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=5IXmH6wq&p_p_id=consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_consultaldNormal=26&consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_javax.portlet.action=downloadArquivo. Acesso em: 15 ago. 2019.

BUSBOOM, J. R.; RULLE, D. C.; COLIN, D.; HEALD, T.; MAZHAR, A. Growth, carcass characteristics, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 3, p. 1101-1108, Mar. 1991. DOI: 10.2527/1991.6931101x.

CALDER, P. C. N-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, Suppl., p. 1505S-19S, 2006. DOI: 10.1093/ajcn/83.6.1505S.

CAMERON, N. D.; ENSER, M. B. Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and british Landrace pigs and its relationship with eating quality. **Meat Science**, v. 29, p. 295-307, 1991. DOI: 10.1016/0309-1740(91)90009-F.

CAMPOS, R. M. L. de; HIERRO, E.; ORDÓÑEZ, J. A.; BERTOL, T. M.; HOZ, L. de la. A note on partial replacement of maize with rice bran in the pig diet on meat and backfat fatty acids. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 15, p. 427-433, 2006. DOI: 10.22358/jafs/66913/2006.

CAMPOS, R. M. L. de; HIERRO, E.; ORDÓÑEZ, J. A.; BERTOL, T. M.; TERRA, N. N.; HOZ, L. de. Food chemistry fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. **Food Chemistry**, v. 103, p. 1159-1167, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.10.018.

CARPENTER, R.; O'GRADY, M. N.; O'CALLAGHAN, Y. C.; O'BRIEN, N. M.; KERRY, J. P. Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork. **Meat Science**, v. 76, n. 4, p. 63-74, Aug. 2007. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.01.021.

CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C. H. B.; TAPETI, C. F.; MIYAHIRA, M. A. M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A. V.; COLNAGO, L. A.; NAKA, M. H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 45, p. 208-214, 2013.

CIPRIANI, J. Produtores investem na versatilidade da Macaúba em Minas Gerais. **Em.com.br Agropecuário**, Belo Horizonte, 7 de julho de 2017. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuario/2017/07/17/interna_agropecuario,884323/produtores-investem-na-versatilidade-da-macauba-em-minas-gerais.shtml. Acesso em: 4 set. 2018.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleraces*), jervivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Journal Science Food Agriculture**, v. 92, p. 679-684, 2012. DOI: 10.1002/jsfa.4630.

CONAB. **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção, relativas às safras 1976/77 a 2015/16 de Grãos, 2001 a 2016**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CORINO, C.; MAGNI, S.; PASTORELLI, G.; ROSSI, R.; MOUROT, J. Effect of conjugated linoleic acid on meat quality, lipid metabolism, and sensory characteristics of dry-cured hams from heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 9, p. 2219-2229, Sept. 2003. DOI: 10.2527/2003.8192219x.

DAIUTO, E. R.; TREMOCOLDI, M. A.; ALENCAR, S. M. de; VIEITES, R. L.; MINARELLI, P. H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'hass'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 417-424, 2014.

DAZA, A.; REY, A. I.; RUIZ, J.; LOPEZ-BOTE, C. J. Effects of feeding in free-range conditions or in confinement with different dietary MUFA/PUFA ratios and α -tocopheryl acetate, on antioxidants accumulation and oxidative stability in Iberian pigs. **Meat Science**, v. 69, n. 1, p. 151-163, Jan. 2005. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.06.017.

DECKERE, E. A. M. de; AMELSWOORT, J. M. M. Van; MCNEILL, G. P.; JONES, P. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) isomers on lipid levels and *peroxisome proliferation* in the hamster. **British Journal of Nutrition**, v. 82, p. 309-317, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114599001518>.

DUARTE, P. F.; CHAVES, M. A.; BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B. Avocado: characteristics, health benefits and uses. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 747-754, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20141516.

DUGAN, M. E. R.; AALHUS, J. L.; ROBERTSON, W. M.; ROLLAND, D. C.; LARSEN, I. L. Practical dietary levels of canola oil and tallow have differing effects on gilt and barrow performance and carcass composition. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 661-671, Dec. 2004. DOI: 10.4141/A03-121.

DUNSHEA, F. R.; D'SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; HARPER, G. S.; WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v. 71, p. 8-38, Sept. 2005. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.05.001.

