

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CORDEIROS
ALIMENTADOS COM GLICERINA PROVENIENTE DA
PRODUÇÃO DO BIODIESEL**

Thiago Henrique Borghi
Zootecnista

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CORDEIROS
ALIMENTADOS COM GLICERINA PROVENIENTE DA
PRODUÇÃO DO BIODIESEL**

Thiago Henrique Borghi

Orientador: Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

2015

B732c Borghi, Thiago Henrique
Características da carne de cordeiros alimentados com glicerina proveniente da produção do biodiesel / Thiago Henrique Borghi. -- Jaboticabal, 2015
xiii, 77 p. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientador: Américo Garcia da Silva Sobrinho
Banca examinadora: Angélica Simone Cravo Pereira, Ivanna de Moraes Oliveira

Bibliografia

1. Ácido graxo. 2. Coprodutos. 3. Ômega-3. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:636.087



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

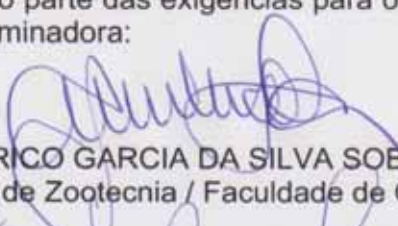
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

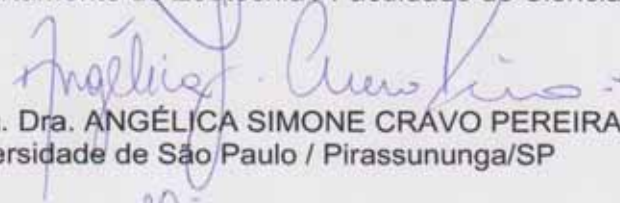
TÍTULO: CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM GLICERINA
PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

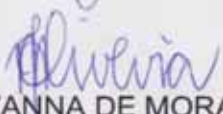
AUTOR: THIAGO HENRIQUE BORGHI

ORIENTADOR: Prof. Dr. AMERICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:


Prof. Dr. AMERICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. ANGÉLICA SIMONE CRAVO PEREIRA
Universidade de São Paulo / Pirassununga/SP


Profa. Dra. IVANNA DE MORAES OLIVEIRA
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Colina/SP

Data da realização: 11 de fevereiro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

THIAGO HENRIQUE BORGHI – filho de Dirceu Borghi Júnior e Marisa Pastre Borghi, nascido em Araraquara, São Paulo, no dia 27 de setembro de 1987. Em fevereiro de 2007 ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp - Câmpus de Jaboticabal, sendo bolsista de Iniciação Científica da FAPESP, sob orientação da Dr^a. Nivea Maria Brancacci Lopes Zeola, graduando-se em dezembro de 2012. Em março de 2013 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp – Câmpus de Jaboticabal, onde é bolsista FAPESP, sob orientação do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

“É exatamente disso que a vida é feita, de momentos. Momentos que temos que passar, sendo bons ou ruins, para o nosso próprio aprendizado.

Nunca se esquecendo do mais importante: Nada nessa vida é por acaso, absolutamente nada. Por isso, temos que nos preocupar em fazer a nossa parte da melhor forma possível.

A vida nem sempre segue a nossa vontade, mas ela é perfeita naquilo que tem que ser”.

Chico Xavier

DEDICO

Ao meu pai, Dirceu Borghi Júnior e minha mãe, Marisa Pastre Borghi, por todo amor, incentivos, apoio e inúmeros sacrifícios...

Aos meus irmãos Lucas Borghi e Tamara Borghi, pelo carinho e companheirismo...

Aos meus amados avós, Domingos Pastre Sobrinho e Irma Massom Pastre, que seguram minhas mãos e me dão forças sempre, de onde quer que estejam!

Ao meu grande amigo Marvin Severson, que de onde quer que esteja, me protege e guia!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus!

À minha família, base e espelho de caráter e responsabilidade, agradeço por todo carinho, apoio e dedicação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, pelas inúmeras oportunidades, amizade, confiança, ensinamentos e orientação no curso de Mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido (Processo nº 2012/50205-5) e pela bolsa de Mestrado (Processo nº 2012/25250-7).

Aos Professores Dr. Euclides Braga Malheiros, Dr.^a Hirasilva Borba, Dr. Antonio Celso Pezzato, Dr.^a Maria Regina Barbieri de Carvalho, Dr. Jorge de Lucas Júnior e Dr.^a Wignez Henrique pelos ensinamentos transmitidos nas disciplinas.

Aos Professores Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, Dr. Flávio Dutra de Resende, Dr.^a Wignez Henrique, Dr.^a Angélica Simone Cravo Pereira e Dr.^a Ivanna de Moraes Oliveira pelas valiosas sugestões no Exame Geral de Qualificação e na Defesa.

À você Ana, que sempre conseguiu me contagiar com seu jeito meigo e carinhoso. Muito obrigado pela amizade, companhia e amor.

À Dr.^a Nivea Maria Brancacci Lopes Zeola e ao Dr. Emanuel Almeida de Oliveira pela fundamental colaboração na correção deste material e constante ajuda no decorrer do Curso.

Aos colegas de equipe Valéria Teixeira Santana, Carlos Renato Viegas, Luís Gabriel Alves Cirne, Fabiana Alves de Almeida, Fernanda de Almeida Merlim, Nomaiaci Andrade, Roberta de Lima Valença e Eliéder Prates Romanzini, muito obrigado pelo

auxílio na realização deste trabalho e pela amizade que construímos. Sem vocês esta conquista seria muito difícil.

Ao funcionário do Laboratório de Produção Ovina, João Luiz Guariz, pela amizade e pelo exemplo de dedicação ao trabalho.

Aos estagiários do Laboratório de Produção Ovina, Amanda Fernandes, Ana Carolina Columbeli, Lívia Desidério Sena, Patrícia Baldi Garrido, Samuel Wallace e Rodrigo de Souza Romeiro, pelo convívio e auxílio na condução das tarefas.

Aos amigos da república Arapuka, Arthur Kubo, Flávio Giro, Henrique Marques, Jorge Cardoso Filho, Leonardo da Col, Luís Gustavo Rossi, Rafael Faleiros, Roberto Ampuero, Thiago Fernandes e Vinicius Balieiro, obrigado pelas conversas e apoio nos momentos de dificuldade.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho!

Muito obrigado!!

SUMÁRIO

Página

CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM GLICERINA PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	2
2.1. Glicerina na dieta de ovinos	2
2.2. Cana-de-açúcar na alimentação de ovinos	4
2.3. Características qualitativas da carne de cordeiros	5
2.3.1. Características físico-químicas	5
2.3.1.1. pH	5
2.3.1.2. Cor da carne e da gordura	6
2.3.1.3. Capacidade de retenção de água	7
2.3.1.4. Perdas de peso por cocção	8
2.3.1.5. Maciez	9
2.3.1.6. Diâmetro da fibra muscular e comprimento de sarcômero	10
2.3.1.7. Oxidação lipídica	11
2.3.1.8. Análise sensorial	12
2.3.2. Características nutricionais	13
2.3.2.1. Composição centesimal	13
2.3.2.2. Colesterol e perfil de ácidos graxos	15
3. Objetivos gerais	17
4. Referências	17

**CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS
DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM
GLICERINA**

RESUMO	27
1. Introdução.....	28
2. Material e métodos.....	29
3. Resultados e discussão	36
4. Conclusões	45
5. Referências	45

**CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CARNE DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM GLICERINA**

RESUMO	51
1. Introdução.....	52
2. Material e métodos.....	53
3. Resultados e discussão	59
4. Conclusões	71
5. Referências	71

CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM GLICERINA PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas, sensoriais e nutricionais de diferentes músculos de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem e com inclusões de glicerina, em substituição ao milho. Foram utilizados 30 cordeiros machos não castrados com aproximadamente 45 dias de idade e $15 \pm 0,2$ kg de peso corporal, alojados em baias individuais e abatidos aos $32,0 \pm 0,2$ kg. Os tratamentos foram compostos por três dietas: D0 - cana-de-açúcar + concentrado; D10 - cana-de-açúcar + concentrado + 10% de glicerina e D20 - cana-de-açúcar + concentrado + 20% de glicerina; e três músculos: *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*. Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre as dietas e os tipos de músculo em todas as características qualitativas avaliadas. Os músculos dos cordeiros são semelhantes quanto às características físico-químicas, sensoriais e nutricionais, tanto que só diferiram ($P < 0,05$) no comprimento de sarcômero, diâmetro das fibras musculares e teor de colesterol. A inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros não afetou ($P > 0,05$) as características físico-químicas pH, temperatura, capacidade de retenção de água (24h e 30 dias após o abate), perdas de peso por descongelamento e cocção, força de cisalhamento, diâmetro das fibras musculares, comprimento de sarcômero, oxidação lipídica, os atributos sensoriais, a composição centesimal e o teor de colesterol da carne. Houve efeito linear ($P < 0,05$) decrescente para as variáveis b^* (intensidade de amarelo) nos músculos (3,79 para 3,09) e na gordura subcutânea (8,20 para 7,02). No perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, houve efeito ($P < 0,05$) da inclusão de glicerina, com elevações na concentração do ácido heptadecanoico (1,64 para 2,61%) e no somatório dos ácidos graxos da família ômega-3 (0,10 para 0,18%) e diminuição na relação ômega-6:ômega-3 (33,70 para 19,63). A inclusão de glicerina na dieta, em substituição ao milho, não comprometeu as características físico-químicas, sensoriais e nutricionais da carne proveniente dos três músculos, confirmando a possibilidade de utilização deste coproduto da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação.

Palavras-chave: ácidos graxos, coprodutos, músculos, ômega-3

MEAT CHARACTERISTICS OF LAMBS FED GLYCERIN DERIVED FROM BIODIESEL PRODUCTION

ABSTRACT – This trial aimed to evaluate the physicochemical, sensory and nutritional characteristics of different muscles from lambs fed diets without and with glycerin inclusions, replacing corn. Thirty Ile de France non-castrated lambs with 45 days of age and about $15 \pm 0,2$ kg of body weight were confined in individual pens and slaughtered at $32 \pm 0,2$ kg. The treatments consisted of three diets: D0 - sugar cane + concentrate; D10 - sugar cane + concentrate + 10% glycerin and D20 - sugar cane + concentrate + 20% glycerin; and three muscles: *Triceps brachii*, *Semimembranosus* and *Longissimus lumborum*. No interactions were observed ($P>0.05$) between treatments and types of muscle in all the evaluated quality characteristics. The muscles of the lambs are similar in terms of physical-chemical, sensory and nutritional characteristics, so that only differ ($P<0.05$) in sarcomere length, diameter of muscle fibers and cholesterol content. The inclusion of glycerin in the diets of the lambs did not affect ($P>0.05$) the physicochemical characteristics pH, temperature, water holding capacity (24 hours and 30 days after slaughter), weight loss by thawing and cooking, strength shear, diameter of muscle fibers, sarcomere length, lipid oxidation, sensory attributes, chemical composition and meat cholesterol content. There were linear effect ($P<0.05$) with decrease on the variable b^* (yellow intensity) of the muscles (3.79 to 3.09) and subcutaneous fat (8.20 to 7.02). In the fatty acid profile of the intramuscular fat, there were effects ($P<0.05$) of the glycerin inclusions, with increase in the concentration of heptadecanoic acid (1.64 to 2.61%) and sum of the fatty acids of the omega-family 3 (0.10 to 0.18%) and decrease in omega-6:omega-3 ratio (33.70 to 19.63). The inclusion of glycerin in the diet, replacing corn, did not affect the quality characteristics of the meat, confirming the possibility of using this co-product of the production of Biodiesel in feeding lambs in termination.

