

Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do *longissimus dorsi*

Crude glycerin in diets in feedlot wethers. Centesimal composition and fatty acids profile of *longissimus dorsi*

Mauriceia Costa Carvalho Barros^{1*}; Fabiano Ferreira da Silva²;
Robério Rodrigues Silva²; Juliana Isabelli Simionato³; Gilmara Santos Guimarães⁴;
Luciano Lemos da Silva⁴; Livia Maria Araújo Macedo Facuri¹

Resumo

Objetivou-se avaliar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos do *longissimus dorsi* de ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes (0; 2,65; 5,33 e 8,06% da matéria seca) de glicerina bruta (GB). Foram utilizados 20 cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, machos castrados, com $24 \pm 2,0$ kg e alojados em baias individuais. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Amostras das dietas ofertadas foram coletadas para avaliar a composição de ácidos graxos. Após 84 dias de avaliação e coleta de dados, os animais foram abatidos. As amostras do *longissimus dorsi* foram coletadas e congeladas para posteriores análises de ácidos graxos por cromatografia gasosa. Não foi observada influência dos tratamentos sobre os teores de cinzas e proteína, porém, houve influência ($P < 0,05$) sobre os teores de lipídios e umidade. Os ácidos graxos que obtiveram maiores porcentagens na carne foram os ácidos oleico e esteárico, respectivamente. Estes ácidos não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis crescentes de glicerina bruta na dieta. Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o ácido graxo saturado palmítico (16:0) e efeito quadrático ($P < 0,05$) para o ácido graxo mirístico (14:0) em função dos níveis crescentes de glicerina na dieta. A adição de glicerina na dieta influenciou de forma quadrática ($P < 0,05$) o total de ácido graxo poli-insaturado (AGPI) e ômega 6. Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o somatório total do ácido linoleico conjugado (CLA) e para razão AGPI/AGS. Não foram influenciados pelos níveis crescentes de glicerina na dieta o total de ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados, ácidos da família ômega 3 e para razão ômega 6/ômega 3. A inclusão de glicerina proporcionou alterações na composição centesimal e perfil de ácidos graxos no *longissimus dorsi*, porém, essas modificações não alteraram a qualidade da carne.

Palavras-chave: Biodiesel, pequenos ruminantes, qualidade de carne

Abstract

The aim was to evaluate the centesimal composition and fatty acids profile of *longissimus dorsi* of wethers fed diets with increasing levels (0; 2.65; 5.33 e 8.06% in dry matter) of crude glycerin (CG). Were used 20 crossbred, castrated lambs Dorper x St. Ines, with 24 ± 2.0 kg of weight, housed in

¹ Discentes do curso de Doutorado em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: ceacarvalho@ig.com.br; liviauem@hotmail.com

² Profs. Drs., Deptº de Zootecnia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: ffsilvauesb@hotmail.com; rrsilva.uesb@hotmail.com

³ Profª Drª, Deptº de Química, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: jusimionato@gmail.com

⁴ Discentes do curso de Mestrado em Zootecnia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: gguimaraes114@hotmail.com; lucianolemos-zootec@hotmail.com.

* Autor para correspondência

individual pens. The experimental design was completely randomized with four treatments and five replications. Diet samples were collected to fatty acids profile analyses. After 84 days of assessment and data collection, the animals were slaughtered. *Longissimus dorsi* samples were collected and frozen for subsequent analysis of fatty acids by gas chromatography. There was no effect of treatments on the ash content and protein, however, there was influence ($P < 0.05$) on the lipid content and moisture. The fatty acids which had the highest percentages in meat were stearic and oleic acids respectively. These acids were not influenced ($P > 0.05$) by increasing levels of crude glycerin in the diet. There was decreased linear effect ($P < 0.05$) for palmitic fatty acid (16:0) and quadratic effect ($P < 0.05$) for myristic acid (14:0) as a function of increasing glycerin levels in diet. The glycerin addition in the diets affected quadratically ($P < 0.05$) the total polyunsaturated fatty acid (PUFA) and omega 6. There was increasing linear effect ($P < 0.05$) for the sum of total conjugated linoleic acid (CLA) and PUFA / SFA ratio. Were not affected by increasing levels of glycerin in the diet the total saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids, omega 3 family and 6 omega/omega 3 ratio. The inclusion of glycerin yielded changes in proximate composition and fatty acid profile of the meat, but these changes did not alter the meat quality.

Key words: Biodiesel, small ruminants, meat quality

Introdução

A carne ovina tem importante função socioeconômica no Brasil e no mundo, como fonte de proteína de alto valor biológico. Nas últimas décadas, a ovinocultura tem passado por transformações, visando incrementar sua eficiência produtiva para atender um mercado que tem exigido o fornecimento de produtos com qualidade, capaz de suprir as necessidades nutritivas básicas sem comprometer os aspectos relacionados à saúde (LAGE et al., 2009).