EASTWOOD, L.; KISH, P.; BEAULIEU, A. D.; LETERME, P. Nutritional value of flaxseed meal for swine and its effects on the fatty acids profile of the carcass. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 11, p. 3607-3619, Nov. 2009. DOI: 10.2527/jas.2008-1697.

ENSER, M.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D.; GILL, B. P.; SHEARD, P. R. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. **Meat Science**, v. 55, n. 2, p. 201-212, June 2000. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00144-8.

GALVÃO, M. de S.; NARAIN, N.; NIGAM, N. Influence of different cultivars on oil quality and chemical characteristics of avocado fruit. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 539-546, 2014. DOI: 10.1590/1678-457X.6388.

GATLIN, A. L.; SEE, M. T.; HANSEN, J. A.; ODLE, J. Hydrogenated dietary fat improves pork quality of pigs from two lean genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 8, p. 1989-1997, Aug. 2003. DOI: 10.2527/2003.8181989x.

GUGLIUCHI, A. Antioxidant effects of *Ilex paraguariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL *in vivo*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 224, p. 338-344, 1996.

HERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. H.; RODRÍGUEZ-CARPENA, J. G.; LEMUS-FLORES, C.; GALINDO-GARCÍA, J.; ESTÉVEZ, M. Antioxidant protection of proteins and lipids in processed pork loin chops through feed supplementation with avocado. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 6, p. 2788-2796, 2016a. DOI: 10.1007/s13197-016-2252-6.

HERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. H.; RODRÍGUEZ-CARPENA, J. G.; LEMUS-FLORES, C.; GRAGEOLA-NUÑEZ, F.; ESTÉVEZ, M. Avocado waste for finishing pigs: impact on muscle composition and oxidative stability during chilled storage. **Meat Science**, v. 116, p. 186-192, June 2016. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.02.018.

HERNÁNDEZ-MATAMOROS, A.; PANIAGUA BRENA, M.; IZQUIERDO CEBRIAN, M.; TEJEDA SERENO, J. F.; GONZALEZ SANCHEZ, E. Utilización del alperujo de aceituna y la peladura de tomate en la alimentación del cerdo ibérico. In: JORNADAS DE ESTUDIO, 41.; JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL, 14., 2011, Zaragoza. [Anales]... Zaragoza: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, 2011. v. 1. p. 276-278.

HEUZÉ V.; TRAN G.; HASSOUN P.; RENAUDEAU D.; LESSIRE M.; LEBAS F. Linseeds. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2015a. Disponível em: <https://feedipedia.org/node/36>. Acesso em: 2 abr. 2018.

HEUZÉ V.; TRAN G.; LEBAS F.; GOMEZ-CABRERA, A. Olive oil cake and by-products. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2015c. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/32>. Acesso em: 13 jul. 2015.

HEUZÉ V.; TRAN G.; LEBAS, F. Camelina (*Camelina sativa*) seeds and oil meal. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2015b. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/4254>. Acesso em: 9 jul. 2015.

HEUZÉ V.; TRAN G.; NOZIÈRE P.; LESSIRE M.; LEBAS F. Linseed meal. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2017. <https://www.feedipedia.org/node/735>. Acesso em: 2 abr. 2018.

HIANE, P. A.; PENTEADO, M. de V. C.; BADOLATO, E. Teores de ácidos graxos e composição centesimal do fruto e da farinha de bocaiúva (*Acrocomia mokayáiba* Barb. Rodr.). **Alimentos e Nutrição**, v. 2, p. 21-26, 1990.

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?edicao=22566&t=resultados>. Acesso em: 6 abr. 2018.

IP, C.; SCIMECA, J. A.; THOMPSON, H. J. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. **Cancer**, v. 74, n. 3, p. 1050-1054, Aug. 1994. DOI: 10.1002/1097-0142(19940801)74:3+<1050::aid-cnrcr2820741512>3.0.co;2-i.

ISABEL, B.; LOPEZ-BOTE, C. J.; HOZ, L. de la; TIMÓN, M.; GARCÍA, C.; RUIZ, J. Effects of feeding elevated concentrations of monounsaturated fatty acids and vitamin E to swine on characteristics of dry cured hams. **Meat Science**, v. 64, p. 475-482, Aug. 2003. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00225-5.