Keywords: fatty acids, co-products, muscles, omega-3

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

A demanda por proteína de origem animal tem aumentado nas últimas décadas, e a carne ovina se destaca como excelente alternativa para atender o mercado nacional, devido ao seu alto valor nutricional e digestibilidade, elevados teores de proteína (aminoácidos essenciais), vitaminas do complexo B, ferro, cálcio e potássio (SILVA; CADAVEZ; AZEVEDO, 2007).

Segundo Pires et al. (2000), os cordeiros constituem a categoria que produz carne de maior aceitabilidade pelo mercado consumidor, devido suas melhores características qualitativas, principalmente cor, maciez, sabor e aroma. A produção brasileira de carne de cordeiro tem aumentado nos últimos 30 anos, indo de 30 mil toneladas em 1980 para 80 mil em 2010, o que corresponde a 267% de crescimento em três décadas (FAO, 2012).

A terminação em confinamento com dietas de melhor qualidade encurta o tempo de engorda para atingir peso de abate, permitindo a produção de cordeiros precoces, com acabamento de carcaça adequado, atendendo as exigências do mercado consumidor (SANTELLO et al., 2006). Como esse sistema de produção é oneroso, em função dos elevados custos dos insumos, o uso de alimentos alternativos na dieta, sem prejudicar a qualidade da carne, é de grande valia.

A cana-de-açúcar é uma forrageira facilmente encontrada nas propriedades rurais, principalmente no Estado de São Paulo, merecendo atenção em virtude dos menores custos de produção, quando comparada a outros volumosos, como feno e silagem de milho (GALAN & NUSSIO, 2000). No entanto, sua utilização como volumoso em dietas para ovinos tem sido pouco estudada, contrastando com a ampla utilização na alimentação de bovinos.

No Brasil, a partir de 2008 foi instituída a obrigatoriedade de se adicionar 2% de biodiesel ao diesel comum (ANP, 2004), sendo esta porcentagem elevada para 4% em 2009, posteriormente para 5% em 2013 e 7% no ano de 2014, por meio de Medida provisória (MP 647/14), sendo que as perspectivas são de utilização do biodiesel puro nos próximos anos. Com o crescimento da indústria do biodiesel, há perspectiva de aumento na oferta de coprodutos com potencial de uso na alimentação de ruminantes, dentre eles a glicerina, que possui sabor adocicado e alto teor de glicerol, podendo ser uma alternativa aos alimentos concentrados

energéticos, principalmente milho e sorgo, que poderiam ser disponibilizados à população humana.

Diversos pesquisadores (MUSSELMAN et al. (2008); GUNN et al. (2010a); GOMES et al. (2011); LAGE et al. (2010)) avaliaram o efeito de diferentes teores de glicerina no desempenho de cordeiros em confinamento, impulsionados pela possibilidade de redução nos custos de produção, sem enfoque na qualidade da carne. Outro aspecto a ser considerado é que a maioria dos estudos envolvendo glicerina na alimentação de ovinos utiliza silagem de milho como volumoso, sendo oportuno estudos que associem este coproduto do biodiesel a outros volumosos, como a cana-de-açúcar. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos de inclusões de glicerina, em substituição ao milho, sobre a qualidade da carne proveniente de diferentes músculos de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo como volumoso a cana-de-açúcar.

2. Revisão da literatura

2.1 Glicerina na dieta de ovinos

A busca por alimentos alternativos, como os coprodutos da cadeia do biodiesel, visa minimizar os custos com alimentação, que podem chegar a 70% dos custos totais, dependendo do tipo de exploração (CÂNDIDO et al., 2008). Além disso, estratégias nutricionais que atentem para combinações entre resíduos e coprodutos da agroindústria, como alternativas para fundamentar a base alimentar de ruminantes, podem diminuir a pressão sobre o uso de cereais, disponibilizando-os para a população humana (PORTUGAL, 2002).

Com o grande incremento na produção de biodiesel, surgiu a preocupação de encontrar novos destinos à glicerina derivada deste processo, pois para cada litro de biodiesel produzido, são gerados cerca de 100 ml de glicerina bruta (DASARI et al., 2005). Por apresentar sabor adocicado e alto teor de glicerol, a glicerina apresenta potencial para substituir alimentos concentrados energéticos, principalmente o milho e o sorgo. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), autorizou o uso da glicerina na alimentação animal, estabelecendo padrão mínimo de qualidade: glicerol (mínimo de 800 g/kg), umidade (máximo de 130 g/kg), metanol (máximo de 159 mg/kg), tendo o sódio e a matéria mineral possíveis variações decorrentes do processo produtivo (BRASIL, 2010).

Pesquisas (JOHNS, 1953) já indicavam que a glicerina era fermentada quase que totalmente a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente a propionato e mais tarde estudos conduzidos *in vitro* demonstraram aumentos nas produções de propionato e butirato (REMOND et al., 1993). Segundo Krehbiel (2008), do total do glicerol que chega ao rúmen, cerca de 44% é fermentado, 43% é absorvido pela parede, enquanto 13% passaria para o omaso juntamente com a digesta, sendo absorvido no intestino. São várias as pesquisas conduzidas com o objetivo de definir o destino da glicerina no organismo animal, e a maioria sugere que a glicerina é amplamente fermentada no rúmen e que a extensão da digestão desse ingrediente é dependente do teor de inclusão na dieta (DONKIN, 2008).

A glicerina geralmente é reconhecida como segura para o uso na alimentação animal, entretanto, especial atenção deve ser dada ao seu teor de metanol, substância utilizada no processo de produção de biodiesel. Segundo o Food and Drug Administration (FDA), os teores de metanol devem ser inferiores a 0,5% da dieta total (DONKIN & DOANE, 2007). Nos últimos anos, diversas pesquisas foram realizadas objetivando avaliar os efeitos de substituições parciais e até mesmo totais de concentrados energéticos por glicerina, sobre o desempenho e as características quantitativas da carcaça de cordeiros, sendo escassas pesquisas com ênfase nas repercussões deste coproduto sobre as características qualitativas, principalmente sobre perfil lipídico da carne ovina.

Lage et al. (2014), ao avaliarem dietas com até 12% de glicerina para cordeiros Santa Inês, relataram efeito linear decrescente para os pesos de paleta, costela, lombo e perna dos animais, entretanto, não observaram alteração no rendimento dos cortes. Já Lage et al. (2010), concluíram que a inclusão de até 6% de glicerina na matéria seca (MS) da dieta de cordeiros Santa Inês otimiza a conversão alimentar dos animais.

Ao estudarem inclusões de 15 e 30% de glicerina em dietas de cordeiros Santa Inês, Gomes et al. (2011) não observaram diferenças nas características qualitativas da carne, excetuando-se a cor e a espessura de gordura de cobertura, tendo a carne dos cordeiros que receberam os valores máximos de glicerina, menor quantidade de gordura (2,46 em uma escala de 1 a 5) e coloração mais amarelada (1,60 em uma escala de 1 a 3) em relação às carnes dos cordeiros que receberam 15% de glicerina na dieta. Avila-Stagno et al. (2012), ao avaliarem dietas contendo até 21% de glicerina para cordeiros Arcott, observaram decréscimo linear na ingestão de

matéria seca com o aumento das inclusões, porém, não houve influência sobre a conversão alimentar, digestibilidade dos nutrientes e espessura de gordura subcutânea das carcaças.

2.2 Cana-de-açúcar na alimentação de ovinos

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma planta originária da Ásia e sua utilização na alimentação animal é bastante antiga. De acordo com Boin (1987), citado por Lima & Mattos (1993), a cana-de-açúcar é a gramínea de clima tropical com maior potencial para produção de MS e energia por unidade de área, fornecendo de 15 a 20 toneladas de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, quando comparada ao milho, sorgo e mandioca, que produzem em média oito toneladas de NDT em mesma área.

No Brasil, a safra da cana-de-açúcar coincide com a época de escassez de pastagens, viabilizando a utilização desta forrageira como alternativa na alimentação ou suplementação de animais durante estes períodos de seca. Esta forrageira tem sido amplamente utilizada na alimentação de bovinos. Porém, o uso da mesma na nutrição de ovinos ainda é recente e alvo de diversas pesquisas.

Segundo Nunes (2011), algumas vantagens da utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes são: adaptação a diversas condições climáticas, fácil manejo, boa capacidade de rebrota, elevado rendimento por área, boa aceitação pelos animais e manutenção do valor nutritivo por até seis meses após a maturação. Entretanto, dietas compostas por cana-de-açúcar necessitam de correções nos teores proteico e mineral, uma vez que esta forrageira possui baixa quantidade de proteína (2 a 4%) e é deficiente em alguns minerais, principalmente fósforo, enxofre, zinco e manganês. Estas correções, associadas à utilização de variedades melhoradas de cana-de-açúcar, com altos teores de açúcar e baixos de fibra, melhoram o consumo e o desempenho dos ovinos (TORRES & COSTA, 2001).

A variedade IAC 86-2480 apresenta 60% de NDT, alto teor de açúcares (até 50% na MS) e menor teor de fibra em detergente neutro (44,10%), permitindo maior ingestão e melhor desempenho dos animais. Segundo Landell et al. (2002), a utilização da cana-de-açúcar IAC 86-2480 na alimentação de bovinos de corte aumentou em 17% o ganho de peso, em comparação aos animais que consumiram a variedade industrial RB 72-454.

Leão et al. (2012), ao compararem carnes de cordeiros Ile de France alimentados com cana-de-açúcar da variedade IAC 86-2480 e silagem de milho, não encontraram diferenças entre as dietas para nenhum dos aspectos qualitativos avaliados (pH, cor, capacidade de retenção de água, perdas de peso na cocção e maciez).

2.3 Características qualitativas da carne de cordeiros

2.3.1. Características físico-químicas

2.3.1.1. pH

O pH ou potencial hidrogeniônico é um índice de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio, no caso a carne ovina, sendo um dos indicadores de maior importância na avaliação da qualidade de carnes. Logo após o abate e a sangria do animal, a circulação sanguínea e o aporte de oxigênio são cessados, ou seja, o metabolismo aeróbio das células se torna dependente do oxigênio muscular estocado nas mioglobinas. No momento em que o oxigênio é esgotado, as células passam a depender exclusivamente do mecanismo glicolítico (anaeróbio) para suprir toda a demanda energética. À medida que as reservas de ATP, fosfocreatina e glicogênio são consumidas, ocorre formação de ácido lático, produto final do metabolismo anaeróbio, no músculo (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Com a cessação do sistema circulatório, não há transporte de ácido lático até o fígado para ser metabolizado, sendo o mesmo acumulado no tecido muscular, provocando a queda do pH, que em condições normais, na primeira hora *post mortem* declina de 7,2 para aproximadamente 6,2 (LEÃO et al., 2012). Segundo Osório et al. (1998), o pH final da carne de cordeiro, 24 horas após abate, se estabiliza com valores entre 5,5 e 5,8. O pH final e a velocidade de queda do mesmo afetam características qualitativas como cor, suculência, sabor, capacidade de retenção de água e a atividade microbiológica na carne (CEZAR & SOUSA, 2007).

De acordo com Sañudo (1980), o pH pode ser influenciado por fatores intrínsecos como tipo de músculo, raça, idade, sexo e individualidades do animal, e extrínsecos como alimentação, estresse, tempo de jejum e refrigeração. Entretanto, segundo Sierra (1988), citado por Lage (2009), a dieta ou natureza do alimento são fatores que pouco influenciam o valor final de pH, sendo o nível de glicogênio muscular, o fator de maior importância.