A gordura animal está sendo retirada das dietas de muitos consumidores por ser responsabilizada pelo excesso de colesterol, pelas doenças cardiovasculares, desordens metabólicas, câncer, diabetes, entre outras (RIBEIRO; OLIVEIRA; MACOME, 2010). Nesse sentido, a carne tem sido objeto contínuo de estudo por parte dos pesquisadores com o objetivo de buscar soluções para diminuir o teor de ácidos graxos saturados e aumentar o de poli-insaturados (COSTA, 2011).

As gorduras compostas por ácidos graxos saturados, quando consumidas em maiores quantidades, aumentam a possibilidade de aparecimento de doenças cardiovasculares (KATAN; MENSINK, 1993), o que de forma inversa ocorre com os ácidos graxos poli-insaturados, ou seja, oferecem proteção ao sistema cardiovascular (TAPIERO et al., 2002).

A glicerina bruta, um coproduto da indústria de biocombustível, apresenta-se como uma fonte valiosa de energia nas dietas de ruminantes, sendo capaz de substituir alimentos energéticos convencionais como o milho (MACH; BACH; DEVANT, 2009). Apesar dessa fonte apresentar um grande potencial de uso, algumas questões ainda não são totalmente esclarecidas, como a sua manipulação, níveis de inclusão, valor nutricional e seu efeito na qualidade da carne de ruminantes.

Objetivou-se avaliar a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* de ovinos terminados em confinamento alimentados com glicerina bruta.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga-BA, durante o período de junho a setembro de 2010.

Foram utilizados 20 cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, com seis meses de idade, machos, castrados, com peso corporal médio de $24 \pm 2,0$ kg, alojados em baias individuais. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Os animais foram distribuídos nos tratamentos 0; 2,65; 5,33 e 8,06% de glicerina na dieta, com base na matéria seca.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07:00 e às 16:00 horas, na forma de ração completa. O período experimental teve duração de 100 dias, sendo os primeiros 16 dias destinados à adaptação dos animais às instalações, às dietas experimentais e ao manejo; e os 84 dias restantes, para avaliação e coleta de dados, divididos em três períodos de 28 dias.

Neste período, foram realizados os ajustes de consumo por meio da pesagem do alimento fornecido

e das sobras, permitindo ingestão *ad libitum*, com sobras de, no máximo, 10% da quantidade ofertada. A água esteve permanentemente à disposição dos animais, fornecida em baldes plásticos.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais do NRC (2007), visando ganho médio diário de 0,2kg. Foi utilizado feno de capim tifton (*Cynodon spp.*) como volumoso e os concentrados foram compostos por milho, farelo de soja, ureia, mistura mineral e glicerina (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas.

Alimentos	Níveis de glicerina (%MS da dieta)			
	0	2,65	5,33	8,06
Feno de Tifton	51,78	51,76	51,75	51,74
Farelo de milho	45,15	41,91	38,61	35,27
Glicerina	0	2,65	5,33	8,06
Farelo de soja	2,02	2,60	3,19	3,80
Sal mineral	0,34	0,34	0,35	0,35
Ureia	0,35	0,35	0,35	0,35
Calcário	0,22	0,20	0,18	0,16
Fosfato bicálcio	0,16	0,19	0,23	0,27
Nutrientes ¹	Composição química (%)			
	0	2,65	5,33	8,06
MS	90,38	90,45	90,57	90,63
MO	94,81	94,69	94,60	94,54
MM	5,20	5,32	5,40	5,46
PB	11,90	12,01	12,07	12,15
EE	2,80	3,26	4,58	5,39
CT	80,11	79,42	77,95	77,00
CNF	27,03	26,26	24,74	23,67
CNFcp	32,60	31,89	30,75	29,71
FDN	53,07	53,16	53,20	53,33
FDNcp	47,50	47,53	47,20	47,29
FDA	23,56	23,38	23,31	23,68

¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, CT = carboidratos totais, CNF = carboidratos não fibrosos, CNFcp = carboidratos não fibrosos isento de cinzas e proteína, FDN = fibra em detergente neutro, FDNcp = fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteína e FDA = fibra em detergente ácido.

Fonte: Elaboração dos autores.

Na tabela 2, encontra-se a composição físico-química da glicerina bruta utilizada para compor os concentrados das dietas.

Previamente ao abate, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas e pesados para determinação do peso corporal ao final do

experimento. Em seguida, foram abatidos, tiveram o couro, a cabeça, as patas e todo o trato digestório removidos e pesados para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ), a carcaça foi conduzida à câmara fria, onde permaneceu por 24 horas a uma temperatura de 2°C. Após o resfriamento, foram retiradas das meias carcaças esquerdas uma amostra do músculo *longissimus dorsi*, compreendido entre a 12ª e 13ª costelas, as quais foram mantidas congeladas (-24°C) até o início das análises, quando, então, estas foram descongeladas em temperatura ambiente, trituradas, homogeneizadas em microprocessador e analisadas.

Tabela 2. Composição físico-química da glicerina bruta utilizada para compor os concentrados da dieta.

Item (%MN)*	Teor (%)
Glicerol	43,9
Metanol	6,0
Ácidos graxos totais	33,6
Água	9,0
Proteína bruta	0,2
Matéria mineral	7,3
Densidade g/cm ³	0,95

*Matéria natural

Fonte: Elaboração dos autores.