JOVEN, M.; PINTOS, E.; LATORRE, M. A.; SUÁREZ-BELLOCH, J.; GUADA, J. A.; FONDEVILA, M. Effect of replacing barley by increasing levels of olive cake in the diet of finishing pigs: Growth performances, digestibility, carcass, meat and fat quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 185-193, 2014. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.08.007.

JUÁREZ, M.; DUGAN, M. E. R.; ALDAI, N.; AALHUS, J. L.; PATIENCE, J. F.; ZIJLSTRA, R. T.; BEAULIEU, A. D. Feeding co-extruded flaxseed to pigs: effects of duration and feeding level on growth performance and backfat fatty acid composition of grower-finisher pigs. **Meat Science**, v. 84, p. 578-584, Mar. 2010. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.10.015.

JUÁREZ, M.; DUGAN, M. E. R.; ALDAI, N.; AALHUS, J. L.; PATIENCE, J. F.; ZIJLSTRA, R. T.; BEAULIEU, A. D. Increasing omega-3 levels through dietary co-extruded flaxseed Supplementation negatively affects pork palatability. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1716-1723, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.065.

KLOAREG, M.; BELLEGO, L. Le; MOUROT, J.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Deposition of dietary fatty acids and of the novo synthesized fatty acids in growing pigs: effects of high ambient temperature and feeding restriction. **British Journal of Nutrition**, v. 93, p. 803-811, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN20051420>.

KOUBA, M.; ENSER, M.; WHITTINGTON, F. M.; NUTE, G. R.; WOOD, J. D. Effect of a high-linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pig. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 8, p. 1967-1979, Aug. 2003. DOI: 10.2527/2003.8181967x.

KOUBA, M.; MOUROT, J. Effect of a high linoleic acid diet on lipogenic enzyme activities and on the composition of the lipid fraction of fat and lean tissues in the pig. **Meat Science**, v. 52, p. 39-45, May 1999. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00146-6.

KRIS-ETHERTON, P. M.; PEARSON, T. A.; WAN, Y.; HARGROVE, R. L.; MORIARTY, K.; FISHELL, V.; ETHERTON, T. D. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, p. 1009-1015, 1999. DOI: 10.1093/ajcn/70.6.1009.

LAFKA, T. I.; SINANOGLU, V.; LAZOS, E. S. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1206-1214, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.01.068.

LARICK, D. K.; TURNER, B. E.; SCHOENHERR, W. D.; COFFEY, M. T.; PILKINGTON, D. H. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linolenic acid content of the diet. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 5, p. 1397-1403, May 1992. DOI: 10.2527/1992.7051397x.

LAURIDSEN, C.; NIELSEN, J. H.; HENCKEL, P.; SORENSEN, M. T. Antioxidative and oxidative status in muscles of pigs fed rapeseed oil, vitamin E, and copper. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 105-115, Jan. 1999. DOI: 10.2527/1999.771105x.

LO FIEGO, D. P.; SANTORO, P.; MACCHIONI, P.; LEONIBUS, E. de. 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 Science**, v. 69, p. 107-114, Jan. 2005. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.06.010.

LOPEZ-BOTE, C. J. Sustained utilization of the Iberian pig breed. **Meat Science**, v. 49, Suppl. 1, p. S17-S27, 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)90036-5.

LOPEZ-BOTE, C. J.; REY, A. I.; SANZ, M.; GRAY, J. I.; BUCKLEY, D. J. Dietary vegetable oils and α -tocopherol reduce lipid oxidation in rabbit muscle. **Journal of Nutrition**, v. 127, p. 1176-1182, 1997. DOI: 10.1093/jn/127.6.1176.

LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - **Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Departamento de Fitotecnia e Sanitarismo, Curitiba, PR, 2006.

LU, Q-Y.; ZHANG, Y.; WANG, Y.; WANG, D.; LEE, R.; GAO, K.; BYRNS, R.; HEBER, D. California Hass avocado: Profiling of carotenoids, tocopherol, fatty acid, and fat content during maturation and from different growing áreas. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 57, p. 10408-10413, 2009. DOI: 10.1021/jf901839h.