Cunha (2014) avaliou o pH final (24 horas) dos músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus dorsi* de cordeiros Pantaneiros alimentados com dietas contendo até 7,5% de glicerina e não observou influência das dietas no pH dos músculos, cujo valor médio foi 5,61.

2.3.1.2. Cor da carne e da gordura

A carne e a gordura possuem cor devido à capacidade de refletirem ou emitirem diferentes quantidades de energia em comprimentos de ondas capazes de estimular a retina do olho. A cor e a aparência são importantes atributos de qualidade dos alimentos, sendo critérios utilizados para avaliar a qualidade de carnes (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A cor da carne depende da concentração e da forma química da mioglobina muscular, que na carne fresca encontra-se reduzida (Fe^{++}) e com cor vermelho púrpura. Esta, ao ser exposta por alguns minutos ao oxigênio, sofre oxigenação, transformando-se em oximioglobina, alterando sua cor para vermelho brilhante, e após prolongada exposição do corte ao oxigênio, ocorre excessiva oxidação, convertendo a oximioglobina em metamioglobina, com coloração marrom, diminuindo a atratividade do produto (ROÇA, 2000).

A determinação da cor da carne e dos produtos cárneos pode ser realizada por método subjetivo, que envolve observações sensoriais de pigmentos da carne, da gordura, presença de tecido conjuntivo e outros, sendo um método rápido e útil. Porém, normalmente a carne é avaliada por método objetivo, utilizando colorímetro, que determina as coordenadas L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo), componentes do modelo colorimétrico desenvolvido em 1976 pela Comissão Internacional de Iluminação (Commission International de l'Eclairage - CIE).

De acordo com Sañudo et al. (2000), a carne de cordeiro geralmente tem valores de 30,03 a 49,47 para L^* ; 8,24 a 23,53 para a^* e 3,30 a 11,10 para b^* , podendo variar em função da idade, sexo e raça do animal, manejo pré-abate, nutrição e forma de congelamento da carne (SAÑUDO, 1992).

Segundo RAMOS & GOMIDE (2007), a cor da carne também pode ser influenciada pela localização anatômica do músculo e atividade física do animal. Segundo os autores, carnes com predominância de fibras vermelhas possuem maiores concentrações de mioglobina que as compostas predominantemente por

fibras brancas. Outro fator que influencia a cor da carne ovina é a extensão da glicólise *post-mortem*, que em situações adversas pode originar a condição de DFD (Dark, Firm, Dry), em que o pH permanece acima de 6,0, 24 horas após o abate. Nestas condições, as proteínas miofibrilares da carne se encontram acima de seu ponto isoelétrico, com capacidade de retenção de água muito alta, permitindo uma pequena reflexão da luz. O aparecimento desse tipo de carne é um grave problema para as indústrias frigoríficas, causando prejuízos econômicos (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Barros (2012) avaliou dietas contendo até 10,84% de glicerina para cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper $\frac{1}{2}$ Santa Inês e não observou diferença na cor do músculo *Longissimus dorsi* dos animais. Ao avaliar a cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês confinados e alimentados com dietas contendo até 15% de glicerina, Polizel (2014) não observou diferença entre as dietas e relatou valores médios de 39,71 para L*; 17,27 para a* e 4,62 para b*.

Em relação à cor da gordura, colorações mais amareladas geralmente são passíveis de discriminação pelos consumidores, que associam maior qualidade às gorduras de cores branca e creme (PURCHAS, 1989). A coloração amarelada está relacionada ao acúmulo de carotenoides, sendo a luteína o único pigmento depositado no tecido adiposo de ovinos, segundo Yang et al. (1992).

2.3.1.3. Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade importante na qualidade de carnes destinadas ao consumo *in natura* ou à industrialização, sendo a capacidade da carne em reter umidade no momento da aplicação de forças externas como aquecimento, cisalhamento, prensagem e moagem, e durante a mastigação (ROÇA, 2000).

A maioria da água presente no músculo encontra-se na estrutura miofibrilar (forma livre), nos espaçamentos entre os filamentos de actina e miosina. Com o encurtamento dos sarcômeros e formação dos complexos actomiosina, resultado do processo de *rigor mortis*, há expulsão da água desta microestrutura, causando redução na maciez, além de implicar em perdas no valor nutritivo pelo exsudato liberado, que carrega vitaminas, minerais, aminoácidos e outros nutrientes (SILVA SOBRINHO, 2001).

A CRA tem grande importância durante o armazenamento, transporte e comercialização da carne e produtos cárneos, uma vez que tecidos com baixa capacidade de retenção de água perdem mais umidade e conseqüentemente peso, acarretando em perdas econômicas. De maneira geral, estas perdas ocorrem nas superfícies musculares das carcaças expostas à atmosfera durante a estocagem e, uma vez realizados os cortes para venda, aumenta-se a perda de água em conseqüência da maior superfície de exposição (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Segundo Sañudo (1992), os fatores intrínsecos que influem na capacidade de retenção de água são tipo de músculo, raça e idade ao abate; dentre os extrínsecos destacam-se alimentação, estresse pré-abate e condições pós-abate.

Há vários métodos para mensurar a CRA da carne ovina, sendo importante escolher o método que permita melhor comparação dos resultados. De acordo com Ramos & Gomide (2007), os métodos podem não envolver aplicação de força (perdas por gotejamento), utilizar aplicação de calor (perda por cocção) ou força mecânica (pressão em papel filtro). Apesar do método da pressão em papel filtro ser de difícil padronização, em relação à força aplicada, é amplamente utilizado considerando que os demais métodos são relativamente demorados ou onerosos.

Petrorossi et al. (2014), ao avaliarem dietas contendo até 30% de glicerina para cordeiros Santa Inês, não observaram diferença na CRA do músculo *Longissimus dorsi*, com média de 65,29%.

2.3.1.4. Perdas de peso por cocção

A perda de peso durante o processo de cocção (PPC) é importante característica na avaliação da qualidade da carne ovina, estando associada ao rendimento da carne ou corte cárneo no momento do consumo. Esta perda é fortemente influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas miofibrilares da carne e tem relevância por influenciar outras características de qualidade, como cor, força de cisalhamento e suculência da carne (BONAGURIO et al., 2003).

Segundo Silva et al. (2008), estas perdas podem ser influenciadas pelo genótipo, condições de manejo pré e pós-abate e metodologia utilizada no preparo das amostras, tais como remoção ou padronização da gordura de cobertura dos cortes e tipo de equipamento utilizado. Além disso, as formas de transferência de calor, temperatura, duração do processo e o meio de cocção são fatores que podem

causar alterações químicas e físicas, modificando a PPC e conseqüentemente a composição química e o valor nutricional da carne (MONTE et al., 2012).

Ao avaliarem dietas com até 32% de glicerina para cordeiros Santa Inês, Hermes et al. (2012) não observaram diferença na PPC do músculo *Longissimus dorsi*, que variou de 30,27 a 33,62%. Polizel (2014) avaliou a PPC de músculos *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês confinados recebendo dietas com até 15% de glicerina e não observou diferença, obtendo valor médio de 26,08%.

2.3.1.5. Maciez

Dentre as características que contribuem para a qualidade da carne durante o ato de degustação, a maciez assume posição de destaque, sendo considerada a característica de maior importância na determinação da aceitabilidade e satisfação do consumidor (RAMOS & GOMIDE, 2007). A importância da maciez no consumo de carnes pode ser comprovada por estudos como o de Boleman et al. (1997), que relataram a disposição dos consumidores para pagar mais caro pela garantia da maciez.

Para Lawrie (2005), a sensação de maciez envolve três aspectos: um inicial, relacionado à facilidade de penetração dos dentes na carne; um intermediário e mais prolongado, relacionado à fragmentação da carne durante a mastigação, e o final, que abrange a sensação de resíduo após a mastigação. A variação da maciez em carnes foi inicialmente atribuída à presença e quantidade de tecido conectivo e mais a frente estudos evidenciaram que a causa estaria na diferença de solubilidade do colágeno, a principal proteína estrutural do tecido conectivo. Embora sua concentração no músculo afete negativamente a maciez, sua principal contribuição à dureza da carne está relacionada à quantidade e estabilidade das ligações cruzadas entre suas fibras (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A maciez da carne ovina pode ser mensurada por método subjetivo, utilizando painel sensorial, no qual um grupo de pessoas treinadas ou não, atribui notas à carne após provarem algumas amostras. Também pode ser medida de maneira objetiva, utilizando texturômetro, instrumento que mede a força necessária para cisalhar uma seção transversal de carne, geralmente expressa em kgf (quilograma-força), sendo que quanto maior a força, menos macia é a carne. Segundo Tatum et al. (1999), para a carne de cordeiro ser considerada macia, a força de cisalhamento deve ser inferior a 5 kgf, sendo que a aceitação pelo mercado consumidor passa a

diminuir quando o valor de força de cisalhamento encontra-se acima de 11kgf (BICKERSTAFFE et al., 1997).

De acordo com Destefanis et al. (2008), a maciez é altamente variável, em função de muitos fatores intrínsecos e extrínsecos, bem como as interações entre os mesmo. Já Sañudo (1992) mencionou como fatores intrínsecos que influenciam na maciez da carne ovina, a raça, tipo de músculo e a idade do animal, e como fatores extrínsecos, a alimentação e o uso de aditivos, como os antioxidantes.

Petrossi et al. (2014), ao avaliarem dietas com até 30% de glicerina para cordeiros Santa Inês confinados, não observaram diferenças na força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* e relataram valores de 2,79 a 3,78 kgf. Lage et al. (2014) incluíram até 12% de glicerina na dieta de cordeiros Santa Inês confinados e não encontraram diferenças nos valores de força de cisalhamento de músculos *Longissimus dorsi*, com valor médio de 4,44 kgf.

2.3.1.6. Diâmetro da fibra muscular e comprimento de sarcômero

Após o nascimento, o peso da musculatura do animal duplica, podendo até quadruplicar em alguns músculos, entretanto, o número de fibras musculares parece não aumentar significativamente, indicando que o crescimento do músculo pós-natal se dá pela proliferação de células satélites, fusão das mesmas às miofibrilas existentes, seguida de deposição de proteína, acarretando em hipertrofia do músculo (BERG & BUTTERFIELD, 1979).

Segundo Taylor (2003), a importância do diâmetro da fibra na maciez da carne é suportada por diversos trabalhos que relataram alterações na força de cisalhamento, independentemente do comprimento do sarcômero e do conteúdo de tecido conectivo. A autora cita ainda que músculos de ovinos submetidos à aplicação de β -agonistas apresentaram redução na maciez da carne no primeiro dia *post-mortem*, relacionado com o maior diâmetro das fibras musculares. Hadlich (2007) ao analisar o músculo *Semitendinosus* de bovinos observou correlação positiva entre o diâmetro das fibras musculares e a força de cisalhamento, e correlação negativa entre o diâmetro destas fibras e o índice de fragmentação miofibrilar.

Em alguns trabalhos, como o de Locker (1960), os autores comentaram a relação entre o encolhimento do músculo e a maciez da carne e demonstraram que o comprimento de sarcômero está diretamente correlacionado com a maciez, sendo

o mesmo, indicativo do estado de contração do músculo, podendo ser usado para predição desta característica qualitativa (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Após o abate, a fibra muscular continua sendo contraída até o esgotamento das reservas de ATP, quando há encurtamento dos sarcômeros devido à formação de ligações permanentes entre os filamentos de actina e miosina, denominado *rigor mortis* (HEDRICK et al., 1994). Sendo assim, o estado de contração do músculo é definido pelo comprimento de sarcômero, a menor unidade contrátil do músculo.