A determinação dos teores de umidade, cinzas (MM) e proteína bruta (PB) foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). As análises foram realizadas no Laboratório de Métodos de Separações Químicas do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais da UESB, *Campus* de Itapetinga.

Nas amostras das dietas experimentais, assim como, nas amostras do músculo *longissimus dorsi*, foram determinados teores de lipídios totais, segundo metodologia descrita por (BLIGH; DYER, 1959), adaptada e com correção para teor de umidade.

A transesterificação dos ácidos graxos foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978), para posterior análise cromatográfica.

Os ésteres metílicos foram analisados através do cromatógrafo gasoso (Thermo-Finnigan), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida BPX-70 (120m, 0,25mm d.i). Os valores percentuais dos ácidos graxos foram obtidos 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 (Tabela 3).

A composição em ácidos graxos da glicerina utilizada para compor as dietas está apresentada na Tabela 4.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas por meio da análise de variância e regressão, adotando-se o nível de 5% de significância para o tratamento. Os critérios utilizados para escolha dos modelos de regressão consideraram inicialmente a significância para o tratamento, posteriormente, consideraram a adequação do modelo aos fenômenos estudados, os valores dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

Tabela 3. Composição percentual dos ácidos graxos das dietas experimentais.

Ácidos graxos	Níveis de glicerina (%MS da dieta)			
	0	2,65	5,33	8,06
14:0	n.d.	n.d.	0,25	0,31
16:0	11,20	14,91	14,86	15,06
16:1	n.d.	n.d.	0,17	0,19
17:0	n.d.	n.d.	0,15	0,18
17:1	n.d.	n.d.	0,07	0,08
18:0	1,47	3,10	3,79	4,29
18:1n-9c	28,27	31,89	27,79	25,75
18:2n6	55,59	46,98	49,88	50,89
18:3n-6	0,15	0,13	0,12	0,18
18:3n-3	1,45	1,31	1,54	1,68
20:0	0,73	0,55	0,55	0,52
20:1	0,49	0,37	0,35	0,36
20:3n-6	0,30	0,44	0,43	0,51
23:0	0,03	0,04	0,04	0,05
24:0	0,32	0,28	0,26	0,26

*n.d. = não detectado

Fonte: Elaboração dos autores.**Tabela 4.** Composição dos ácidos graxos da glicerina bruta.

Ácidos graxos	Glicerina
14:0	0,97
16:0	19,30
16:1	0,44
17:0	0,32
17:1	0,12
18:0	6,60
18:1n-9c	22,49
18:2n-6	47,38
18:3n-6	0,64
18:3n-3	1,53
20:3n-6	0,22

Fonte: Elaboração dos autores.

Resultados e Discussão

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de inclusão da glicerina bruta (GB) para as variáveis cinza e proteína. Porém, observou-se efeito linear

decrecente ($P<0,05$) entre os níveis crescentes de glicerina sobre os teores de lipídios (Tabela 5).

Nos trabalhos realizados por Pérez et al. (2002); Zeola et al. (2004) e Madruga et al. (2005), foi possível observar que os teores de lipídios da carne de cordeiros apresentam grande variação, principalmente em função da dieta, peso, idade ao abate, raça e sexo. No presente estudo, as dietas com os maiores níveis de glicerina apresentaram em sua composição maiores níveis de EE (Tabela 1), porém, estes níveis não foram suficientes para aumentar o teor de lipídios na carne, fato que pode ser explicado em função do menor consumo de matéria seca pelos animais (CMS (kg/dia) 0,943; 0,786; 0,764; 0,715, respectivamente). De acordo com Palmquist e Mattos (2011), a energia é rapidamente depositada ou mobilizada das reservas de tecido adiposo, em resposta ao estado nutricional do animal por meio de fatores regulatórios metabólicos.

Tabela 5. Composição centesimal do músculo *longissimus* de ovinos alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta.

Item	Níveis de glicerina (%)				Equação	Valor de P	
	0	2,65	5,33	8,06		L	Q
Lipídios	6,13	4,43	3,59	3,04	1	<0,001	0,268
Cinzas	0,92	0,88	0,93	0,96	$\hat{Y} = 0,922$	0,222	0,302
Umidade	67,77	70,14	70,83	72,21	2	0,001	0,493
Proteína	25,18	24,55	24,65	23,80	$\hat{Y} = 24,54$	0,160	0,910

L e Q: efeitos de ordem linear e quadrática. $^1\hat{Y} = 5,82225 - 0,381053x$, ($R^2 = 0,94$); $^2\hat{Y} = 68,1479 + 0,525046x$, ($R^2 = 0,94$).

Fonte: Elaboração dos autores.