MAIRESSE G.; BENET M.; MÉTEAU K.; JUIN H.; DURAND D.; MOUROT J. Effect of plant antioxidant in n-3 polyunsaturated fatty acid-enriched diet on fatty acid composition and sensorial attributes of dry-cured ham. **International Journal Food Science Technology**, v. 46, n. 12, p. 2656-2662, Nov. 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02797.x.

MARTIN, D.; ANTEQUERA, T.; GONZALEZ, E.; LOPEZ-BOTE, C.; RUIZ, R. Changes in the fatty acid profile of the subcutaneous fat of swine throughout fattening as affected by dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 10820-10826, 2007. DOI: 10.1021/jf072213e.

MARTIN, D.; ANTEQUERA, T.; MURIEL, E.; ANDRES, A. I.; RUIZ, J. Oxidative changes of fresh loin from pig, caused by dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids, during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 111, p. 730-737, Nov. 2008b. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.04.048.

MARTIN, D.; MURIEL, E.; ANTEQUERA, T.; PEREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J. Fatty acid composition and oxidative susceptibility of fresh loin and liver from pigs fed conjugated linoleic acid in combination with monounsaturated fatty acids. **Food Chemistry**, v. 108, p. 86-96, 2008c. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.048.

MARTIN, D.; MURIEL, E.; GONZALEZ, E.; VIGUERA, J.; RUIZ, J. Effect of dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids on productive, carcass and meat quality traits of pigs. **Livestock Science**, v. 117, p. 155-164, 2008a. DOI: 10.1016/j.livsci.2007.12.005.

MARTÍNEZ-RAMÍREZ, H. R.; KRAMER, J. K. G.; LANGE, C. F. M. de. Retention of n-3 polyunsaturated fatty acids in trimmed loin and belly is independent of timing of feeding ground flaxseed to growing-finishing female pigs. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 1, p. 238-249, Jan. 2014. DOI: 10.2527/jas.2013-6607.

MAS, G.; LLAVALL, M.; COLL, D.; ROCA, R.; DIAZ, I.; GISPERT, M.; OLIVER, M. S.; REALINI, C. E. Carcass and meat quality characteristics and fatty acid composition of tissues from Pietrain-crossed barrows and gilts fed an elevated monounsaturated fat diet. **Meat Science**, v. 85, p. 707-714, Aug. 2010. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.03.028.

MAS, G.; LLAVALL, M.; COLL, D.; ROCA, R.; DIAZ, I.; OLIVER, M. S.; GISPERT, M.; REALINI, C. E. Effect of an elevated monounsaturated fat diet on pork carcass and meat quality traits and fatty acid composition from York-crossed barrows and gilts. **Meat Science**, v. 89, p. 419-425, Dec. 2011. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.05.011.

MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, J. D. D. de. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana*, Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP. **Alimentação e Nutrição**, v. 21, n. 2, p. 325-331, 2010.

MATTHEWS, K. R.; HOMER, D. B.; THIES, F.; CALDER, P. C. Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. **British Journal of Nutrition**, v. 83, p. 637-643, 2000. DOI: 10.1017/s0007114500000817.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. de; ARAÚJO, C. R. de. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, v. 9, n. 1, p. 67-72, 2008.

MELTON, S. L. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 12, p. 4421-4435, Dec. 1990. DOI: 10.2527/1990.68124421x.

MONZIOLS, M.; BONNEAU, M.; DAVENEL, A.; KOUBA, M. Comparison of the lipid content and fatty acid composition of intermuscular and subcutaneous adipose tissues in pig carcasses. **Meat Science**, v. 76, p. 54-60, May 2007. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.10.013.

MUSELLA, M.; CANNATA, S.; ROSSI, R.; MOUROT, J.; BALDINI, P.; CORINO, C. Omega-3 polyunsaturated fatty acid from extruded linseed influences the fatty acid composition and sensory characteristics of dry-cured ham from heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 11, p. 3578-3588, Nov. 2009. DOI: 10.2527/jas.2008-1355.

MYER, R. O.; LAMKEY, J. W.; WALKER, W. R.; BRENDEMUHL, J. H.; COMBS, G. E. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated: saturated ratio of pork fat. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 5, p. 1417-1423, May 1992. DOI: 10.2527/1992.7051417x.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 11th rev. ed. Washington, DC: National Academy Press, 2012. 400 p.

