

Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos em bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagens

Correlation between consumption and deposition of fatty acids in cattle supplemented with low purity glycerin in pastures

Evani Souza de Oliveira Strada^{1*}; Robério Rodrigues Silva²;
Gleudson Giordano Pinto de Carvalho³; Larissa Pires Barbosa¹;
Fabiana Lana de Araújo¹; Alexandre Moraes Pinheiro¹; Fabiano Ferreira da Silva²;
Kaliane Nascimento de Oliveira⁴; Carlos Emanuel Eiras⁴

Resumo

Objetivou-se determinar a correlação linear existente entre os ácidos graxos consumidos e depositados no músculo *Longissimus dorsi* de 35 bovinos machos não castrados, mestiços, com predominância da raça Nelore, com peso inicial médio de $428,0 \pm 32,11$ kg, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco dietas e sete animais por dieta durante 74 dias. As dietas consistiram de níveis de inclusão da glicerina (0, 3, 6, 9 e 12%) na matéria seca (MS). Os animais foram pesados a cada 28 dias para avaliação do ganho de peso médio diário (GMD) e ajuste das dietas. Amostras do capim *Brachiaria decumbens*, dos suplementos, assim como do músculo *Longissimus dorsi* foram analisadas para avaliação do perfil de ácidos graxos. A correlação foi realizada estimando-se os coeficientes de correlação linear de Pearson. Os resultados encontrados demonstram a existência de correlações entre os ácidos graxos consumidos com aqueles depositados no músculo dos animais. As correlações observadas modificaram o perfil dos ácidos graxos da carne com redução da concentração dos ácidos graxos monoinsaturados e aumento da concentração dos ácidos graxos da série $\omega - 6$, assim como da razão entre os ácidos graxos da série $\omega - 6$ e $\omega - 3$. Não foram verificadas correlações com os ácidos graxos hipercolesterêmicos (láurico, mirístico e palmítico) do músculo dos bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza.

Palavras-chave: Biodiesel, bovinos de corte, glicerol, lipídios, pasto

Abstract

The objective was to determine the existing linear correlation between the consumed fatty acids and deposited in the muscle *Longissimus dorsi* 35 uncastrated male bovine animals, crossbred Nelore predominance, with average weight of 428.0 ± 32.11 kg, ending in *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. The experimental design was completely randomized with five diets and seven animals for 74 days. Diets consisted of glycerin inclusion levels (0, 3, 6, 9 and 12%) in the dry matter (DM). The animals

¹ Profs., Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, BA. E-mail: evanistrada@ufrb.edu.br; lpires73@yahoo.com.br; fabianalanadearaujo@hotmail.com; amp@ufrb.edu.br

² Profs., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: rrsilva.uesb@hotmail.com; ffsilva@cnpq.com.br

³ Prof., Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, BA. E-mail: gleidsongiordano@yahoo.com.br

⁴ Discentes do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, PR. E-mail: kalyoliveira@hotmail.com; carlos.eiras@hotmail.com

* Autor para correspondência

were weighed every 28 days to assess the weight gain (ADG) and adjusts the diets. Samples of *Brachiaria decumbens*, supplements, and *Longissimus dorsi* were analyzed for evaluation of fatty acid profile. The correlation was performed by estimating the coefficients of linear correlation. The observed correlation profile of the modified meat fatty acid with a reduced concentration of monounsaturated fatty acids and increasing the concentration of fatty acids of the ω series - 6 as well as the ratio between the fatty acids of the series ω - and ω 6 - 3. No correlations were found with hipercolesterêmicos fatty acids (lauric , myristic and palmitic) of bovine muscle supplemented with low purity glycerin .

Key words: Biodiesel, beef cattle, glycerol, lipids, pasture

Introdução

O uso de alimentos alternativos pode ser uma escolha viável na produção de ruminantes, principalmente se não comprometerem o desempenho do animal e se seus custos forem menores que o dos alimentos convencionais (GUNN et al., 2010).

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com a glicerina bruta, coproduto da indústria do biodiesel, como uma alternativa na alimentação de ruminantes (EIRAS et al., 2014; LAGE et al., 2010; MACH; BACH; DEVANT, 2009; PARSONS; SHELOR; DROUILLARD, 2008; WANG et al., 2009). Para cada tonelada de biodiesel, são produzidos aproximadamente 100 kg de glicerina bruta (OLIVEIRA et al., 2013).

O glicerol, principal componente da glicerina, é energético e tem potencial de uso como substituto parcial dos grãos de cereais ou outros ingredientes com elevado teor de amido (DEFRAIN et al., 2004; LAMMERS et al., 2008).

Quando absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, o glicerol é direcionado ao fígado onde, pela ação da enzima glicerol quinase, é transformado em glicose. Contudo, quando fermentado no rúmen gera propionato que, no fígado por meio do ciclo de Krebs, é metabolizado a oxaloacetato, que pode ser utilizado na síntese da glicose pela via gliconeogênica (LAGE et al., 2010) ou, em condições de energia excedente, é direcionado para a síntese de triacilgliceróis (PALMQUIST ; MATTOS, 2006).