Os teores de umidade na carne encontrados neste trabalho apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$) com um acréscimo de 0,52% para cada unidade percentual de GB adicionada à dieta. Hedrick et al. (1994) afirmaram que o teor de umidade é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura encontrado na carne. Este fato pode ser explicado em função da densidade energética dos lipídios serem maior do que a de proteína, portanto, pouca água é associada à deposição de gordura; a proporção de água:proteína no músculo é de aproximadamente 3:1, e com isso a densidade energética do tecido adiposo é cerca de 8 a 9 vezes maior que a do tecido muscular (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

O valor médio referente aos teores de cinzas e proteína encontrado no presente estudo foi em torno de 0,92% e 24,54%, respectivamente. De acordo com os dados encontrados na literatura, os teores de cinzas em tecidos cárneos variam de 0,70 a 1,2% e para proteína essa variação é de 19,5 a 24,2% (MADRUGA et al., 2005). Estes resultados indicam que os níveis de glicerina utilizados na dieta/, não alteraram estas características.

Dentre os 27 ácidos graxos identificados na composição da carne ovina, os que apresentaram maior representatividade foram os ácidos oleico (18:1 n-9), esteárico (18:0), palmítico (16:0), transvacênico (18:1 n-7t) e mirístico (14:0), respectivamente (Tabela 6). Esses resultados assemelham-se aos reportados por Madruga et al.

(2005) e por Monteiro e Shimokomaki (1997), ao avaliarem o perfil de ácidos graxos na carne ovina.

Não foi verificada influência ($P > 0,05$) dos níveis de glicerina bruta sobre os ácidos graxos miristoleico (14:1), heptadecanoico (17:0), esteárico (18:0), oleico (18:1 n-9c), octadecadinoico (18:2 10t, 12c), gama-linolênico (18:3 n-6), araquídico (20:0), eicosadienoico (20:2), dihomo alfa linolênico (20:3 n-3), docosaheptaenoico (22:6 n-3) etricosanoico (23:0).

Apesar do ácido esteárico não ter sido influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de glicerina, este representou, em média, cerca de 28,5% do teor total de ácidos graxos da carne de ovinos. Provavelmente, a não influência dos níveis de glicerina está relacionado à proporção equilibrada do ácido graxo linoleico presente nas dietas (Tabela 3). Os ácidos graxos insaturados possuem certa toxicidade aos microrganismos do rúmen, como forma de proteção, ocorre um mecanismo de defesa chamado de biohidrogenação, a qual pode ser parcial ou completa. Segundo Soares (2009), esse processo consiste em desfazer as duplas ligações entre os átomos de carbono dos ácidos graxos insaturados e adicionar um átomo de hidrogênio, formando uma ligação simples entre cada átomo com o carbono. De acordo com o mesmo autor, nesse processo, enzimas microbianas saturam o ácido linoleico e linolênico adicionando hidrogênio nas duplas ligações até que a molécula seja totalmente saturada e transformada a ácido esteárico. No processo de formação do

ácido esteárico, produtos intermediários são formados, como os ácidos *trans* 18:1 e diversos isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA), o que é corroborado pelo aumento de CLA c9, t11 e 18:1 n-7t. Apesar do ácido esteárico ser saturado, ele é considerado como um ácido graxo neutro, não interferindo nos níveis de colesterol sérico em humanos (BESSA, 1999; PRADO, 2004).

Tabela 6. Quantidade percentual de ácidos graxos presentes nas amostras do músculo *longissimus* de ovinos alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta.

Ácidos Graxos	Níveis de glicerina (%)				Equação	Valor de P	
	0	2,65	5,33	8,06		L	Q
14:0	2,95	2,47	1,98	2,95	1	0,463	0,002
14:1	0,27	0,24	0,21	0,26	$\ddot{Y} = 0,245$	0,371	0,034
15:0	0,67	0,55	0,57	0,70	2	0,493	<0,001
15:1	0,29	0,20	0,16	0,18	3	0,001	0,028
16:0	23,73	23,39	20,11	21,75	4	0,009	0,262
16:1	1,43	1,31	1,21	1,20	5	0,015	0,975
17:0	1,79	1,38	1,77	1,68	$\ddot{Y} = 1,655$	0,934	0,074
17:1	0,92	0,66	0,83	0,59	6	0,001	0,518
18:0	25,46	27,87	31,05	29,86	$\ddot{Y} = 28,56$	0,017	0,243
18:1 n-7t	2,27	3,69	3,97	3,93	7	<0,007	0,004
18:1 n-9c	36,45	36,02	35,53	37,64	$\ddot{Y} = 36,41$	0,718	0,490
18:2 n-6	0,90	0,98	0,72	1,32	8	0,004	0,002
18:2 9c, 11t	0,38	0,55	0,55	0,78	9	<0,004	0,699
18:2 10t, 12c	0,10	0,12	0,12	0,17	$\ddot{Y} = 0,127$	0,070	0,502
18:3 n-3	0,21	0,18	0,11	0,21	10	0,145	0,001
18:3 n-6	0,02	0,03	0,02	0,02	$\ddot{Y} = 0,022$	0,346	0,281
20:0	0,18	0,19	0,17	0,15	$\ddot{Y} = 0,172$	0,106	0,334
20:2	0,01	0,01	0,01	0,02	$\ddot{Y} = 0,012$	0,124	0,483
20:3 n-3	0,11	0,15	0,20	0,17	$\ddot{Y} = 0,157$	0,067	0,184
20:3 n-6	0,01	0,02	0,02	0,03	11	0,012	0,975
20:4 n-6	0,02	0,04	0,05	0,06	12	<0,004	0,682
20:5 n-3	0,02	0,04	0,05	0,06	13	0,581	<0,001
21:0	0,01	0,01	0,01	0,01	14	0,014	0,287
22:1 n-9	0,04	0,31	0,11	0,06	15	0,027	<0,004
22:5 n-6	0,04	0,07	0,09	0,09	16	<0,003	0,071
22:6 n-3	0,02	0,06	0,02	0,06	$\ddot{Y} = 0,040$	0,020	0,465
23:0	0,01	0,01	0,01	0,02	$\ddot{Y} = 0,012$	0,242	0,361