NGUYEN, L. Q.; NUIJENS, M. C. G. A.; EVERTS, H.; SALDEN, N.; BEYNEN, A. C. Mathematical relationships between the intake of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and their contents in adipose tissue of growing pigs. **Meat Science**, v. 65, p. 1399-1406, Dec. 2003. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00062-7.

NUERNBERG, K.; FISCHER, K.; NUERNBERG, G.; KUECHENMEISTER, U.; KLOSOWKA, D.; ELIMINOWSKA-WENDA, G.; FIEDLER, I.; ENDER, K. Effects of dietary olive oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. **Meat Science**, v. 70, p. 63-74, May 2005. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.12.001.

OLIVARES, A.; DAZA, A.; REY, A. I.; LOPEZ-BOTE, C. J. Interactions between genotype, dietary fat saturation and vitamin A concentration on intramuscular fat content and fatty acid composition in pigs. **Meat Science**, v. 82, p. 6-12, May 2009. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.11.006.

OLIVEIRA, A. L.; BRUNINI, M. A.; VISICATO, M. L.; SIQUEIRA, A. M. F. de; VARANDA, D. B. Atributos físicos em abacates (*Persa americana* L) provenientes da região de Ribeirão Preto – SP. **Revista Nucleus**, v. 1, n. 1, p. 259-266, 2003. DOI: 10.3738/nucleus.v1i1.232.

OSTROWSKA, E.; CROSS, R. F.; MURALITHARAN, M.; BAUMAN, D. E.; DUNSHEA, F. R. Dietary conjugated linoleic acid differentially alters fatty acid composition and increases conjugated linoleic acid content in porcine adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 915-928, 2003. DOI: 10.1079/bjn2003982.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, v. 40, p. 283-298, 2001. DOI: 10.1016/S0163-7827(01)00008-X.

PARK, Y.; ALBRIGHT, K. J.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; COOK, M. E.; PARIZA, M. W. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, v. 32, n. 8, p. 853-858, 1997. DOI: 10.1007/s11745-997-0109-x.

PEREIRA, A. A. F.; TIRAPPELI, K. G.; CHAVES-NETO, A. H.; BRASILINO, M. S.; ROCHA, C. Q.; BELLÓ-KLEIN, A.; LLESUY, S. F.; DORNELLES, R. C. M.; NAKAMUNE, A. C. M. *S. Ilex paraguariensis* supplementation may be an effective nutritional approach to modulate oxidative stress during perimenopause. **Experimental Gerontology**, v. 90, p. 14-18, 2017. DOI: 10.1016/j.exger.2017.01.011.

POMPEU, D.; WIEGAND, B. R.; EVANS, H. L.; RICKARD, J. W.; GERLEMANN, G. D.; HINSON, R. B.; CARR, S. N.; RITTER, M. J.; BOYD, R. D.; ALLE, G. L. Effect of corn dried distillers grains with solubles, conjugated linoleic acid, and ractopamine (paylean) on growth performance and fat characteristics of late finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 2, p. 793-803, Feb. 2013. DOI: 10.2527/jas.2012-5257.

RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; HIANE, P. A.; BRAGA NETO, J. A.; SIQUEIRA, E. M. de A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, Supl., p. 90-94, Dec. 2008. DOI: 10.1590/S0101-20612008000500015.

RAMSAY, T. G.; EVOCK-CLOVER, C. M.; STEELE, N. C.; AZAIN, M. J. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 8, p. 2152-2161, Aug. 2001. DOI: 10.2527/2001.7982152x.

REALINI, C. E.; DURAN-MONTGÉ, P.; LIZARDO, R.; GISPERT, M.; OLIVER, M. A.; ESTEVE-GARCIA, E. Effect of source of dietary fat on pig performance, carcass characteristics and carcass fat content, distribution and fatty acid composition. **Meat Science**, v. 85, p. 606-612, Aug. 2010. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.03.011.

RENTFROW, G.; SAUBER, T. E.; ALLE, G. L.; BERG, E. P. The influence of diets containing either conventional corn, conventional corn with choice white grease, high oil corn, or high oil high oleic corn on belly/bacon quality. **Meat Science**, v. 64, p. 459-466, Aug. 2003. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00215-2.

ROMANS, J. R.; JOHNSON, R. C.; WULF, D. M.; LIBAL, G. W.; COSTELLO, W. J. Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of 15% flaxseed. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 7, p. 1982-1986, July 1995b. DOI: 10.2527/1995.7371982x.