A taxa de triacilgliceróis, assim como o perfil de seus ácidos graxos são os principais atributos da carne avaliados pelos consumidores. Esse fato deve-se à divulgação de resultados de estudos que evidenciam correlação positiva entre a gordura saturada e o colesterol com problemas cardiovasculares, obesidade e câncer (DEPARTMENT OF HEALTH, 1994; GRUNDY; DENKE, 1990).

Entretanto, ainda existem muitas controvérsias com relação ao real efeito da gordura animal sobre a saúde humana (BROUWER; WANDER; KATAN, 2013; GEBAUER et al., 2011). Desta forma, enquanto não há um consenso entre a comunidade científica, a recomendação é que seja reduzida a ingestão de gorduras com altas concentrações de colesterol e de ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans* e aumento do consumo de ácidos graxos monoinsaturados e dos ácidos graxos poli-insaturados, uma vez que estes estão associados à diminuição das doenças cardiovasculares (COSTA et al., 2008).

Segundo Geay et al. (2001), a quantidade e a natureza dos lipídios encontrados na carne são altamente variáveis, dependentes das condições de alimentação, da digestão, da absorção intestinal, do metabolismo hepático e do sistema de transporte desses lipídios.

Assim, objetivou-se avaliar a correlação linear entre os ácidos graxos da dieta contendo teores de inclusão de glicerina de baixa pureza e do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovino de Corte da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas – BA, em uma área de 35 hectares (ha) formada de *Brachiaria decumbens*, dividida em cinco piquetes com, aproximadamente, sete ha cada, com acesso a praça de alimentação.

O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2010, num total de 88 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais e 74 dias para coletas dos dados.

Utilizou-se 35 bovinos machos não castrados, mestiços, com predominância da raça Nelore, com peso corporal inicial médio de $428,0 \pm 32,11$ kg, suplementados na proporção de 1,0% do peso corporal (PC), distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco dietas e sete animais por dieta.

Os suplementos continham 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta total, sendo formuladas segundo o NRC (2000) para atender as exigências de manutenção e ganho de peso médio diário (GMD) de $1,2 \text{ kg dia}^{-1}$ (Tabela 1) e fornecidas uma vez ao dia, às 11 horas.

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados.

	<i>Brachiaria decumbens</i>	Níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza (%MS)				
		0	3	6	9	12
Ingredientes (%)						
Milho Grão Moído		79,35	70,91	62,30	53,53	44,58
Farelo de Soja		17,30	18,95	20,64	22,35	24,10
Glicerina bruta		-	6,76	13,65	20,68	27,85
Ureia		1,85	1,87	1,88	1,90	1,92
Mistura Mineral ¹		0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
Calcário		0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Componentes (%)						
Matéria seca	31,60	85,81	87,52	86,00	84,49	85,36
Matéria mineral	8,30	3,06	3,30	3,53	3,49	3,81
Matéria orgânica	91,70	96,94	96,70	96,47	96,51	96,19
Proteína bruta	13,10	24,39	24,69	24,29	22,33	23,54
Extrato etéreo	2,98	3,13	5,39	6,23	6,62	8,56
Fibra em detergente neutro	69,61	25,49	25,01	25,25	18,98	18,51
FDNcp ²	62,32	13,64	7,41	5,87	6,33	4,28
Carboidratos totais	75,55	69,42	66,62	65,95	67,56	64,09
CNFcp ³	5,94	43,93	41,61	40,70	48,58	45,58
NDT ⁴	56,87	89,00	85,84	84,87	92,13	92,66
CEM ⁵ (Mcal de EM/kg de MS)	3,88	3,92	3,78	3,74	4,06	4,09

¹Composição em 100g: Cloreto de sódio (NaCl) - 47,15g; Fosfato bicálcico - 50g; Sulfato de zinco - 1,5g; Sulfato de cobre- 0,75g; Sulfato de cobalto - 0,05g; Iodato de potássio - 0,05g; Sulfato de magnésio- 0,5g. ²Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; ³Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas; ⁴Nutrientes digestíveis totais; ⁵Concentração de energia metabolizável.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os animais foram pesados a cada 28 dias, sempre após um jejum alimentar de 14 horas, para acompanhamento do desempenho animal e ajuste da dieta.

As análises químicas das amostras da forragem e dos suplementos (Tabela 1) foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia em Itapetinga-BA. Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), massa orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), segundo técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Para a determinação

$$\text{CNFcp} = \left(100 - (\% \text{FDNcp} - (\% \text{PB} - \text{PBu} + \text{U}) - \% \text{EE} - \% \text{cinzas}) \right),$$

em que: PBu = proteína bruta da ureia; U= quantidade de uréia.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo NRC (2001), utilizando-se a seguinte equação: $\text{NDT}(\%) = \text{CFNcp} + \text{PBD} + (2,25 \times \text{EED}) + \text{FDNcp} - 7$

Em que: PBD, FDNcpD, CNFcpD e EED representam, respectivamente, ingestões de PB, FDNcp, CNFcp e EE digestíveis.