L e Q: efeitos de ordem linear e quadrática. $^1\ddot{Y} = 3,01404 - 0,4057x + 0,0481548x^2$, ($R^2 = 0,82$); $^2\ddot{Y} = 0,669358 - 0,0648838x + 0,00858455x^2$, ($R^2 = 1,00$); $^3\ddot{Y} = 0,293954 - 0,044763x + 0,00381368x^2$, ($R^2 = 1,00$); $^4\ddot{Y} = 23,687 - 0,348368x$, ($R^2 = 0,54$); $^5\ddot{Y} = 1,41883 - 0,0327341x$, ($R^2 = 0,98$); $^6\ddot{Y} = 0,866453 - 0,0303861x$, ($R^2 = 0,47$); $^7\ddot{Y} = 2,31108 + 0,615996x - 0,0522362x^2$, ($R^2 = 0,98$); $^8\ddot{Y} = 0,952781 - 0,0949472x + 0,0164862x^2$, ($R^2 = 0,59$); $^9\ddot{Y} = 0,391507 + 0,044132x$, ($R^2 = 0,90$); $^{10}\ddot{Y} = 0,22191 - 0,037909x + 0,00429418x^2$, ($R^2 = 0,69$); $^{11}\ddot{Y} = 0,0154076 + 0,0011618x$, ($R^2 = 0,41$); $^{12}\ddot{Y} = 0,0245578 + 0,00412505x$, ($R^2 = 0,99$); $^{13}\ddot{Y} = 0,0196273 + 0,00707679x - 0,000934342x^2$, ($R^2 = 0,64$); $^{14}\ddot{Y} = 0,0104768 - 0,000427731x$, ($R^2 = 0,46$); $^{15}\ddot{Y} = 0,0676360 + 0,0905517x - 0,0119156x^2$, ($R^2 = 0,61$); $^{16}\ddot{Y} = 0,0437425 + 0,00733582x$, ($R^2 = 0,89$).

Fonte: Elaboração dos autores.

Houve efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre os ácidos graxos saturados palmítico (16:0) e henicosenoico (21:0), e efeito quadrático para o ácido graxo mirístico (14:0), estimando-se em um nível de 4,21% de glicerina bruta o teor mínimo de 2,15% e para o ácido pentadecílico (15:0), estimando-se em um nível de 3,77%, o teor mínimo de 0,54%. Dentre os ácidos graxos saturados que foram influenciados pelos níveis crescentes de glicerina, os ácidos mirístico e palmítico são os que chamam mais atenção por serem considerados hipercolesterolêmicos (LIMA et al., 2000; PRADO, 2004). Por outro lado, a diminuição do ácido palmítico pode influenciar na formação de outros ácidos graxos, já que este pode atuar como precursor de ácidos graxos de cadeia longa por meio da inserção consecutiva de dois átomos de carbono, dando origem a outros ácidos graxos saturados, como o esteárico, araquídico e assim sucessivamente (HOLANDA; HOLANDA; MENDONÇA JUNIOR, 2011).

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, identificados na gordura da carne dos ovinos, apenas o miristoleico e oléico não foram influenciados pela dieta, sendo este último considerado como o ácido graxo monoinsaturado mais representativo na gordura de ruminantes. Neste estudo, este ácido representou 36,41%. O ácido oleico contribuiu para diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo (MADRUGA et al., 2005).

Houve efeito linear ($P < 0,05$) para os ácidos graxos monoinsaturados palmítoleico (16:1) e heptacenoico (17:1), e efeito quadrático ($P < 0,05$) para pentadecanoico (15:1), estimando-se em um nível de 5,8% de glicerina bruta, o teor mínimo de 0,16%; e Cis-13-docosenoico (22:1 n-9), estimando-se em um nível de 3,79% de glicerina bruta, o teor máximo de 0,23%. Apesar de apresentarem influência ($P < 0,05$) em função dos níveis de glicerina, estes ácidos monoinsaturados foram quantitativamente pouco expressivos no perfil de ácidos graxos da carne de ovinos do presente estudo. O ácido transvacênico (18:1 n-7t) apresentou

efeito quadrático ($P < 0,05$), estimando-se em um nível de 5,89% de glicerina bruta, o teor máximo de 4,17%, este fato pode ser explicado em função das dietas com 5,33 e 8,06% de GB apresentarem maior teor de gordura na dieta, já que este ácido é um importante intermediário no processo de biohidrogenação do ácido linoleico no rúmen. De acordo com Soares (2009), dietas ricas em gordura, como o óleo de peixe, por exemplo, podem afetar os passos do processo de biohidrogenação, isso parece ocorrer em função da inibição do último passo da biohidrogenação, aumentando a saída dos ácidos *trans* 18:1 e reduzindo a de ácido esteárico (WACHIRA et al., 2000; SHINGFIELD et al., 2003). Após ser absorvido o ácido transvacênico, pode ser convertido em CLA nos tecidos dos ruminantes, por meio da enzima Δ^9 -dessaturase (GRIINARI et al., 2000; WHETSELL; RAYBURN; LOZIER, 2003).