ROMANS, J. R.; WULF, D. M.; JOHNSON, R. C.; LIBAL, G. W.; COSTELLO, W. J. Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: II. Duration of 15% dietary flaxseed. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 7, p. 1987-1999, July 1995a. DOI: 10.2527/1995.7371987x.

ROTAVA, R.; ZANELLA, I.; SILVA, L. P. da; MANFRON, M. P.; CERON, C. S.; ALVES, S. H.; KARKOW, A. K.; SANTOS, J. P. A. Antibacterial, antioxidant and tanning activity of grape by-product. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 91-96, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009000300051.

RUSSO, G. L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. **Biochemical Pharmacology**, v. 77, p. 937-946, 2009. DOI: 10.1016/j.bcp.2008.10.020.

SAUVANT, D.; HEUZÉ, V.; TRAN, G.; LESSIRE, M. Rapeseeds and canola seeds. **Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2015. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/15617>. Acesso em: 9 jul. 2017.

SCHINELLA, G. R.; TROIANI, G.; DA VILA, V.; BUSCHIAZZO, P. M. de, TOURNIER, H. A. Antioxidant effects of an aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochemical Biophysical Research Communications**, v. 269, p. 357-360, Mar. 2000. DOI: 10.1006/bbrc.2000.2293.

SHEARD, P. R.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; GILL, B. P.; RICHARDSON, R. I. Shelf life of pork and pork products with raised n-3 PUFA. **Meat Science**, v. 55, p. 213-221, Aug. 2000. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00215-2.

SHI, J.; YU, J.; POHORLY, J. E.; KAKUDA, Y. Polyphenolics in grape seeds – biochemistry and functionality. **Journal of Medicinal Food**, v. 6, n. 4, p. 291-299, 2003. DOI: 10.1089/109662003772519831.

SIEBRA, J. E. da C.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; DUTRA JUNIOR, W. M. Uso do farelo de coco nas dietas de suínos para abate. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 604-614, 2009.

SILVA, K. P. D.; NANTES, E. C. S.; CAMPOS, R. P.; MILÃO, E. C.; CALARGE, A. Caracterização da polpa de bociuva congelada. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 11., 2015. **Anais...** vol. 2, Campinas: UNICAMP, 2015.

SILVEIRA-ALMEIDA, B. C. **Utilização do bagaço de uva em rações para suínos em terminação**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife, PE, 2017.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p. 365-379, Oct. 2002.

SMITH, D. R.; KNABE, D. A.; SMITH, S. B. Depression of lipogenesis in swine adipose tissue by specific dietary fatty acids. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 5, p. 975-983, May 1996. DOI: 10.2527/1996.745975x.

SMITH, R. D.; KELLY, C. N. M.; FIELDING, B. A.; HAUTON, D.; RENUKA, K. D.; SILVA, R.; NYDAHL, M. C.; MILLER, G. J.; WILLIAMS, C. M. Long-term monounsaturated fatty acid diets reduce platelet aggregation in healthy young subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 597-606, 2003. DOI: 10.1079/bjn2003953.

SMITH, S. B.; HIVELEY, T. S.; CORTESE, G. M.; HAN, J. J.; CHUNG, K. Y.; CASTEÑADA, P.; GILBERT, C. D.; ADAMS, V. L.; MERSMANN, H. J. Conjugated linoleic acid depresses the Δ^9 desaturase index and stearoyl coenzyme A desaturase enzyme activity in porcine subcutaneous adipose tissue. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 8, p. 2110-2115, Aug. 2002. DOI: 10.1093/ansci/80.8.2110.

SU, B.; WANG, L.; WANG, H.; SHI, B.; SHAN, A.; LI, Y. Conjugated linoleic acid and betain prevent pork quality issues from diets containing distillers' dried grains with soluble. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 93, n. 4, p. 477-485, Dec. 2013. DOI: 10.4141/cjas2013-056.

TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T. A Distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 37, n. 1, p. 44-48, 1960. DOI: 10.12691/ajfst-2-1-6.

TEYE, G. A.; SHEARD, P. R.; WHITTINGTON, F. M.; NUTE, G. R.; STEWART, A.; WOOD, J. D. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. **Meat Science**, v. 73, p. 157-165, May 2006. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.11.010.