Para a energia metabolizável, considerou-se que 1,0 kg de NDT equivalem a 4,409 Mcal de energia digestível e para a transformação em energia metabolizável utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível (NRC, 1996).

Para estimar a ingestão de nutrientes oriundos de suplemento utilizou-se o óxido crômico (Cr_2O_3) e LIPE® como indicadores externos segundo metodologias descritas por Kimura e Miller (1957) e Saliba et al. (2003), respectivamente e, a ingestão de pasto por meio da fibra insolúvel e fibra indigestível em detergente neutro (FDNi) como indicador interno Casali et al. (2008) (Tabela 2).

A glicerina utilizada foi analisada pelo método de Karl Fischer no Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Curitiba – PR e apresentou a seguinte composição físico-química em porcentagem

da fibra em detergente neutro (FDN) utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest, Robertson e Lewis (1991).

Os carboidratos totais (CHOT) estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$\text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}).$$

O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN e os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Detmann e Valadares Filho (2010).

na matéria natural: 43,9% de glicerol, 6,0 % de metanol, 33,6 % de ácidos graxos totais, 9,0% de água e 7,3 % de matéria mineral.

Os animais foram abatidos segundo rotina do frigorífico comercial e logo após o abate, as carcaças foram identificadas e, posteriormente, resfriadas por 24 horas a 2°C. Após o resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11ª e 13ª costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada, congelada e encaminhada ao laboratório de análises de alimento e nutrição animal da Universidade Estadual de Maringá - PR para análises posteriores.

Para a extração dos lipídios totais dos concentrados, forragem e da glicerina bruta utilizou-se a metodologia proposta por Folch, Lees e Stanley (1957) e para os lipídios da carne o método desenvolvido por Bligh e Dyer (1959), fazendo-se a correção da umidade das amostras para 80%.

O método utilizado para a preparação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada conforme método 5509 da ISO (1978).

A análise cromatográfica foi conduzida utilizando um cromatógrafo a gás Varian, modelo CP-3380, equipado com detector de ionização em chama, injetor do tipo com/sem divisão de amostra e coluna capilar de sílica fundida CP-7420 (100% cianopropil ligado, dimensões: 100 m, 0,25 mm d.i. e 0,25 µm de fase estacionária).

Tabela 2. Ingestões médias diárias de nutrientes por bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza.

Itens	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
MSS ¹ (kg/dia)	4,16	4,60	3,92	4,78	3,83	0,15	0,975	0,490	0,603
MSS (%PC)	0,90	1,01	0,81	1,00	0,80	0,03	0,789	0,665	0,799
MSV ² (kg/dia)	7,05	5,51	6,01	6,4	5,85	0,21	0,290	0,341	0,112
MSV (%PC)	1,54	1,20	1,23	1,34	1,25	0,05	0,263	0,236	0,151
MST ³ (kg/dia)	11,21	10,12	9,94	11,18	9,68	0,24	0,363	0,657	0,150
MST (%PC)	2,45	2,21	2,04	2,34	2,06	0,06	0,296	0,497	0,311
MO ⁴ (kg/dia)	10,47	9,54	9,17	10,49	9,05	0,22	0,367	0,665	0,160
FDN ⁵ (kg/dia)	6,0	4,90	5,14	5,32	4,82	0,15	0,076	0,158	0,079
FDN (%PC)	1,31	1,09	1,05	1,11	1,03	0,04	0,090	0,136	0,131
PB ⁶ (kg/dia)	1,88	1,90	1,80	1,92	1,61	0,04	0,186	0,186	0,206
EE ⁷ (kg/dia)	0,35	0,40	0,42	0,51	0,50	0,01	<.0001*	<.0001	0,0002
CNF ⁸ (Kg/dia)	2,53	2,58	2,20	3,07	2,40	0,08	0,471	0,682	0,241
NDT ⁹ (Kg/dia)	6,90	6,30	5,80	7,13	5,08	0,24	0,169	0,337	0,087
ED ¹⁰ (Mcal/dia)	30,42	27,80	25,50	31,45	22,41	1,08	0,169	0,337	0,087
EM ¹¹ (Mcal/dia)	24,94	22,80	20,91	25,79	18,37	0,89	0,169	0,337	0,087

EPM=Erro padrão da média; L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina de baixa pureza na dieta; ¹ Matéria seca do suplemento; ² Matéria seca do volumoso; ³ Matéria seca total ; ⁴ Matéria orgânica; ⁵ Fibra em detergente neutro; ⁶ Proteína bruta; ⁷ Extrato etéreo; ⁸ Carbohidratos não fibrosos; ⁹ Nutrientes digestíveis totais; ¹⁰ Energia digestível; ¹¹ Energia metabolizável. * $\hat{Y}=0,4239x+0,30926$ ($R^2=0,46$).