Os níveis crescentes de glicerina bruta na dieta influenciaram ($P < 0,05$) os ácidos graxos poli-insaturados linoleico (18:2 n-6), rumênico (18:2 n-9c, 11t), linolênico (18:3 n-3), di-homo-gama-linolênico (20:3 n-6), araquidônico (20:4 n-6), eicosapentanoico (20:5 n-3) e docosapentanoico (22:5 n-6).

Os ácidos linoleico e linolênico apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), estimando-se em um nível de 2,87 e 4,41% de glicerina bruta os teores mínimos de 0,81 e 0,13%, respectivamente. Estes ácidos são precursores da biohidrogenação ruminal e, para maioria das dietas, a taxa de biohidrogenação do ácido linoleico e linolênico é de 70-95% e 85-100%, respectivamente (DOREAU; FERLAY, 1994; BEAM et al., 2000). De acordo com Van Nevel e Demeyer (1995), quando dietas ricas em concentrados são fornecidas, a taxa de hidrogenação é reduzida, o que pode ser atribuído à inibição da lipólise em pH ruminal baixo provocado por essas dietas, outro fator que pode também influenciar a hidrogenação está relacionada à quantidade excessiva de lipídios presentes na dieta. Esses fatores juntos ou isolados contribuíram para influenciar o teor desses ácidos na carne de ovinos.

O ácido linoleico (ômega 6) e o linolênico (ômega 3) são precursores dos ácidos graxos de cadeia longa araquidônico e eicosapentanoico, respectivamente, e ácidos de cadeia longa formados pela ação de enzimas alongases e dessaturases presentes no retículo endoplasmático das células (SOUZA; VISENTAINER, 2006). Dessa forma, pode-se associar a variação nas concentrações dos ácidos graxos de cadeia longa, da família ômega 6, como o araquidônico, di-homo-gama-linolênico e docosapentaenoico, assim como, os da família ômega 3 (eicosapentaenoico), aos níveis de ômega 6 e ômega 3 da carne.

Bressan et al. (2001) enfatizaram que, embora na

sua maioria os ácidos graxos poli-insaturados não sejam considerados como essenciais, eles exercem um papel importante na diminuição do colesterol sanguíneo.

Os teores totais dos ácidos graxos saturados, monosaturados e ácidos graxos da família ômega 3 não foram influenciados pelos níveis crescentes de glicerina bruta na dieta (Tabela 7). Entretanto, houve efeito linear ($P < 0,05$) para os teores totais do ácido linoleico conjugado e relação entre os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e saturados (AGS). Efeito quadrático ($P < 0,05$) foi observado para os teores totais dos ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos da família ômega 6 (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios relativos aos somatórios de ácidos graxos na amostra do músculo *longissimus* de ovinos alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta.

Ácidos graxos	Níveis de glicerina (%)				Equação	Valor de P	
	0	2,65	5,33	8,06		L	Q
\sum AGS ⁵	54,80	55,88	55,67	57,13	$\ddot{Y} = 55,87$	0,243	0,921
\sum AGM ⁶	41,67	42,44	42,08	43,81	$\ddot{Y} = 42,50$	0,437	0,808
\sum AGPI ⁷	1,85	2,25	1,93	2,95	1	<0,001	0,034
\sum CLA ⁸	0,48	0,67	0,68	0,95	2	<0,001	0,431
\sum n-6 ⁹	1,00	1,13	0,89	1,53	3	0,001	0,008
\sum n-3 ¹⁰	0,36	0,43	0,35	0,45	$\ddot{Y} = 0,397$	0,192	0,879
AGPI/AGS ¹¹	0,03	0,04	0,03	0,05	4	<0,001	0,060
n-6/n-3 ¹²	2,78	2,68	2,53	3,56	$\ddot{Y} = 2,887$	0,105	0,064