Segundo Ruddick & Richards (1975), em músculos pré-rigor e em rigor, estendidos, contidos ou excisados, observa-se alta correlação ($r > 0,80$) entre a maciez e o comprimento médio dos sarcômeros. Esta correlação, no entanto, é menor ($r = 0,68$) quando os músculos são analisados pós-rigor (LYON & BUHR, 1999). Entretanto, mesmo que a medida do comprimento de sarcômero de músculos *pós-rigor* possa ser considerada uma indicação grosseira do arranjo molecular das miofibrilas, trata-se de método simples e objetivo para estimar o grau de contração, sendo útil na predição da maciez da carne.

Para análise de comprimento de sarcômero foram desenvolvidas diversas técnicas e, de acordo com Cross et al. (1981), os métodos mais acessíveis e utilizados baseiam-se em análises micrométricas, nas quais são medidos os espaços entre linhas Z adjacentes, após a preparação de lâminas com cortes histológicos ou homogenatos de amostras de carnes para análises em microscópio de contraste de fases ou em *laser* de difração, sendo este último método mais simples, possibilitando avaliação de maior número de amostras em menor tempo.

Cirne (2013) ao avaliar dietas com até 25% de feno de amoreira para cordeiros Ile de France em confinamento, não verificou diferença no comprimento de sarcômero do músculo *Longissimus dorsi*, com valor médio de 1,60 μm .

2.3.1.7. Oxidação lipídica

Os lipídios são formados por diversos compostos químicos diferentes, sendo os ácidos graxos, as substâncias presentes em maior quantidade. São maioria na carne ovina os ácidos graxos saturados (50%), seguidos pelos monoinsaturados (45%) e somente uma pequena porcentagem são ácidos graxos poli-insaturados (5%) (MONTEIRO et al., 2007).

A taxa de oxidação lipídica é dependente do grau de insaturação, e devido ao seu conteúdo de ácidos graxos insaturados, a carne é suscetível à deterioração oxidativa, a qual pode ser acelerada por processamentos tecnológicos anteriores à estocagem, como o corte e o cozimento, que rompem as membranas celulares do músculo, facilitando a interação dos ácidos graxos insaturados com substâncias pró-oxidantes (PADILHA, 2007).

A oxidação lipídica se inicia após o abate do animal, quando a ação antioxidante do tecido cárneo encontra-se limitada devido à interrupção do fluxo sanguíneo, tornando os lipídios suscetíveis à ação de pró-oxidantes. É um fenômeno espontâneo e inevitável, com uma implicação direta no valor comercial dos produtos, devido à rejeição por parte do consumidor, consequência do surgimento de odores e aromas característicos de ranço (GRAY et al., 1996).

Em carnes, a oxidação lipídica pode ser determinada pelo valor de TBARS (número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico), uma vez que os produtos primários da oxidação constituem-se principalmente de hidroperóxidos, os quais são rapidamente decompostos em várias substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico, sendo o malonaldeído o elemento mais importante (PADILHA, 2007). Várias tecnologias vêm sendo desenvolvidas com o intuito de reduzir a oxidação lipídica e aumentar a vida de prateleira da carne, a saber: embalagens a vácuo, atmosfera modificada e utilização de antioxidantes, principalmente os naturais.

Almeida et al. (2014), ao trabalharem com cordeiros Ile de France alimentados com dietas sem e com grãos de girassol e vitamina E, registraram menor valor de oxidação lipídica (0,07 mg de malonaldeído/kg de amostra) na carne dos animais que receberam vitamina E, um antioxidante natural que sequestra radicais livres, favorecendo a estabilidade oxidativa e a conservação dos produtos cárneos.

2.3.1.8. Análise sensorial

A análise sensorial foi definida pela Divisão de Análise Sensorial do Instituto de Tecnologistas de Alimentos, em 1975, como a “Disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações frente às características de um alimento da forma como elas são percebidas pelos sentidos da visão, tato, paladar, olfato e audição” (GALVÃO, 2006).

De acordo com Sañudo & Campo (2008), a análise sensorial pode ser realizada por meio de painel treinado ou painel de consumidores (não treinados),

sendo que o painel treinado deve possuir de 8 a 12 membros para cada produto (ISO 1993, 1994). O método mais utilizado para medir a intensidade das sensações percebidas é o da Escala hedônica, em que o julgador tem a responsabilidade de expressar a aceitação pelo produto em função de uma escala pré-estabelecida, baseando-se em escala de aprovação - gosta ou desgosta (CARNEIRO et al., 2005).

A avaliação deve ser realizada com amostras codificadas, sem informações, em cabines com separação individual, ambiente controlado e com luz vermelha, amenizando diferenças de cor das amostras (quando não se quer avaliar este atributo). Quando o objetivo do trabalho não é avaliar diferentes músculos, as amostras geralmente são provenientes de músculos *Longissimus dorsi* (OSÓRIO et al., 2009).

A análise sensorial é imprescindível para a ciência da carne ovina e as pessoas que avaliam a técnica empregada são de grande importância, pois na carne, o perfil descritivo é o tipo de prova com maior utilidade, e a seleção dos descritores determina o sucesso da prova (SAÑUDO & CAMPO, 2008). Segundo Dutcosky (1996), é imprescindível a realização de análise sensorial eficiente, pois além de garantir a qualidade do produto, é capaz de detectar peculiaridades que não são percebidas em análises instrumentais. Além disso, este tipo de análise evidencia a preferência por determinados sabores, aromas e cores, dos mais variados nichos de consumidores, influenciados por diversos fatores, principalmente padrão de educação, estrutura cultural e nível social.

Moro et al. (2012), ao avaliarem as características sensoriais da carne de cordeiros lactentes terminados em pastagem recebendo suplementos com até 30% de glicerina em comedouros privativos (*creep feeding*), não constataram diferenças para os atributos cor, maciez e suculência. Cunha (2014) submeteu amostras de músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus dorsi* de cordeiros Pantaneiros alimentados com dietas contendo até 7,5% de glicerina à análise sensorial e não observou efeito da dieta nos atributos odor, sabor, maciez e apreciação geral da carne.

2.3.2. Características nutricionais

2.3.2.1. Composição centesimal

A carne é considerada alimento nobre para o ser humano devido à alta quantidade e principalmente qualidade das proteínas, presença de ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B. Segundo Tornberg (2005), a composição centesimal da carne ovina é de 75% de umidade, 20% de proteína, 3% de gordura e 2% de substâncias não proteicas (vitaminas, minerais, carboidratos e outros).

Dentre os componentes da carne, a água é o de maior representatividade percentual e o seu valor é inversamente proporcional ao de gordura. Por ser componente abundante, influi na qualidade da carne, afetando a suculência, textura, cor e o sabor (PRATA, 1999).

A proteína é o segundo maior componente da carne, podendo ser classificada de acordo com suas funções biológicas, relacionadas com a energia de metabolismo, contração e estrutura, ou de acordo com as propriedades químicas, solúveis ou insolúveis em água ou sais (FENNEMA, 1996).

A gordura é o componente da carne com maior variação e compreende os lipídios, principalmente triglicerídeos, fosfolipídios e esteróis. A gordura denominada intramuscular ou de marmorização, depositada entre os feixes musculares, desempenha papel ativo no metabolismo do músculo, funcionando como depósito do excedente de energia, principalmente na fase final de terminação dos cordeiros (PÉREZ, 1995).

A carne contém grande variedade de minerais, sendo, geralmente boa fonte destes na nutrição humana e apesar de representarem pequena fração da composição da carne, têm grande importância, com destaque para o ferro, essencial em diversas funções no organismo, como suporte do sistema imunológico e formação parcial da hemoglobina, responsável pelo transporte de oxigênio e dióxido de carbono (CIRNE, 2013).

Fatores como raça, ambiente e dieta interferem na composição centesimal da carne. Segundo Zeola et al. (2004), a alimentação pode influenciar nas características da carne ovina, sendo que dietas com elevadas proporções de concentrados resultam em carnes com maiores teores de gordura, aumentando a suculência e a maciez das mesmas, variando também a composição em ácidos graxos. Lage et al. (2014), ao avaliarem dietas com até 12% de glicerina para cordeiros Santa Inês em confinamento, não verificaram diferenças na umidade e nos teores de gordura e cinzas do músculo *Longissimus dorsi*, com valores médios de 74,54; 2,44 e 1,23%, respectivamente. Porém, para a fração proteína, os autores

observaram redução linear com as crescentes inclusões de glicerina nas dietas dos cordeiros.

2.3.2.2. Colesterol e perfil de ácidos graxos

O consumidor tem dado grande importância à relação entre nutrição humana e saúde, se preocupando com os teores de colesterol e ácidos graxos saturados nos produtos de origem animal. Nas últimas décadas, a fração gordura tem recebido maior atenção, e alimentos com teores reduzidos de gordura total e com aumento na fração ácidos graxos insaturados têm ganhado espaço nas prateleiras.

O colesterol ($C_{27}H_{46}O$) é um importante esteroide do tipo lipídio-derivado ou lipídio esteroide, encontrado nos tecidos animais. Como são substâncias insolúveis em água, o transporte dos ésteres de colesterol e do próprio colesterol ocorre na forma de lipoproteínas plasmáticas, formadas pela combinação de apolipoproteínas e lipídios (YAMAMOTO, 2006).

As lipoproteínas de baixa densidade (Low Density Lipoprotein - LDL) transportam o colesterol do fígado para os tecidos e paredes de vasos sanguíneos, onde é acumulado, podendo causar aterosclerose. A fração HDL (High Density Lipoprotein) é representada por lipoproteínas de alta densidade, que carregam o colesterol dos tecidos para o fígado, onde é catabolizado. Baixos níveis de HDL são considerados altamente perigosos, por acarretarem em doenças cardiovasculares (YAM, 1993).

A maior parte do colesterol, aproximadamente 70%, é proveniente da síntese biológica e apenas 30% são oriundos da dieta (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). O organismo humano sintetiza cerca de 1000 mg de colesterol por dia e a média de consumo diário, pela alimentação, está entre 200 e 300 mg, evidenciando que a absorção representa menos de 1/3 do total de colesterol no organismo. Segundo Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995), diversos são os fatores que influenciam os teores de colesterol, entre eles os lipídios e a composição de ácidos graxos da carne.

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos que constituem os lipídios naturais, e podem ser classificados como saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, dependendo da ausência ou presença de ligações duplas carbono-carbono. Os ácidos graxos poli-insaturados são importantes componentes dos fosfolipídios que constituem as membranas das células e podem ser subdivididos em duas famílias,

de acordo com a posição da primeira insaturação da cadeia carbônica, denominadas famílias ômega-3 e ômega-6, as quais são sintetizadas a partir de dois ácidos graxos essenciais à nutrição: ácido linolênico e linoleico, respectivamente (MOREIRA et al. 2002).

A carne ovina é rica em ácidos graxos saturados (50%) e monoinsaturados (45%), com pequenas quantidades (5%) de poli-insaturados (MONTEIRO et al., 2007). Segundo Leão et al. (2012), os ácidos graxos saturados mais encontrados na carne ovina são o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados palmitoleico (C16:1) e oleico (C18:1 ω 9) e os poli-insaturados linoleico (C18:2 ω 6), linolênico (C18:3 ω 3) e araquidônico (C20:4).