Fonte: Elaboração dos autores.

As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas a 220°C e 240°C, respectivamente. As vazões dos gases foram de 1,4 mL min⁻¹ para o gás de arraste (H₂), 30 mL min⁻¹ para o gás-auxiliar (N₂), 30 mL min⁻¹ e 300 mL min⁻¹ para o gás (H₂) e para o ar sintético da chama, respectivamente.

O divisor de amostra foi de 1/80. Os parâmetros de operação usados foram: temperatura da coluna de 165°C por 12 minutos, sendo então elevada para 180°C a uma taxa de 40°C min⁻¹, permanecendo nessa temperatura por 15 minutos e em seguida elevada para 240°C a uma taxa de 15°C min⁻¹, por 18,62 minutos, que resultou em uma corrida de 50 minutos. As áreas dos picos foram determinadas

através do software Workstation 5.0 (Varian).

A quantificação dos ácidos graxos foi realizada após a normalização das áreas. Os picos foram identificados por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

O perfil dos ácidos graxos dos suplementos, da *Brachiaria decumbens* e da glicerina de baixa pureza encontra-se na Tabela 3 e o consumo de ácidos graxos na Tabela 5. A composição de ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi* encontra-se na Tabela 6.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos dos suplementos, *Brachiaria decumbens* e da glicerina de baixa pureza.

Ácidos graxos (%)	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)						<i>Brachiaria</i>	Glicerina
	0	3	6	9	12			
Saturados (AGS)								
14:0 mirístico	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	1,8	0,8	
16:0 palmítico	14,8	13,2	14,0	15,1	15,8	31,9	20,7	
18:0 esteárico	2,7	3,3	2,6	2,6	2,6	2,1	5,4	
Monoinsaturados (AGMI)								
15: 1 ω - 9 pentadecanóico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	
16:1 ω - 9 9 palmitoléico	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,7	0,0	
18:1 ω - 9 oléico	30,2	29,8	25,8	23,1	21,0	2,0	23,2	
18:1ω -7t octadecanóico	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	1,0	
Polinsaturados (AGPI)								
18:2 ω - 6 linoléico	49,2	50,5	54,0	56,5	56,8	14,9	46,2	
18:3 ω - 3 α linolênico	1,9	2,0	2,3	2,4	2,4	44,8	0,6	
18:3 ω - 6 γ linolênico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	
Somatórios e Razão								
AGS	17,8	16,7	16,8	17,0	18,7	35,8	27,0	
AGMI	31,1	30,8	26,9	24,1	22,1	4,5	24,2	
AGPI	51,1	52,5	56,3	58,9	59,2	59,7	48,8	
ω - 6 ¹	49,2	50,5	54,0	56,5	56,9	14,9	48,2	
ω - 3 ²	1,9	2,0	2,3	2,4	2,4	44,8	0,6	
ω - 9 ³	30,5	30,0	26,6	23,9	21,3	4,0	23,2	
AGS/AGPI ⁴	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	
ω - 6/ω - 3 ⁵	25,9	25,3	23,5	23,5	23,7	0,3	80,3	

¹ácidos graxos da série ω - 6; ²ácidos graxos da série ω - 3; ³ácidos graxos da série ω - 9; ⁴razão ácidos graxos saturados:ácidos graxos polinsaturados; ⁵razão ácidos graxos da série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Fonte: Elaboração dos autores.

A significância do coeficiente de correlação foi testada por meio do teste “t” a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG (2001). Para análise dos dados, foi calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson entre a composição

dos ácidos graxos consumidos com a composição dos ácidos graxos encontrados no músculo. Em que r assume valores entre -1 (associação linear negativa) e 1 (associação linear positiva). A interpretação dos valores de r encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4. Interpretação dos coeficientes de correlação linear de Pearson

Valores de "r"	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação bem fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: SHIKAMURA (2006).

Tabela 5. Consumo de ácidos graxos (kg/dia) de bovinos suplementados em pastagem *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza.

Ácidos graxos	Níveis de inclusão de glicerina				
	0	3	6	9	12
Saturados (AGS)					
14:0	0,011	0,009	0,010	0,010	0,010
16:0	0,252	0,231	0,245	0,245	0,248
17:0	0,003	0,0031	0,0033	0,0032	0,003
18:0	0,024	0,027	0,028	0,028	0,029
20:0	0,002	0,0021	0,0023	0,0023	0,027
21:0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
22:0	0,0003	0,0009	0,0004	0,0004	0,0004
Moinsaturados (AGMI)					
15: 1 ω - 9	0,008	0,007	0,008	0,007	0,007
16:1 ω - 9	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005
16: 1 ω - 7	0,002	0,002	0,002	0,002	0,007
18:1 ω - 9c	0,125	0,135	0,115	0,108	0,99
18:1 ω - 7t	0,004	0,005	0,005	0,005	0,002
20:1 ω - 9	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004
Poli-insaturados (AGPI)					
18: 2 ω - 6	0,27	0,31	0,30	0,32	0,32
18: 3 ω - 3	0,27	0,24	0,27	0,26	0,26
Somatório e Razão					
AGS	0,29	0,27	0,29	0,28	0,29
AGMI	0,14	0,16	0,13	0,12	0,12
AGPI	0,55	0,55	0,57	0,58	0,58
ω - 6 ¹	0,24	0,30	0,30	0,32	0,32
ω - 3 ²	0,27	0,24	0,27	0,26	0,20
ω - 9 ³	0,14	0,15	0,13	0,12	0,11
AGS:AGPI ⁴	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
ω - 6: ω - 3 ⁵	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10