TRENTINI, C. P.; OLIVEIRA, D. M.; ZANETTE, C. M.; SILVA, C. da. Low-pressure solvent extraction of oil from macaúba (*Acrocomia aculeata*) pulp: characterization of oil and defatted meal. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 725-731, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150740.

USDA. Department of Agriculture. **United States USDA national nutrient database for standard reference**. Release 28. Washington D.C.: Department of Agriculture (USDA), 2018. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>. Acesso em: 8 jul. 2018.

VANDERJAGT, T. J.; GHATTAS, R.; VANDERJAGT, D. J.; CROSSEY, M.; GLEW, R. H. Comparison of the total antioxidant content of 30 widely used medicinal plants of New Mexico. **Life Sciences**, v. 70, p. 1035-1040, 2002. DOI: 10.1016/S0024-3205(01)01481-3

VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O. G.; PORTELLA, A. C.; CANDIDO, L. M. B. Efeito do processamento na atividade antioxidante de uva. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 159-165, 2008.

WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; BOUCQUÉ, C. V. Effect of incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 435-445, Aug. 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00011-4.

WEBER, T. E.; RICHERT, B. T.; BELURY, M. A.; GU, Y.; ENRIGHT, Y.; SCHINCKEL, A. P. Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 3, p. 720-732, Mar. 2006. DOI: 10.2527/2006.843720x.

WHITTINGTON, F. M.; PRESCOTT, N. J.; WOOD, J. D.; ENSER, M. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85 kg live weight. **Journal of Science of Food Agriculture**, v. 37, n. 8, p. 753-761, Aug. 1986.

WIEGAND, B. R.; PARRISH, F. C.; SWAN, J. E.; LARSEN, S. T.; BAAS, T. J. Conjugated linoleic acid improves feed efficiency, decreases subcutaneous fat, and improves certain aspects of meat quality in stress-genotype pigs. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 8, p. 2187-2195, Aug. 2001. DOI: 10.2527/2001.7982187x.

WIEGAND, B. R.; SPARKS, J. C.; PARRISH, F. C. Jr; ZIMMERMAN, D. R. Duration of feeding conjugated linoleic acid influences growth performance, carcass traits, and meat quality of finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 3, p. 637-643, Mar. 2002. DOI: 10.2527/2002.803637x.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids**. Genebra, 10-14 nov. 2008. Joint FAO/WHO expert consultation on fats and fatty acids in human nutrition Disponível em: http://www.who.int/nutrition/topics/FFA_summary_rec_conclusion.pdf. Acesso em: 25 jul. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO and FAO joint consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, v. 53, n. 7, p. 202-205, 1995.

YAN, L.; KIM, I. H. Effect of dietary grape pomace fermented by *Saccharomyces boulardii* on the growth performance, nutrient digestibility and meat quality in finishing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 12, p. 1763-70, 2011. DOI: 10.5713/ajas.2011.11189.

YING, W.; TOKACH, M. D.; DEROUCHÉY, J. M.; HOUSER, T. E.; DRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Effects of dietary L-carnitine and dried distillers grains with solubles on growth, carcass characteristics, and loin and fat quality of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 7, p. 3211-3219, July 2013. DOI: 10.2527/jas.2012-5606.

ZANARDI, E.; NOVELLI, E.; NANNI, N.; GHIRETTI, G. P.; DELBONO, G.; CAMPANINI, G.; DAZZI, G.; MADARENA, G.; CHIZZOLINI, R. Oxidative stability and dietary treatment with vitamin E, oleic acid and copper of fresh and cooked pork chops. **Meat Science**, v. 49, n. 3, p. 309-320, 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(97)00131-9.

ZAWADSKI, A. de; ARRIVETTI, L. O. R.; VIDAL, M. P.; CATAI, J. R.; NASSU, R. T.; TULLIO, R. R.; BERNDT, A.; OLIVEIRA, C. R.; FERREIRA, A. G.; NEVES-JUNIOR, L. F.; COLNAGO, L. A.; SKIBSTED, L. H.; CARDOSO, D. R. Mate extract as feed additive for improvement of beef quality. **Food Research International**, v. 99, p. 336-347, Sep. 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.05.033.