A manipulação do perfil de ácidos graxos na carne de ruminantes é objetivo de várias pesquisas, pois os ácidos graxos depositados na gordura intramuscular destes animais diferem daqueles consumidos pelo animal, consequência da taxa e extensão da biohidrogenação ruminal. Segundo Harfoot & Hazlewood (1988), a biohidrogenação é responsável pelo aumento na proporção de ácidos graxos saturados que chega ao duodeno, resultado do processo de isomeração das duplas ligações *cis*-12 dos ácidos graxos insaturados livres (tóxicos aos microrganismos), que forma duplas ligações conjugadas. O ácido linoleico conjugado (CLA) C18:2 *cis*-9, *trans*-11 é um dos produtos intermediários da biohidrogenação, que posteriormente sofre redução na ligação *cis*, formando o ácido vaccênico (C18:1 *trans*-11). O último passo deste processo é a redução do ácido vaccênico, com formação de ácido esteárico (C18:0), um ácido graxo saturado. Os ácidos graxos da família CLA, quando não reduzidos no rúmen, são absorvidos no intestino e considerados benéficos à saúde humana, pois reduzem os problemas com colesterol e diabetes, atuam na prevenção contra o câncer e obesidade, além de possuírem efeito antioxidante (VARELA et al., 2004).

A carne de animais ruminantes é o produto que apresenta a maior concentração de CLA na natureza, variando de 0,2 a mais de 2% (KHANAL; OLSON, 2004). Dentre os ruminantes, os ovinos se destacam pela capacidade de incorporar CLA na gordura intramuscular, e o fato dessa substância estar disponível na gordura intramuscular tem particular importância, pois comumente a gordura que é depositada sobre a porção muscular (subcutânea ou de cobertura) é retirada no momento do consumo. Portanto, o consumo de carne ovina é alternativa para elevar a ingestão de CLA (OSÓRIO et al., 2006).

Segundo Sañudo et al. (2000), o perfil de ácidos graxos da carne ovina pode variar de forma considerável entre animais, raças e dietas, sendo possível obter carnes com melhor perfil de ácidos graxos e conseqüentemente mais saudáveis, por meio de seleção, genética e alteração da alimentação.

Pellegrin et al. (2012), ao avaliarem músculos *Longissimus dorsi* de cordeiros lactentes mantidos em pasto de azevém e suplementados (*creep feeding*) com dietas contendo até 30% de glicerina, não observaram diferença para o teor de colesterol, com valor médio de 87,78 mg/ 100 g de músculo. Terré et al. (2011), ao avaliarem o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros da raça Ripollesa alimentados com dietas contendo até 10% de glicerina, não observaram diferença no perfil de ácidos graxos.

3. Objetivos gerais

Objetivou-se avaliar os aspectos qualitativos pH, cor, temperatura, capacidade de retenção de água, perdas de peso por descongelamento e cocção, comprimento de sarcômero, diâmetro da fibra, maciez, composição centesimal, oxidação lipídica, colesterol, perfil de ácidos graxos e a qualidade sensorial da carne proveniente de diferentes músculos de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem e com inclusões de glicerina, em substituição ao milho, e cana-de-açúcar como volumoso.

4. Referências

ALMEIDA, F. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MANZI, G.; LIMA, N. L. L.; ENDO, V.; ZEOLA, N. M. B. L. Dietary supplementation with sunflower seeds and vitam E for fattening lambs improves the fatty acid profile and oxidative stability of the *Longissimus lumborum* **Animal Production Science**. <http://dx.doi.org/10.1071/AN13383>, publicação online em 15 de setembro de 2014.

ANP. Agência Nacional do Petróleo. Resolução nº 42 de 24/11/2004. Edição Número 236 de 09/12/2004. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 24 nov. 2004.

AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A. V.; HE, M. L.; HARSTAD, O. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; MCALLISTER, T. A. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, p. 829-837, 2012.

BARROS, M. C. C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81 f. Tese (Doutorado em Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de Ganado vacuno**. Espanha, Zaragoza: Ed. Acribia, 1979, 297 p.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTEUR, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. **44th ICoMST**, n. 43, p. 196-197, 1997.

BOLEMAN, S. J., BOLEMAN, S. L., MILLER, R. K. Consumer evaluation of beef of know categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.75, p.1521-1524, 1997.

BONAGURIO, S.; PEREZ, O. R. J.; GARCIA, F. F. I.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, C. S. L. A. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 17 ago. 2014.

BRASIL – Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/15303>>. Acesso em: 17 mar. 2014.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carnes suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 11-17, 1995.

CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, D. A. M.; SEVERINO, S. L.; OLIVEIRA, R. Z. S. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Campina Grande: Embrapa – Algodão, 2008. p. 1-21.

CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; DE SOUZA JR, M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 18-24, 2005.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: **Agropecuária Tropical**, 2007, 232 p.

CIRNE, L. G. A. **Desempenho e qualidade da carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira**. 2013. 95 f. Tese (Doutorado em zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

CROSS, H. R., WEST, R. L., DUTSON, T. R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef *Semitenidosus* muscle. **Meat Science**, Champaign, v. 5, n. 4, p. 261- 266, 1981.

CUNHA, C. M. **Qualidade da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo teores crescentes de glicerina bruta**. 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

DESTEFANIS, G.; BRUGIAPAGLIA, A.; BARGE, M. T.; DAL MOLIM, E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. **Meat Science**, Champaign, v. 78, n. 2, p. 153-156, 2008.

DASARI, M.A. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, n.1-2, p.225-231, 2005.

DESTEFANIS, G.; BRUGIAPAGLIA, A.; BARGE, M.T.; DAL MOLIN E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. **Meat Science**, Champaign, v. 78, n. 2, p. 153-156, 2008.

DONKIN, S.S. Glicerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.280-286, 2008.

DONKIN, S.S. & DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2007. Fort Wayne. **Proceeding...** The Ohio State University, Columbus, p.97, 2007.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

FAO. Food and agriculture organization of the United States. [2012] **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3 ed. New York: Marcel Dekker, 1996, p.225-321.

GALAN, V. B.; NUSSIO, L. G. Novos custos para cana-de-açúcar. In: GALAN, V. B. (Ed.) **Boletim do leite**. Piracicaba: CEPEA/FEALQ, n. 74, 2000.

GALVÃO, M. T. E. L. Análise sensorial de carnes. In: CASTILLO, C. J. C. (Ed.) **Qualidade da carne**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 185-199.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 10, p. 2211-2219, 2011.

GRAY, J. L.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Champaign, v. 43, p. 111-113, 1996.

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, M. L.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; RUSK, C. P.; LAKE, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 26, n.3, p. 298-306, 2010a.

HADLICH, J. C. **Características do crescimento animal, do tecido muscular esquelético e da maciez da carne de bovinos nelore e mestiços no modelo biológico superprecoce**. 2007. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. London: Elsevier Science Publishers, 1988, p. 285–322.

HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C. **Principles of meat science**. 3. ed. San Francisco: Kendall/ Hunt Publishing Company, 1994. p. 123-132.

HERMES, P.R.; COSTA, P.B.; VILELLA, C.G.; FERNANDES, A.R.M.; NUBIATO, K.E.Z.; ALVES, L.G.C. Características físicas da carne de cordeiros alimentados com glicerina bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012.

JOHNS, A. T. Fermentation of glycerol in the rumen of the sheep. **New Zealand Journal Science Technology**, v.35, n.4, p.262-269, 1953.

KHANAL, R. C.; OLSON, K. C. Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat and egg. **Pakistan Journal of Nutrition**, Lahore, v. 3, n. 2, p. 82-98, 2004.

KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerol. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 1, p. 392, 2008. Abstract.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A. A. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: Manejo de produção e uso na alimentação animal**. 4. ed. Campinas: IAC, 2002 (Boletim Técnico IAC,193).

LAGE, J. F. **Glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; DUARTE, M. S.; FILHO, S. C. V.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerol contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science**, Champaign, v. 96, p. 108-113, 2014.

LAGE, J. F.; PAULINO, R. V. P.; PEREIRA, R. G. L.; FILHO, V. C. S.; OLIVEIRA, S. A.; DETMANN, E.; SOUZA, P. K. N.; LIMA, M. C. J. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 1012-1020, 2010.

LAWRIE, R. A. Constituição química e bioquímica do músculo. In: _____. (Ed.). **Ciência da carne**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 79-119.

LEÃO, A. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; DE SOUZA, H. B. A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R. C.; PEREZ, H. L. Physico-chemical and sensorial characteristics of meat from lambs finished with diets containing sugar cane or corn silage and two levels of concentrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, p. 1253-1262, 2012.

LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.77-105.

LOCKER, R. H. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. **Food Research**, Canada, v. 25, n. 2, p. 304-307, 1960.

LYON, C. E.; BUHR, R. J. Biochemical basis of meat texture. In: RICHARDSON, R. I.; MEAD, G. C. (Eds). **Poultry meat science**. (Poultry Science Symposium Series, v.25) England: CABI Publishing, p. 99-126, 1999.

MADRUGA, M. S.; DE SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; GLÓRIA, M. 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.

MONTE, A. L. S ; VILLARROEL, S. B. A. ; DAMACENO, M. N. ; CAVALCANTE, D. B. A. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. ACSA – **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

MONTEIRO, A. L. G.; FE.NANDES, M. A. A.; BARROS, C. S. **As pastagens e a qualidade da carne ovina para o consumo humano**. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/saude-qualidade-de-vida/as-pastagens-e-a-qualidade-da-carne-ovina-para-o-consumo-humano-34199n.aspx> >. Acesso em: 14 mar. 2014.

MOREIRA, N. X.; CURI, R. ; MANCINI FILHO, J. Fatty acids : a review. *Nutrite: Brazilian Society Food. Nutrition.*, São Paulo, v. 24, p. 105-123, 2002.

MORO, A. B.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; NALERIO, E. S.; WOMMER, T. P.; VENTURINI, R. S.; LOPES, J. F.; BRUTTI, D. D. Análise sensorial da carne de cordeiros lactentes terminados a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 22., 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2012. 1 CD-ROM.

MUSSELMAN, A. F.; VAN EMON, M. L.; GUNN, P. J. Effects of crude glycerin on feedlot performance and carcass characteristics of market lambs. **Proceedings...**, Western Section, American Society of Animal Sciences. v. 59, p. 353-355, 2008.

NUNES, L. R. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar na alimentação de cordeiros**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T.; JARDIM, P. O.; PIMENTEL, M. A.; POUHEY, J. L.; CARDELLINO, R. A.; MOTTA, L.; ESTEVES, R. **Métodos para avaliação da**

produção de carne ovina: *in vivo*, na carcaça e na carne. Pelotas: Editora Universitária/ UFPel, 1998. 107p.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p. 292-300, 2009.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, S. G. J.; HASHIMOTO, J. J. R.; BONACINA, M.; ÁVILA, C. C. Qualidade nutritiva e funcional da carne ovina. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRA, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA:CNPGC, 2006. 1 CD-ROM.

PADILHA, A. D. G. **Antioxidante natural de erva mate na conservação da carne de frango *in vivo*.** 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PELEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; MORO, B. A.; RODAWIECZ, M. S. Teores de colesterol no sangue e na carne de cordeiros de cordeiros lactentes mantidos a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta no *creep feeding*. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 7, n. 1, 2012.

PÉREZ, J. R. O. Alguns aspectos relacionados com a qualidade da carcaça e da carne ovina. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 4., 1995, Campinas. **Anais...**Campinas: ASPACO - CATI – FMVZ/Unesp – SENAR, 1995. p.125-139.

PETROROSSI, S. F. F.; CARVALHO, V. B.; SIMONETTI, L. R.; LEITE, R. F.; PEREZ, H. L.; PASCHOALLOTO, J. R.; ALMEIDA, M. T. C.; EZEQUIEL, J. M. B. Parâmetros físicos da carne de cordeiros confinados alimentados com altos níveis de glicerina bruta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014, Vitória. **Anais...** Vitória: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2014. p. 1-4.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; SCHILICK, F. E.; GUERRA, D. P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R. M. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 875-880, 2000.