¹ ácidos graxos da série ω - 6; ² ácidos graxos da série ω - 3; ³ ácidos graxos da série ω - 9; ⁴ ácidos graxos poliinsaturados; ácidos graxos saturados; ⁵ ácidos graxos da série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza.

Ácidos graxos	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)				
	0	3	6	9	12
Saturados (AGS)					
12:0 (láurico)	0,16	0,13	0,13	0,12	0,13
13:0 (tridecanóico)	0,13	0,16	0,11	0,11	0,11
14:0 (mirístico)	2,09	1,74	2,48	2,41	2,37
15:0 (pentadecanóico)	0,43	0,43	0,43	0,44	0,47
16:0 (palmitico)	23,49	21,86	23,38	23,35	22,95
17:0 (margárico)	0,91	0,88	1,04	0,87	1,03
18:0 (esteárico)	17,96	17,94	19,98	16,63	17,06
20:0 (araquídico)	0,11	0,10	0,11	0,09	0,11
21:0 (heneicosanóico)	0,54	0,62	0,80	0,97	1,15
22:0 (behênico)	0,15	0,15	0,16	0,12	0,15
24:0 (lignocérico)	0,63	0,79	0,42	0,55	0,43
Monoinsaturados (AGMI)					
14:1 (miristoléico)	0,31	0,29	0,37	0,44	0,47
15:1 ω - 9 (9pentadecanóico)	0,25	0,25	0,20	0,17	1,18
16:1 ω - 7 (7 palmitoléico)	0,55	0,52	0,58	0,48	0,53
16:1 ω - 9 (9 palmitoléico)	2,37	2,13	2,16	2,53	2,53
17:1 ω - 9 (9 heptadecanóico)	0,68	0,65	0,62	0,67	0,73
18:1 ω - 7c (<i>cis</i> vacênico)	1,15	1,14	1,00	1,10	1,11
18:1 ω - 9 (oléico)	32,47	31,01	32,25	30,99	33,36
18:1 t - 11 (<i>trans</i> vacênico)	2,00	2,50	4,13	4,37	5,54
Poli-insaturados (AGPI)					
18:2 ω - 6 (linoléico)	8,65	9,02	5,54	9,14	6,47
18:2c-9,t-11(CLA)	0,08	0,08	0,10	0,08	0,10
18:3 ω - 6 γ (linolênico)	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15
18:3 ω - 3 (α linolênico)	1,27	1,42	0,83	1,07	0,79
20:2 ω - 6 (eicosadienóico)	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01
20:4 ω - 6 (araquidônico)	0,29	0,27	0,17	0,23	0,17
20:3 ω - 3 (eicosatrienóico)	0,14	0,15	0,11	0,11	0,09
20:5 ω - 3 (eicosapentaenoico)	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08
22:6 ω - 3 (docosahexanóico)	2,74	3,23	1,66	2,57	1,61
Somatório e Razão					
AGS	46,69	44,85	49,09	45,71	46,01
AGMI	39,81	38,52	41,34	40,78	44,48
AGPI	13,40	16,53	9,45	13,41	9,39
ω - 6 ¹	9,12	11,58	6,75	9,54	6,82
ω - 3 ²	4,28	4,95	2,70	3,87	2,57
AGS:AGPI ³	3,5	2,7	5,2	3,4	4,9
ω - 6: ω - 3 ⁴	2,21	2,32	2,51	2,52	2,67

¹ácidos graxos da série ω - 6; ²ácidos graxos da série ω - 3; ³razão ácidos graxos saturados : ácidos graxos polinsaturados; ⁴razão ácidos graxos da série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Fonte: Elaboração dos autores.

Resultados e Discussão

O ácido graxo (AG) esteárico (18:0) da dieta apresentou correlação linear positiva moderada com o AG heneicosanóico (21:0) encontrado na carne (Tabela 7). Essa correlação não tem uma explicação bem definida, pois os ácidos graxos de cadeia ímpar são formados pela síntese *de novo*, a partir do propionato resultante da fermentação ruminal, que pela ação da propionil-CoA sintetase, encontrada nas bactérias, é transformado em propionil-CoA e finalmente a AG de cadeia ímpar (FERNANDES; SAMPAIO; HENRIQUE, 2009).