L e Q: efeitos de ordem linear e quadrática. ¹ $\ddot{Y} = 1,94029 - 0,0371226x + 0,0184286x^2$, ($R^2 = 0,70$); ² $\ddot{Y} = 0,489503 + 0,0520635x$, ($R^2 = 0,89$); ³ $\ddot{Y} = 1,05324 - 0,0745774x + 0,0154742x^2$, ($R^2 = 0,63$); ⁴ $\ddot{Y} = 0,0332854 + 0,001748x$, ($R^2 = 0,58$); ⁵Somatório de Ácidos Graxos Saturados (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0, 21:0 e 23:0); ⁶Somatório de Ácidos Graxos Monoinsaturados (14:1, 15:1, 16:1, 17:1, 18:1n-7t, 18:1n-9c e 22:1n-9); ⁷Somatório de Ácidos Graxos Poli-insaturados (18:2n-6, CLAc9t11, CLAt10c12, 18:3n-3, 18:3n-6, 20:3n-3, 20:3n-6, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-6 e 22:6n-3); ⁸Somatório do Ácido Linoleico Conjugado (CLAc9t11 e CLAt10c12); ⁹Somatório do Ômega-6 (18:2n-6, 18:3n-6, 20:3n-6, 20:4n-6 e 22:5n-6); ¹⁰Somatório do Ômega-3 (18:3n-3, 20:3n-3, 20:5n-3 e 22:6n-3); ¹¹Relação entre os Ácidos Graxos Poli-insaturados e Saturados e ¹²Relação entre os ácidos graxos da família Ômega-6 e Ômega-3.

Fonte: Elaboração dos autores.

Mesmo que pequena parte dos ácidos graxos poli-insaturados, presentes no *longissimus dorsi* dos ovinos, tenha sido influenciado pela inclusão da glicerina na dieta, foi o suficiente para que o total de AGPI tenha apresentado um efeito quadrático ($P < 0,05$), estimando-se em um nível de 1,0% de glicerina bruta e teor mínimo de 1,92%.

Os AGPI foram compostos quase que exclusivamente por ácidos graxos da família n-6 e n-3. Os processos de ocorrência, síntese e metabolismo destas duas famílias são únicos e nenhum dos membros da família n-6 pode ser convertido em um membro da família n-3, e vice-versa (GARG; CLANDININ, 1992). Porém, em

algumas passagens metabólicas dos derivados de n-6 e n-3, são utilizadas as mesmas enzimas, e o excesso de n-6 pode levar à deficiência de derivados n-3 (EWIN, 1997).

Houve um efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o somatório do CLA, indicando que os níveis de glicerina influenciaram no processo completo da biohidrogenação do ácido linoleico e linolênico a ácido esteárico, proporcionando um aumento dos produtos intermediários da biohidrogenação, como o CLA e do ácido transvacênico. Como já mencionado anteriormente, o ácido transvacênico pode ser convertido em CLA nos tecidos dos ruminantes por meio da enzima Δ^9 -dessaturase.

A inclusão de glicerina na dieta influenciou de forma quadrática ($P < 0,05$) a quantidade total do ácido graxos ômega 6, estimando-se em um nível de 2,44% de glicerina bruta o teor mínimo de 0,96%.

Os valores encontrados no presente trabalho para a razão AGPI:AGS estão abaixo do valor recomendado pelo Department of Health (1994), que é de 0,45 nos alimentos. Porém, este resultado pode ser atribuído ao fato do teor de ácidos graxos saturados representarem maior quantidade percentual de ácidos graxos presentes nas amostras do músculo *Longissimus* dos animais no presente estudo. De acordo com French et al. (2000), os ruminantes possuem proporções superiores de ácidos graxos saturados na carne, devido à intensa hidrogenação da dieta por ação dos microrganismos ruminais.

De acordo com Garcia et al. (2008), a razão n-6/n-3 é influenciada pelo efeito da dieta, verificando-se que, em animais terminados em pasto, a razão varia de 1,4 a 2,0, e em animais terminados com concentrado, de 6,0 a 10, pois as gramíneas são ricas em 18:3n-3 e os grãos em 18:2n-6 (BOUFAIED et al., 2003). Estes resultados não foram confirmados pelo presente estudo, no qual a razão n-6/n-3 não foi influenciada ($P > 0,05$) pela inclusão da glicerina, obtendo-se uma média de 2,88. Na dieta humana, o consumo de alimentos

com quantidade adequada de ácidos graxos poli-insaturados é muito importante, pois reduz os níveis séricos de colesterol. Entretanto, dietas com elevadas quantidades de ácidos graxos da série n-6 ou razão n-6/n-3 elevada, acima de 4, (DEPARTMENT OF HEALTH, 1994) podem aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, são relacionados a doenças como trombozes, arritmias, artrite, asma e psoríase (TAPIERO et al., 2002).

Conclusão

Os resultados da composição centesimal da carne de ovinos terminados em confinamento estão de acordo com os desejáveis para uma carne saudável, porém, os animais que receberam a glicerina bruta na dieta apresentaram melhor teores de lipídios na carne.

O perfil de ácidos graxos na carne varia em função dos níveis crescentes de glicerina bruta na dieta, proporcionando um aumento do ácido linoleico conjugado (CLA), na razão AGPI/AGS, e não influencia a razão n-6/n-3. Este fato pode ser justificado em função da influência negativa da glicerina sobre o consumo de MS, propiciando a redução no teor de gordura na carcaça, cabendo aos profissionais da nutrição animal julgar, de acordo com os resultados obtidos através do desempenho dos animais, assim como os custos, a sua inclusão na dieta de pequenos ruminantes.

Agradecimentos

Ao meu orientador Jair de Araújo Marques (*in memorian*), a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB - *Campus Itapetinga*.