POLIZEL, D. M. **Inclusão de glicerina bruta em substituição parcial ao milho na dieta de ovinos.** 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

PORTUGAL, A. V. Sistemas de produção de alimentos de origem animal no futuro. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, p. 63-70, 2002.

PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217 p.

PURCHAS, R. W. On-farm factors affecting meat quality characteristics. In: PURCHAS, R. W.; BUTLER-HOGG, B. W.; DAVIES, A. S. **Meat production and processing**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1989. p. 159-172.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

REMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J. P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, n.2, p.121-132, 1993.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Botucatu: FCA-Unesp, 2000. 10 p. (artigo técnico).

RUDDICK, J. E.; RICHARDS, J. F. Comparison of sarcomere length measurement of cooked chicken pectoralis muscle by laser diffraction and oil immersion microscopy. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, p. 500-501, 1975.

SANTELLLO, G. A.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A. Características de carcaça e análise do custo de sistemas de produção de cordeiras ½ Dorset ½ Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1852-1859, 2006.

SAÑUDO, C. **Calidad de la canal y de la carne en el ternasco aragonés**. 1980. 337 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1980.

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117 p.

SAÑUDO, C.; ARRIBAS, M, M, C.; SILVA SOBRINHO, A. G. Qualidade da carcaça e da carne ovina e seus fatores determinantes. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. p. 177-228.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Champaign, v. 54, p. 339-346, 2000.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M. Calidad de la carne de vacuno. In: SAÑUDO, C.; JIMENO, V.; CERVIÑO, M. (Eds.) **Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España**. 1.ed. Madri: Schering-Ploug, 2008. p. 207-235.

SILVA, N. V.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. Biometria e correlações com características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com dietas contendo feno de flor de seda. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju, SE. 2008.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302 p.

SILVA, S. R.; CADAVEZ, V. P.; AZEVEDO, J. M. T. **Carcaça e carne de borrego e cabrito. Avaliação da qualidade e da composição**. Portugal: Serviços Gráficos/UTAD, 2007.

TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; BELK, K. E. New approaches for improving tenderness, quality and consistency of beef. PROCEEDINGS OF THE ANIMAL SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: American Society of Animal Science, 1999. p.1-10.

TAYLOR, R. G. Meat tenderness: theory and practice. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, Special Issue (49th ICoMST), p. 56-66, 2003.

TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P.; BACH, A. The use of glycerin in rations for light lamb during the fattening period. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 164, n. 3, p. 262-267, 2011.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

TORRES, R. A.; COSTA, J. L. Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 1-20.

VARELA, A.; OLIVETE, B.; MORENO, T.; PORTELA, C.; MONSERRAT, L.; CARBALLO, J. A.; SÁNCHEZ, L. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, Champaign, v. 67, p. 515-522, 2004.

YAM, D. El consumo de grasas y huevos: la hipercolesterolemia y enfermedades relacionadas. In CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 12., 1993, Santo Domingo. **Anais...** CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, Santo Domingo, República Dominicana, 1993.

YAMAMOTO, S. M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

YANG, A; LARSEN, T. W.; TUME, R. K. Carotenoid and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoids transport in sheep, goats and cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 43, n. 8, p. 1809-1817, 1992.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, 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.

CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM GLICERINA

RESUMO – Objetivo-se com este trabalho avaliar as características físico-químicas e sensoriais de diferentes músculos de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem e com inclusões de glicerina, em substituição ao milho. Foram utilizados 30 cordeiros machos não castrados com aproximadamente 45 dias de idade e $15 \pm 0,2$ kg de peso corporal, alojados em baias individuais e abatidos aos $32,0 \pm 0,2$ kg. Os tratamentos foram compostos por três dietas: D0 - cana-de-açúcar + concentrado; D10 - cana-de-açúcar + concentrado + 10% de glicerina e D20 - cana-de-açúcar + concentrado + 20% de glicerina; e três músculos: *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (três teores de glicerina x três músculos), com 9 tratamentos e 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais. Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre as dietas e os tipos de músculo em todas as características físico-químicas e sensoriais avaliadas. Os músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum* dos cordeiros são semelhantes quanto às características físico-químicas, tanto que só diferiram ($P < 0,05$) no comprimento de sarcômero e no diâmetro das fibras musculares. A inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros não afetou ($P > 0,05$) as características físico-químicas pH, temperatura, capacidade de retenção de água (24h e 30 dias após o abate), perdas de peso por descongelamento e cocção, força de cisalhamento, diâmetro das fibras musculares, comprimento de sarcômero, oxidação lipídica e sensoriais da carne. Houve efeito linear ($P < 0,05$) decrescente para as variáveis b^* (intensidade de amarelo) nos músculos (3,99 para 3,29) e na gordura subcutânea (8,20 para 7,02). A inclusão de glicerina na dieta, em substituição ao milho, não comprometeu as características físico-químicas e sensoriais da carne, confirmando a possibilidade de utilização deste coproduto da produção do Biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, coprodutos, ovinos

1. Introdução

Há uma tendência de maior consumo de produtos cárneos de qualidade com a melhoria das condições econômica e social da população. No Brasil, a produção de carne ovina tem grande potencial de crescimento, com mercados ainda não atendidos, principalmente nos grandes centros urbanos, cujos consumidores anseiam por carne de qualidade, proveniente de animais jovens e bem terminados, com adequada gordura de cobertura. A produção qualitativa de carne ovina, visando atender certos nichos de mercado é economicamente viável, porém, ainda há um longo caminho a ser percorrido no Brasil para que carcaças ovinas padronizadas e com carne de qualidade cheguem à mesa do consumidor (PIRES et al., 2000).

Com o objetivo de sanar tais deficiências, os setores envolvidos na cadeia produtiva tentam imprimir qualidade aos produtos, partindo de raças especializadas em produção de carne e intensificação dos sistemas produtivos, com abate de cordeiros, categoria geradora de carne com melhores características qualitativas.

A terminação de cordeiros em confinamento proporciona retorno econômico satisfatório, associando melhor desempenho, redução da idade de abate e carne com características desejadas pelo mercado consumidor (ORTIZ et al., 2005). No entanto, neste sistema de produção a alimentação muitas vezes é onerosa, decorrente dos preços das fontes convencionais de proteína e energia dos concentrados, como o farelo de soja e o milho em grão, sendo importante o estudo de fontes alternativas que preservem a qualidade da carne e sua inocuidade à saúde humana.

Com a atual obrigatoriedade (MP 647/14) de se adicionar 7% de biodiesel ao diesel produzido no país, a perspectiva é de redução nos preços de seus coprodutos, dentre estes a glicerina, fonte de energia com potencial para substituir alimentos concentrados energéticos convencionais, como o milho e o sorgo, nas dietas de cordeiros em terminação. A inclusão deste coproduto na dieta de ruminantes pode elevar a disponibilidade de compostos utilizados preferencialmente na gliconeogênese e incrementar a concentração de insulina plasmática, acarretando em menor degradação proteica e maior deposição muscular (PARKER et al., 2007).

Vários pesquisadores (LAGE et al. (2010); GUNN et al. (2010a); GOMES et al. (2011) e LAGE et al. (2014)) relataram os efeitos da glicerina sobre o desempenho e as características quantitativas das carcaças de cordeiros, havendo ainda escassez

de pesquisas que avaliem os efeitos da inclusão deste coproduto do biodiesel nas características qualitativas da carne.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os fatores qualitativos pH, cor, temperatura, capacidade de retenção de água, perdas de peso por descongelamento e cocção, força de cisalhamento, oxidação lipídica, comprimento de sarcômero, diâmetro das fibras musculares e os atributos sensoriais da carne proveniente dos músculos *Triceps brachii* (desenvolvimento precoce), *Semimembranosus* (intermediário) e *Longissimus lumborum* (tardio) de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem e com inclusões de glicerina, em substituição ao milho, e cana-de-açúcar como volumoso.

2. Material e Métodos

O trabalho seguiu os princípios éticos da experimentação animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, sob protocolo nº 005962/12.

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de longitude Oeste, com altitude de 595 m. A fase de campo (confinamento) e o abate dos cordeiros foram realizados nas dependências do Laboratório de Produção Ovina do Departamento de Zootecnia, assim como as avaliações de pH, cor, temperatura, capacidade de retenção de água, perdas de peso por descongelamento e cocção e força de cisalhamento. As análises de diâmetro das fibras musculares e comprimento de sarcômero foram realizadas no Laboratório de Biologia de Organismos Aquáticos do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária e as análises de oxidação lipídica (número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico) e sensoriais no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, pertencente ao Departamento de Tecnologia, sendo todos os laboratórios pertencentes a Unesp - Câmpus de Jaboticabal.

Foram utilizados 30 cordeiros Ile de France machos não castrados, recém-desmamados, com aproximadamente 45 dias de idade e $15,0 \pm 0,2$ kg de peso corporal (PC). Os animais foram alojados em baias individuais (galpão coberto), com aproximadamente $1,0 \text{ m}^2$, piso ripado e suspenso e equipadas com comedouro e

bebedouro. No início do experimento os cordeiros foram identificados, desverminados, suplementados com vitaminas A, D e E, vacinados contra clostridioses e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos, que foram os seguintes: D0 - cana-de-açúcar + concentrado; D10 - cana-de-açúcar + concentrado + 10% de glicerina e D20 - cana-de-açúcar + concentrado + 20% de glicerina, com base na matéria seca das dietas.

O concentrado foi composto por milho em grão moído, farelo de soja, ureia, fosfato bicálcico, calcário calcítico e suplementos mineral e vitamínico. A glicerina (83,90% de glicerol; 12,31% de umidade e 3,79% de sais) foi pesada e misturada ao concentrado no momento do fornecimento das dietas aos cordeiros. A cana-de-açúcar, da variedade IAC 86-2480, pertencia ao canavial experimental da FCAV e foi colhida manualmente com facão (em dias alternados), enquanto a picagem (partículas de 1 cm) foi realizada em picadeira estacionária, imediatamente antes do fornecimento aos animais. A relação volumoso:concentrado foi 50:50, compondo dietas com semelhantes teores proteicos (16%) e energéticos (3,35 Mcal de energia metabolizável/ kg de MS). As dietas experimentais foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 250 g/ dia (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais

Composição	Glicerina (% MS)		
	0	10	20
Ingrediente (% MS)			
Cana-de-açúcar	50,00	50,00	50,00
Glicerina	0,00	10,00	20,00
Milho em grão moído	25,43	13,69	1,04
Farelo de soja	21,77	23,71	26,50
Fosfato bicálcico	0,28	0,22	0,18
Calcário calcítico	0,57	0,43	0,33
Suplementos mineral e vitamínico ¹	0,95	0,95	0,95
Ureia	1,00	1,00	1,00
Composição bromatológica			
Matéria seca ²	40,89	41,04	40,97
Matéria orgânica ³	94,66	93,28	91,83
Proteína bruta ³	16,53	16,74	16,90
Extrato etéreo ³	1,96	1,10	0,63
Matéria mineral ³	5,34	6,72	8,17
Fibra em detergente neutro ³	29,37	29,53	29,04
Fibra em detergente ácido ³	12,34	13,17	12,05
Lignina ³	1,20	1,07	0,84
Carboidratos totais ³	78,87	75,98	72,11
Carboidratos não fibrosos ³	56,35	52,81	51,74
Energia bruta (Mcal/kg MS)	3,88	3,99	3,72

¹Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120 g, cloro 90 g, sódio 62 g, magnésio 54 g, fósforo 50 g, enxofre 34 g, zinco 1600 mg, manganês 1500 mg, ferro 1064 mg, Flúor (Max) 730 mg, cobre 50 mg, iodo 25 mg, selênio 20 mg, cobalto 10 mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; ² %; ³ % da MS.