O ácido heneicosanóico, ainda que seja um

ácido graxo saturado (AGS) não tem efeito sobre o nível de lipoproteína de baixa densidade (LDL) plasmático, pois sendo um AG de cadeia longa apresenta baixa absorção intestinal (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Correlação positiva forte foi observada entre o AG esteárico e o AG *trans* vacênico (18:1 *t* - 11). O AG esteárico pode ter inibido o processo de biohidrogenação do ácido *trans* vacênico a ácido graxo linoleico conjugado (CLA) no rúmen, favorecendo a absorção intestinal do ácido *trans* vacênico e conseqüentemente sua deposição no músculo.

Tabela 7. Correlação entre ácidos graxos da dieta e os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza.

Ácidos graxos da carne	Ácidos graxos da dieta							
	18:0		18:1 ω - 9		18:1 ω -7		18:2 ω - 6	
	r	P	r	P	r	P	r	P
21:0	0,65	<0,0001	-0,50	0,002	-0,58	0,002	-	-
18:1 <i>t</i> - 11	0,73	<0,0001	-	-	-0,54	0,0006	0,38	0,027
18:2 <i>c</i> -9, <i>t</i> -11	-	-	-0,35	0,037	-	-	-	-
18:3 ω - 3	-0,35	0,034	-0,38	0,022	0,33	0,046	-	-
20:2 ω - 6	-	-	0,52	0,0013	-	-	-	-
20:3 ω - 3	-0,37	0,025	-	-	-0,37	0,027	-	-
20:5 ω - 3	-0,33	0,046	-	-	0,36	0,029	-	-
AGMI ¹	-	-	-0,37	0,025	-0,53	0,0009	-	-
ω - 6 : ω - 3	0,52	0,001	-	-	-	-	0,33	0,048

¹ ácidos graxos monoinsaturados.

Fonte: Elaboração dos autores.

Em seres humanos, por proporcionarem aumento na concentração de LDL, os ácidos *trans* são considerados perigosos para a saúde. Partículas de LDL causam lesão no endotélio vascular com o desenvolvimento de doença inflamatória crônica da camada íntima de artérias de médio e grande calibre chamada de aterosclerose (SBC, 2007).

O AG esteárico apresentou correlação negativa fraca com os ácidos graxos α linolênico (18:3 ω -3),

eicosatrienóico (20:3 ω -3) e o eicosapentaenoico - EPA (20:5 ω -3) e correlação positiva moderada com a razão entre os ácidos graxos da série ω - 6 e ω - 3 (Tabela 7). Segundo Gregory et al. (2009) o AG α linolênico é convertido, no tecido adiposo, nos demais ácidos graxos da série ω - 3, assim a diminuição da concentração do AG α linolênico pode ter promovido déficit na síntese dos ácidos graxos eicosatreinóico e EPA e por conseguinte aumento na razão ω - 6: ω - 3 na carne.

Em relação ao AG oléico (18:1 ω - 9) consumido constatou-se correlação negativa moderada com os ácidos graxos heneicosanóico (21:0), e negativa fraca com os ácidos CLA (18:2 *c* - 9, *t* - 11), α linolênico (18:3 ω - 3) e com AGMI e correlação positiva moderada com o AG eicosadienóico (20:2 ω - 6) do músculo (Tabela 7).

O AG oléico pode competir com o AG α linolênico, bioprecursor dos ácidos graxos da série ω - 3, e com seus produtos intermediários pelas enzimas dessaturases e elongases (WOUTERSEN et al., 1999). Isso pode ter sido a razão da diminuição da deposição do AG α linolênico e do CLA na carne e consequentemente, redução na concentração do somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI).

O AG *cis* vacênico (18:1 ω - 7) da dieta apresentou correlação negativa moderada com os ácidos graxos heneicosanóico (21:0), *trans* vacênico (18:1*t*-11) e AGMI e negativa fraca com os ácidos graxos α linolênico (18:3 ω -3), eicosatrienóico (20:3 ω -3) e com o EPA. Esses resultados demonstram que a presença do AG *cis* vacênico pode ter favorecido a deposição dos ácidos da série ω - 3 no músculo *Longissimus dorsi*.

O aumento do teor ω - 3 na carne pode influenciar a cor, reduzir o tempo de prateleira e melhorar os atributos sensoriais da carne (SCOLLAN et al., 2006). Por outro lado, os ácidos graxos da série ω - 3 podem diminuir a síntese da lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL), as concentrações de triglicerídeos, a adesividade

plaquetária e promoverem pequena redução na pressão arterial bem como o risco de doença coronária (OLIVEIRA; VIEIRA, 2004; RIQUE; SOARES; MEIRELLES, 2002).