Referências

BEAM, T. M.; JENKIN, T. C.; MOATE, P. J.; KOHN, R. A.; PALMQUIST, D. L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of

- fatty acids in ruminal contents. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2564-2573, 2000.
- BESSA, R. J. B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: CALERO, R.; GÓMEZ-NIEVES, J. M. (Ed.). *Symposium Europeo: alimentación en el Siglo XXI*. Olivenza: Ed. Colégio Oficial de Veterinários de Badajoz, 1999. p. 283-313.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, Toronto, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P. Y.; TREMBLAY, G. F.; PETIT, H. V.; MICHAUD, R.; BÉLANGER, G. Fatty acids in forages. 1. Factors affecting concentrations. *Canadian Journal Animal Science*, Champaign, v. 83, n. 3, p. 501-511, 2003.
- BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros SantaInês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.
- COSTA, L. S. *Composição e correlação de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo casca de soja*. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- DEPARTMENT OF HEALTH. Report on health and social subjects n° 46. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. London: HMSO, 1994. 178 p.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science Technology*, Amsterdam, v. 45, n. 4, p. 379-396, 1994.
- EWIN, J. *O lado sadio das gorduras*. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Campus Ltda., 1997. 162 p.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grasssilage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- GARCIA, P. T.; PENSEL, N. A.; SANCHO, A. M.; LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; AMIGONE, M. S.; CASAL, J. J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, Barking, v. 79, n. 3, p. 500-508, 2008.
- GARG, M. L.; CLANDININ, M. T. α -Linolenic acid and metabolism of cholesterol and long-chain fatty acids. *Nutrition*, Bethesda, v. 8, n. 3, p. 208-210, 1992.
- GRINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated Linoleic Acids synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ -desaturase. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 130, n. 12, p. 2285-2291, 2000.
- HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, H. B.; MERKEL, R. A. *Principles of meat science*. 3. ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994. 354 p.
- HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; MENDONÇA JUNIOR, A. F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. *Acta Veterinaria Brasilica*, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 221-229, 2011.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Animal and vegetable fats and oils preparation of methyl esters of fatty acids. Geneve: ISO. Method ISO 5509, 1978. 6 p.
- KATAN, M. B.; MENSINK, R. P. Dietary fat quality and serum lipoproteins: an update. *Scandinavian Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 37, n. 1, p. 52-54, 1993.
- LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; MONNERAT, J. P. I. S.; SOUZA, N. K. P.; VALADARES FILHO, S. C. Composição química da carne de cordeiro alimentados com glicerina bruta na fase de terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. *Anais...* Maringá: Ed. Eduem, 2009.
- LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 87, n. 2, p. 632-638, 2009.
- MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.
- MONTEIRO, E. M.; SHIMOKOMAKI, M. Influência da raça no perfil dos ácidos graxos na carne de cordeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E

- TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1997, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1997. v. 2, p. 1328-1331.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington: National Academy Press, 2007. 362 p.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 299-322.
- PÉREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2002.
- PRADO, I. N. *Conceitos sobre a produção com qualidade de carne e leite*. Maringá: Eduem, 2004. 301 p.
- RIBEIRO, D. X.; OLIVEIRA, R. L.; MACOME, M. Perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas com níveis de torta de dendê, oriunda da produção do biodiesel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. *Anais...* Salvador: UFBA, 2010.
- SHINGFIELD, K. J.; AHVENJARVI, S.; TOIVONEM, V.; AROLA, A.; NURMELA, K. V. V.; HUHTANEN, P.; GRINARI, J. M. Effect of dietary fish oil on biohydrogenation of fatty acids and milk fatty acid content in cows. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1526-1533, 2003.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.
- SOARES, S. R. V. *Metabolismo e digestão de lipídios em vacas leiteiras*. 2009. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Nutrição de Bovinos de Leite e Corte) - ReHAgro/Newton Paiva, Belo Horizonte. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/55221224/7/Biohidrogenacao-rumenal>>. Acesso em: 05 out. 2012.
- SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. *Colesterol da mesa ao corpo*. São Paulo: Ed. Varela, 2006. 85 p.
- TAPIERO, H.; NGUYEN, B.; COUVREUR, P.; TEW, K. D. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Amsterdam, v. 56, n. 5, p. 215-222, 2002.
- VAN NEVEL, C.; DEMEYER, D. Feed additives and other interventions for decreasing methane emissions. In: WALLACE, R. J.; CHESSON, A. (Ed.). *Biotechnology in animal feeds and animal feeding*. New York: VCH Publishers, 1995. p. 329-349.
- WACHIRA, A. M.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G.; HALLETT, K.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Rumen biohydrogenation of n-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 135, n. 6, p. 419-428, 2000.
- WHETSELL, M. S.; RAYBURN, E. B.; LOZIER, J. D. *Human health effects of fatty acids in beef*. West Virginia: University Extension Service. Aug. 2003, Available at: <www.wvu.edu/~agexten/forgrlvst/humanhealth.pdf>. Accessed at: 03 jun. 2012.
- ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGANETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 253-257, 2004.