As dietas foram oferecidas diariamente às 7 e 17 h, de forma a permitir 20% de sobras (matéria natural), sendo os pesos do alimento oferecido e das sobras registrados para estimativa do consumo. Os cordeiros foram avaliados quanto à verminose (método Famacha®) e pesados quinzenalmente para acompanhamento e avaliação do desempenho e ao atingirem 32,0 ± 0,2 kg de peso corporal, mantidos em jejum de sólidos por 16 horas e abatidos. O confinamento teve duração de 91 dias, sendo 14 dias de adaptação e 77 de coleta de dados. Na Tabela 2 constam os dados de desempenho dos cordeiros, obtidos por Merlim (2015).

Tabela 2. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Efeito		EPM
	0	10	20	L	Q	
Peso corporal inicial (kg)	15,12	15,02	15,12	0,998	0,242	0,030
Peso corporal final (kg)	31,96	31,94	31,96	0,998	0,807	0,040
Dias de confinamento	68	74	78	0,370	0,895	2,800
CMS (kg/animal/dia) ¹	0,703	0,642	0,613	0,109	0,740	0,020
CMS (% PC) ²	2,99	2,74	2,60	0,111	0,766	0,070
GMPD (kg) ³	0,264	0,233	0,221	0,193	0,744	0,010
CA ⁴	2,78	2,80	2,82	0,904	0,981	0,090

¹CMS- consumo de matéria seca; ²PC- peso corporal; ³GMPD- ganho médio de peso diário; ⁴CA- conversão alimentar; L- linear; Q- quadrático; EPM- erro padrão da média. Fonte: MERLIM (2015).

O abate foi realizado após insensibilização por pistola de concussão modelo TEC 10 PC, seccionando as veias jugulares e artérias carótidas para a sangria, com posterior evisceração, retirada da cabeça e extremidade dos membros, respeitando os procedimentos que caracterizam o abate humanitário (MONTEIRO JÚNIOR, 2000).

As carcaças permaneceram em câmara frigorífica a 6 °C por 24 horas, penduradas pelos tendões do *Gastrocnemius*, em ganchos apropriados, distanciadas as extremidades em 17 cm. Após as 24 horas, foram realizadas as medidas de pH, temperatura e cor nos músculos *Triceps brachii* (desenvolvimento precoce), *Semimembranosus* (intermediário) e *Longissimus lumborum* (tardio); e cor na gordura subcutânea.

O pH e a temperatura foram medidos (triplicata) com peagômetro digital Testo 205, acoplado a um eletrodo de penetração e a cor (sistema CIELAB) da gordura subcutânea e dos músculos com colorímetro Minolta CR-400 (iluminante D65), calibrado para um padrão branco, o qual determinou as coordenadas L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo). A cor dos músculos foi determinada trinta minutos após o seccionamento destes para a exposição da mioglobina ao oxigênio, de acordo com metodologia de Cañeque & Sañudo (2000).

As carcaças foram divididas longitudinalmente e os três músculos retirados das meias carcaças, identificados, armazenados em sacos plásticos, embalados a vácuo e congelados a -18 °C para posterior realização das análises. Para a realização das análises qualitativas, os músculos foram descongelados a 10 °C em incubadora B.O.D por 12 horas, com exceção das amostras destinadas à determinação das

perdas por descongelamento (30 dias após o congelamento - PP30D), que permaneceram em incubadora B.O.D. a 5 °C durante 16 horas, sendo pesadas antes e após este período, conforme metodologia descrita por Koohmaraie et al. (1998).

Na determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi utilizada a metodologia descrita por Hamm, citada por Silva Sobrinho (1999), na qual amostras de carne de 500 ± 20 mg foram colocadas no sentido transversal das fibras sobre papel filtro, e sobre elas colocado peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, as amostras foram pesadas e por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. Os resultados foram expressos em percentagem de água retida em relação ao peso inicial da amostra.

Para determinação das perdas de peso por cocção (PPC), as amostras foram pesadas e submetidas ao cozimento em forno industrial pré-aquecido a 175 °C. Com auxílio de termômetro (tipo espeto), foram monitoradas as temperaturas internas das amostras até atingirem 71 °C, quando então foram retiradas do forno e pesadas novamente após atingirem temperatura ambiente de resfriamento, para posterior cálculo da PPC em percentagem. Na sequência, foram retirados das amostras, com auxílio de um vazador, cilindros de 1,27 cm de diâmetro de forma paralela a orientação das fibras musculares (Wheeler et al., 2002), para determinar a força de cisalhamento em aparelho Texture Analyser (Brookfield, modelo CT3 10K), acoplado à lâmina Warner-Bratzler de 1,016 mm de espessura, sendo os valores expressos em kgf.

Amostras de cinco gramas dos músculos foram retiradas para medições do comprimento de sarcômero e diâmetro das fibras musculares. As amostras foram colocadas em frascos plásticos contendo formalina tamponada 10% (50 mL) e após a fixação, foram clivadas, desidratadas, clarificadas, incluídas em parafina e seccionadas em micrômetro (Pika-Seiko), com espessura de oito micra. Os cortes histológicos (longitudinais e transversais) foram corados com Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory, segundo técnica recomendada por Behmer et al. (1976). As lâminas foram lidas em microscópio óptico Olympus modelo BX51 com câmera Olympus modelo DP72 acoplada, sendo os métodos baseados nas contagens de 10 sarcômeros de cinco diferentes miofibrilas (50 sarcômeros) e 50 diâmetros de fibras (aleatórias). As análises morfométricas do comprimento de sarcômero e diâmetro das fibras foram realizadas com auxílio do Programa Computacional ImageJ.

Para a avaliação da oxidação lipídica, amostras de 5 g dos músculos foram homogeneizadas com água destilada e adicionados 25 mL de TCA (ácido tricloroacético) a 7,5%. Posteriormente, as amostras foram novamente homogeneizadas, filtradas em tubo *corning* e colocou-se, em tubo de ensaio, 4 mL do filtrado, 1 mL de TCA e 5 mL de TBA (ácido tiobarbitúrico). Os tubos foram postos em água fervente por 40 minutos e após esfriarem, foi realizada leitura em espectrofotômetro a 538 nm, acompanhada de curva padrão, de acordo com o método descrito por Pikul et al. (1989).

Na análise sensorial, as amostras dos músculos foram assadas em forno pré-aquecido à temperatura de 170 °C, até a temperatura no centro geométrico atingir 75 °C. Após resfriamento, as amostras foram cortadas em cubos (2 cm³), embaladas em papel alumínio, codificadas com três dígitos aleatórios e mantidas em banho-maria, até serem fornecidas a cada julgador, em cabines individuais. Junto às amostras foi disponibilizado aos provadores água (para beber entre a degustação de cada amostra) e uma planilha, na qual os 100 provadores não treinados avaliaram os seguintes atributos: cor, sabor, maciez e aceitação global, numa escala hedônica estruturada de nove pontos, que consistiram em: 1- desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3- desgostei regularmente, 4- desgostei ligeiramente, 5- indiferente, 6- gostei ligeiramente, 7- gostei regularmente, 8- gostei muito e 9- gostei muitíssimo (MORAES, 1993).

O delineamento experimental utilizado nas análises físico-químicas da carne foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (três teores de glicerina e três músculos), com 9 tratamentos e 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os teores de glicerina desdobrados em efeitos linear ou quadrático e os tipos de músculo comparados pelo teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5% e o programa computacional utilizado foi o SAS (2003).

O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + TG_i + TM_j + (TG \times TM)_{ij} + e_{ijk}$, sendo:

Y_{ijk} = valor observado da variável que recebeu o teor de glicerina i, músculo j e repetição k;

μ = média geral;

TG_i = teor de glicerina i, variando de 1 a 3 (0, 10 e 20% de inclusão de glicerina);

TM_j = tipo de músculo j (*Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*);

$(TG \times TM)_{ij}$ = efeito da interação entre o teor de glicerina i e o tipo de músculo j;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Na análise da cor da gordura subcutânea o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 10 repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeitos linear ou quadrático, de acordo com os teores de glicerina. O nível de significância considerado foi de 5% e o programa computacional utilizado foi o SAS (2003).

O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, sendo:

Y_{ij} = valor observado da variável estudada no indivíduo j, recebendo o tratamento i;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i, variando de 1 a 3 (0, 10 e 20% de inclusão de glicerina);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Para a avaliação dos dados obtidos na análise sensorial das carnes o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (três teores de glicerina e três músculos), com 9 tratamentos e 100 repetições (100 provadores). Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo os teores de glicerina desdobrados em efeitos linear ou quadrático e os tipos de músculo comparados pelo teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5% e o programa computacional utilizado foi o SAS (2003).

O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ijkx} = \mu + TG_i + TM_j + (TG \times TM)_{ij} + P_x + e_{ijkx}$, sendo:

Y_{ijkx} = valor observado da variável que recebeu o teor de glicerina i, músculo j; repetição k e provador x;

μ = média geral;

TG_i = teor de glicerina i, variando de 1 a 3 (0, 10 e 20% de inclusão de glicerina);

TM_j = tipo de músculo j (*Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*);

$(TG \times TM)_{ij}$ = efeito da interação entre o teor de glicerina i e o tipo de músculo j;

P_x = efeito do provador x (1, 2,... 100);

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. Resultados e Discussão

Não foi observada interação ($P>0,05$) entre dietas e tipos de músculo em todas as variáveis físicas e químicas analisadas (Tabela 3). Os músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum* dos cordeiros foram semelhantes quanto às características físico-químicas da carne, tanto que só diferiram no comprimento de sarcômero e no diâmetro das fibras musculares (Tabela 3).

O pH final dos músculos dos cordeiros, avaliado 24 horas após o abate, não foi influenciado ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina nas dietas (Tabela 3). O valor de pH final das carnes variou de 5,63 a 5,65, estando dentro da faixa de normalidade para carne ovina, que de acordo com Sañudo (1992) varia de 5,50 a 5,80, indicando adequado processo de *rigor mortis*. Resultados semelhantes foram relatados por Hermes et al. (2012) e Lage et al. (2014), que ao avaliarem o pH final (24h) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo até 32% de glicerina, não observaram diferença, com médias de 5,51 e 6,04, respectivamente. O pH é um dos parâmetros químicos mais importantes para caracterizar a qualidade da carne ovina, e a constatação de normalidade na queda e estabilização do mesmo sugere que outras características indicadoras de qualidade, como cor, capacidade de retenção de água e maciez, por serem influenciadas por este parâmetro, possivelmente apresentarão resultados satisfatórios (Leão et al., 2012).

A inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros não acarretou em diferenças ($P>0,05$) na luminosidade (L^*) e na intensidade de vermelho (a^*) dos músculos avaliados (Tabela 3). Entretanto, foi observado efeito ($P<0,05$) linear decrescente para a variável b^* (intensidade de amarelo), com redução do teor de amarelo de 3,99 (dieta sem glicerina) para 3,29 (dieta com 20% de glicerina), e é sabido que os fatores que mais influenciam a cor da carne são o pH, a alimentação e a idade dos animais (SAÑUDO, 1992). Como os valores de pH das carnes provenientes dos três músculos estão próximos da normalidade para a carne ovina e os animais eram todos contemporâneos, a menor intensidade de amarelo pode ser decorrente da adição de glicerina nas dietas.