Para o AG linoleico (18:2 ω - 6) as correlações foram positivas fracas com os ácidos *trans* vacênico (18:1-11*t*) e com a razão ω - 6: ω - 3. O AG linoleico está presente em maior quantidade no alimento concentrado e na glicerina do que na forragem, como demonstrado na Tabela 3, isso pode ter refletido no aumento dos teores do seu isômero resultante da biohidrogenação, o ácido *trans* vacênico.

O AGMI e o somatório dos ácidos graxo polinsaturados (AGPI) apresentaram correlação positiva com a maioria dos ácidos graxos da carne (Tabela 8). O consumo de AGMI pode proporcionar elevação nos níveis de ácidos graxos da série ω - 3 e ω - 6, AGMI, AGPI e da razão entre AGPI : AGS na carne. A ingestão de AGPI pode promover aumento do AG *trans* vacênico e do CLA.

Os AGMI e principalmente, os AGPI proporcionam benefícios à saúde humana (SCOLLAN et al., 2006), pois promovem diminuição do colesterol total e de LDL e aumento dos níveis de HDL no plasma. Segundo Metz et al. (1997), as maiores organizações de saúde dos Estados Unidos têm proposto a proporção de 2:1,5 respectivamente para AGMI e AGPI, na prevenção e tratamento de dislipidemias, e hipertensão, porém nesse estudo a proporção média alcançada foi de 0,27:1 (Tabela 8).

Tabela 8. Correlação entre os somatórios dos ácidos graxo insaturados da dieta com os ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza.

Ácidos graxos da carne	Ácidos graxos poliinsaturados da dieta							
	AGMI		AGPI		ω - 6		ω - 9	
	r	P	r	P	r	P	r	P
21:0	- 0,66	<0,0001	0,88	<0,0001	0,40	0,017	0,64	<0,0001
24:0	- 0,42	0,010	0,44	0,006	-	-	0,42	0,011
18:1 ω t-11	- 0,55	0,0005	0,87	<0,001	0,51	0,001	0,53	0,009
18:2c-9, t-11	- 0,40	0,014	0,39	0,019	-	-	0,40	0,15
18:3 ω - 6	0,37	0,026	-	-	-	-	0,37	0,28
18:3 ω - 3	0,42	0,11	- 0,54	0,0008	-	-	0,41	0,013
20:2 ω - 6	0,45	0,006	- 0,41	0,012	-	-	0,45	0,05
20:3 ω -3	0,38	0,21	- 0,52	0,001	-	-	0,37	0,26
22:6 ω -3	0,39	0,018	- 0,44	0,007	-	-	0,38	0,21
AGMI ¹	- 0,47	0,003	0,53	0,0009	-	-	0,45	0,05
AGPI ²	0,40	0,017	- 0,41	0,013	-	-	0,39	0,020
ω - 6 ³	0,38	0,021	0,37	0,026	-	-	0,38	0,24
ω -3 ⁴	0,41	0,013	- 0,48	0,003	-	-	0,40	0,16
AGPI:AGS ⁵	0,35	0,036	- 0,35	0,035	-	-	0,34	0,039
ω - 6: ω - 3 ⁶	-	-	0,57	0,0003	0,42	0,001	-	-

¹ ácidos graxos monoinsaturados; ² ácidos graxos poliinsaturados; ³ ácidos graxos da série ω - 6; ⁴ ácidos graxos da série ω - 3; ⁵ ácidos graxos poliinsaturados: ácidos graxos saturados; ⁶ ácidos graxos de série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os ácidos graxos da série ω - 6 apresentaram correlação positiva com o AG heneicosanóico e com a razão ω - 6: ω - 3. Os da série ω - 9 apresentaram maior número de correlações, sendo assim distribuídas em positiva com os ácidos graxos lignocérico (24:0), α linolênico (18:3 ω - 3), eicosadienóico (20:2 ω - 6), ω - 3, γ linolênico (18:3 ω - 6), eicosatrienóico (20:3 ω - 3), docosahexanóico (22:6 ω - 3), AGPI, ω - 6 e com AGPS : AGP e negativa com os ácidos graxos heneicosanóico, *trans* vacênico (18:1 ω -11t) e com o AGMI (Tabela 8).

Segundo Farfan (1996), os ácidos graxos saturados que apresentam efeito hipercolesterolêmico são os ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico. Neste estudo não foram encontradas nenhuma correlação entre os ácidos graxos da dieta com esses ácidos graxos saturados.

Conclusões

Os ácidos graxos presentes nas dietas com teores de inclusão de glicerina de baixa pureza apresentaram correlações com a maioria dos ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi* e alteraram o perfil dos mesmos, reduziu a deposição dos ácidos graxos monoinsaturados e aumentou os da série ω - 6, assim como a razão entre os ácidos graxos da série ω - 6 e os da série ω - 3, mas não modificaram a deposição dos ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico, considerados como hipercolesterolêmicos.

Agradecimentos

A UFRB/ Campus de Cruz das Almas, BA, a UESB/Campus de Itapetinga, BA e a FAPESB

Referências

- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BROUWER, I. A.; WANDER, S. A.; KATAN, M. B. *Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed?* Kiel: European Journal of Clinical Nutrition, 2013. Available at: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23531781>>. Accessed at: 10 apr. 2013.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T. FREITAS, S.G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- COSTA, R. G.; CARTAXO, F. Q.; SANTOS, N. M.; QUEIROGA, R. C. R. E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 9, n. 3, p. 497-506, 2008.
- DEFRAIN, J. M.; HIPPEN, R.; KALSCHEUR, K. F.; JARDON, P. W. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, Madison, v. 87, n. 12, p. 4195-4206, 2004.
- DEPARTMENT OF HEALTH. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO, 1994. 178 p.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Sobre a estimação de carboidratos não fibrosos em alimentos e dietas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.
- EIRAS, C. E.; BARBOSA, L. P.; MARQUES, J. A.; ARAÚJO, F. L.; LIMA, B. S.; ZAWADZKI, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I. N. Glycerine levels in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: animal performance, carcass dressing, feed intake and apparent digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, Philadelphia, v. 179, n. 2, p. 222-226, 2014.
- FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos. *Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde*. Campinas: ITAL, 1996. p. 35-44.
- FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 705-712, 2009.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, Auburn, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.
- GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*, Paris, v. 41, n. 4, p. 1-26, 2001.
- GEBAUER, S. K.; CHARDIGNY, J. M.; JAKOBSEN, M. V.; LAMARCHE, B.; LOCK, A. L.; PROCTOR, S. D.; BAER, D. J. Effects of ruminant trans fatty acids on cardiovascular disease and cancer: a comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. *Advances in Nutrition*, Colorado, v. 2, n. 4, p. 332-54, 2011.
- GREGORY, R. M.; CARDONA, J. C. A.; OSPINA, H. P.; RAMIREZ, M. H.; MATTOS, R. C.; JOBIM, M. I. M. Ácidos graxos poliinsaturados e seus efeitos no desempenho reprodutivo da vaca. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, n. 6, p. 153-156, 2009. Suplemento.
- GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids. *The Journal of Lipid Research*, Durham, v. 31, n. 7, p. 1149-1172, 1990.
- GUNN, P. J.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; LAKE, S. L. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1771-1776, 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Animal and vegetable fats and oils preparation of methyl esters of fatty acids. ISO(Method ISO 5509). Geneva: ISO, 1978. p. 1-6.
- KIMURA, F. T.; MILLER, V. L. Chromic oxide measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v. 5, n. 3, p. 216, 1957.
- LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; OLIVEIRA, A. S. de; DETMANN, E.; DE PAIVA SOUZA, N. K.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 9, p. 1012-1020, 2010.

- LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; DOZIER, W. A.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M. S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 86, n. 3, p. 602-608, 2008.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 87, n. 2, p. 632-638, 2009.
- METZ, D. A.; KRIS-ETHERTON, P. M.; MORRIS, C. D.; MUSTAD, V. A.; STERN, J. S.; OPARIL, S.; CHAIT, A.; HAYNES, R. B.; RESNICK, L. M.; CLARK, S.; HATTON, D. C.; MCMAHON, M.; HOLCOMB, S.; SNYDER, G. W.; PI-SUNYER, F. X.; MCCARRON, D. A. Dietary compliance and cardiovascular risk reduction with a prepared meal plan compared with a self-selected diet. *American Journal Clinical of Nutrition*, Bethesda, v. 66, n. 2, p. 373-385, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requirements of beef cattle. 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 244 p.
- _____. _____. 7th ed. Washington, D. C., 2001. 381 p.
- _____. _____. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450 p.
- OLIVEIRA, J. S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. C.; MULLER, M. D. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 509-512, 2013.
- OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V. *Extração de óleos de girassol utilizando miniprensa*. Londrina: EMBRAPA, 2004. 30 p. (Documentos, n. 237).
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.
- PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 87, n. 2, p. 653-657, 2008.
- RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Niterói, v. 8, n. 6, p. 244-254, 2002.
- SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, R. A. N. Lignin from *Eucalyptus grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. *Tropical e Subtropical Agroecosystems*, Mérida, v. 3, n. 1, p. 107-109, 2003.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNERNBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, Champaign, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.
- SHIKAMURA, S. E. *Estatística II*. Curitiba: Departamento de Estatística, UFPR, 2006. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso em: 31 mar. 2013.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA - SBC. IV Diretriz Brasileira sobre dislipidemias e diretriz de prevenção da aterosclerose do departamento de aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Rio de Janeiro: Arquivo Brasileiro de Cardiologia, 2007. 7 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Madison, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J.; YANG, W. Z.; DONG, K. H.; HUANG, Y. X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 15-20, 2009.
- WOUTERSEN, R. A.; APPEL, M. J.; GARDERENHOETMER, A.; VAN WIJNANDS, M. V. W. Dietary fat and carcinogenesis. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 443, n. 2, p. 111-127, 1999.