Tabela 3. Características físicas e químicas dos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dieta sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Músculo			G			M			GxM			EPM			
	0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	
	pH 24h	5,63	5,66	5,64	5,65	5,63	5,65	0,998	0,611	0,262	0,044								
L*	39,84	38,98	39,24	40,30	38,58	39,18	0,852	0,127	0,328	1,157									
a*	13,29	14,06	13,49	13,93	13,38	13,53	0,239	0,131	0,431	1,121									
b*	3,99	3,71	3,29	3,63	3,68	3,54	0,011	0,122	0,137	0,725									
CRA 24h (%)	64,76	62,51	63,19	64,34	62,71	63,41	0,399	0,532	0,735	3,820									
CRA 30D (%)	56,22	54,56	52,56	54,58	54,20	54,57	0,089	0,630	0,830	3,332									
PP30D (%)	5,36	7,47	6,56	6,57	6,14	6,69	0,148	0,102	0,265	2,083									
PPC (%)	37,85	38,22	37,73	38,11	38,49	37,79	0,082	0,386	0,344	5,243									
FC (kgf)	3,93	3,68	3,88	3,99	3,93	3,67	0,153	0,201	0,693	0,541									
TBARS	1,62	1,40	2,07	1,68	1,72	1,70	0,222	0,449	0,913	0,730									
CS (µm)	1,81	1,81	1,80	1,86A	1,84A	1,72B	0,991	<0,001	0,985	0,653									
DF (µm)	29,38	29,15	28,98	33,02A	31,10A	26,38B	0,095	<0,001	0,354	5,107									

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média;

L*- luminosidade; a*- intensidade de vermelho; b*- intensidade de amarelo; CRA- capacidade de retenção de água; CRA30D- capacidade de retenção de água após 30 dias; PP30D- perda de peso ao descongelamento após 30 dias; PPC- perda de peso na cocção; FC- força de cisalhamento; kgf – quilograma força; TBARS- número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico – expresso em mg de malonaldeído/kg de amostra; CS- comprimento de sarcômero; DF- diâmetro da fibra;

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Com a substituição do milho por glicerina, a quantidade de pigmentos carotenoides tende a reduzir nas dietas, podendo ter causado a redução nos valores de intensidade de amarelo dos três músculos avaliados, já que não foi constatada diferença ($P>0,05$) entre os mesmos. Apesar da diferença notada no teor de amarelo das carnes, todos os valores observados estão de acordo com Sañudo (1992) e Souza et al. (2004), em que a carne de cordeiro geralmente tem valores de 30,03 a 49,47 para L^* , 8,24 a 23,53 para a^* e 3,30 a 11,10 para b^* .

Barros (2012) e Polizel (2014), ao avaliarem a cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo até 15% de glicerina, não observaram diferenças nas variáveis L^* , a^* e b^* . Resultados semelhantes foram obtidos por Egea et al. (2014) e San Vito et al. (2014) que avaliaram a cor de músculos *Longissimus* de touros das raças Limousin e Nelore, respectivamente, alimentados com dietas contendo até 28% de glicerina e não observaram diferença. A constatação de cores dentro ou próximas dos padrões normais para a carne ovina são de suma importância, pois esta característica qualitativa é a que mais influi na escolha do produto pelo consumidor, despertando neste o desejo de consumir ou rejeitar o mesmo (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A cor da gordura apresentou mesmo comportamento que da carne, com efeito linear decrescente para o valor de b^* , indicando redução no teor de amarelo, também na gordura subcutânea (Tabela 4).

Tabela 4. Medidas de cor da gordura subcutânea de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dieta sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Efeito ($Pr>F$)		EPM
	0	10	20	L	Q	
L^*	69,62	67,39	68,65	0,305	0,051	0,235
a^*	7,15	6,37	6,36	0,261	0,523	0,156
b^*	8,20	7,03	7,02	0,040	0,204	0,334

L- linear; Q- quadrático; EPM- erro padrão da média; L^* - luminosidade; a^* - intensidade de vermelho; b^* - intensidade de amarelo.

San Vito et al. (2014) avaliaram a cor da gordura subcutânea de touros da raça Nelore alimentados com dietas contendo até 28% de glicerina e observaram efeito quadrático para a variável a^* . No entanto, os autores não atribuíram a diferença na intensidade de vermelho às substituições de milho por glicerina. Vale ressaltar que a coloração amarelada da gordura está relacionada ao acúmulo de pigmentos

carotenoides, sendo a luteína o único carotenoide armazenado no tecido adiposo de cordeiros (YANG et al., 1992). Sendo assim, a redução do valor de b^* na gordura subcutânea pode ter sido resultado da substituição do milho por glicerina. Essa diminuição na intensidade de amarelo na gordura pode ser positiva, uma vez que colorações mais amareladas são passíveis de discriminações pelos consumidores, que associam maior qualidade às gorduras de cores branca e creme (PURCHAS, 1989).

Não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão de glicerina nas dietas sobre a capacidade de retenção de água, 24 horas (CRA) e trinta dias (CRA 30D) após o abate dos cordeiros (Tabela 3). Os valores de CRA ficaram próximos aos observados por Petrorossi et al. (2014), que ao avaliarem dietas com até 30% de glicerina para cordeiros Santa Inês, não observaram diferença na CRA do músculo *Longissimus dorsi* e relataram valor médio de 65,29%. Egea et al. (2014) avaliaram a CRA de músculos *Longissimus* de touros da raça Limousin alimentados com dietas contendo até 28% de glicerina e não observaram diferença entre os tratamentos.

A CRA determinada após 30 dias diminuiu de maneira similar nos três músculos, quando comparada à capacidade média de retenção de água 24 horas após o abate dos cordeiros. Segundo Shenouda (1980), como cerca de 70% da água presente na carne está localizada entre as miofibrilas, esta diminuição da CRA pode ser resultado da desnaturação das proteínas pelo frio durante o processo de congelamento ou armazenamento sob congelamento, que altera os espaços interfibrilares, provocando mudanças nas estruturas e nas cargas das proteínas dos tecidos musculares, diminuindo a CRA das carnes. Esta característica qualitativa repercute nos atributos sensoriais e nos valores comercial e nutritivo da carne, pois uma menor capacidade de retenção de água implica em perdas econômicas e nutricionais pelo exsudato liberado, que carrega vitaminas, minerais, aminoácidos e outros nutrientes (SILVA SOBRINHO, 2001).

Ainda que o pH final seja uma eficiente característica para predizer a qualidade da carne, a combinação dessa medida com as características de cor e principalmente capacidade de retenção de água, pode ser um método rápido e eficiente na predição da qualidade da carne nas indústrias frigoríficas, uma vez que a perspectiva é remunerar os produtores não apenas por rendimento, mas também pela qualidade da carne (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A inclusão de glicerina na dieta não acarretou em diferença ($P>0,05$) na perda de peso por descongelamento dos músculos, determinada 30 dias (PP30D) após o abate dos cordeiros (Tabela 3). Os resultados divergem dos encontrados por Lage et al. (2014), que ao avaliarem o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês confinados e alimentados com dietas contendo até 12% de glicerina, verificaram diferença nas perdas de peso no descongelamento, com máximo de perdas (10,86%) para 5,13% de inclusão de glicerina. Segundo os autores, além de prejudicar a imagem do produto frente às percepções dos consumidores durante a estocagem da carne, as perdas por descongelamento, semelhantemente à capacidade de retenção de água, podem causar perdas de nutrientes pelo exsudato e redução na maciez da carne. É importante ressaltar que as perdas por descongelamento podem ser minimizadas se os processos de congelamento e descongelamento da carne forem executados lentamente, principalmente naqueles produtos em que a textura é importante, pois nestas condições a água pode retornar lentamente à posição original no tecido, por meio do processo de difusão (COLLA & PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003).

As perdas de peso durante o processo de cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) das carnes dos cordeiros não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina nas dietas (Tabela 3). Os valores de PPC ficaram próximos aos de Gomes et al. (2011), que ao avaliarem a PPC de músculos *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês confinados e alimentados com dietas contendo até 30% de glicerina, não observaram diferença e reportaram valores entre 39,04 e 40,81%. Resultados semelhantes foram observados por Françoço et al. (2013) e Carvalho et al. (2014) que avaliaram músculos *Longissimus* de touros Nelore alimentados com dietas contendo até 18% de glicerina e não observaram diferença nas perdas de peso por cocção. A PPC é uma medida de qualidade associada ao rendimento da carne no momento do consumo e, diferentemente do ocorrido nesta pesquisa, pode ser influenciada por fatores como tipo de músculo e teor de gordura, que repercutem na capacidade de retenção de água nas estruturas miofibrilares da carne (SAÑUDO, 1992; BONAGURIO, 2003).

Dentre as características que contribuem para a qualidade da carne ovina, a maciez assume posição de destaque, sendo considerada a de maior importância na determinação da aceitabilidade e satisfação do consumidor (RAMOS & GOMIDE, 2007). Hermes et al. (2012) e Lage et al. (2014) não observaram diferenças na FC

de músculos *Longissimus* de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo até 32% de glicerina. Resultados semelhantes foram reportados por San Vito et al. (2014), que ao avaliarem músculos *Longissimus* de touros Nelore alimentados com dietas contendo até 28% de glicerina, não observaram diferença na FC.

As carnes provenientes dos três músculos podem ser consideradas macias se levarmos em conta as constatações de Bickerstaffe et al. (1997), que ao estudarem a maciez da carne de cordeiros comercializadas em supermercados da Nova Zelândia, verificaram que amostras com força de cisalhamento acima de 11 kgf tinham aceitação reduzida e eram caracterizadas como duras; e de Tatum et al. (1999) que consideraram macios músculos *Longissimus* com força de cisalhamento inferiores a 5 kgf.

A inclusão de glicerina não afetou ($P>0,05$) a oxidação lipídica nos três músculos. Os resultados confirmam os obtidos nos perfis de ácidos graxos dos músculos (capítulo 3), em que as quantidades de ácidos graxos insaturados não diferiram ($P>0,05$), sendo sabido que a intensidade de oxidação lipídica decorre do número de insaturações presentes nos mesmos (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999). Outra evidência da não interferência da glicerina na oxidação dos lipídios destes músculos são as boas notas conferidas aos atributos aroma e sabor das carnes nas avaliações sensoriais (Tabela 4), descartando anormalidades nas principais características afetadas pela rancidez.

O diâmetro das fibras musculares e o comprimento de sarcômero dos músculos não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros. Entretanto, foram observadas diferenças ($P<0,05$) entre os tipos de músculo para ambas as variáveis. Como não houve interação ($P>0,05$) entre os teores de glicerina e os tipos de músculo, fica evidente que as diferenças observadas entre os músculos são independentes das substituições de milho por glicerina nas dietas.

Os diâmetros das fibras musculares não diferiram entre os músculos *Triceps brachii* e *Semimembranosus*, que foram superiores ($P<0,05$) ao do músculo *Longissimus lumborum*. De acordo com Chlad (2008), o que determina o fenótipo muscular é a demanda funcional à qual o músculo é submetido, sendo assim, músculos posturais de contração lenta e repetitiva, como os músculos longos do dorso, no caso o *Longissimus lumborum*, demandam maiores proporções de fibras resistentes à fadiga, sendo considerados músculos com predominância de fibras

vermelhas e metabolismo oxidativo. Já os músculos envolvidos com movimentações fásicas, responsáveis pela força muscular, no caso o *Triceps brachii* e *Semimembranosus*, exigem maior quantidade de fibras de contração rápida, capazes de suplementar energia com maior velocidade (BRANDSTETTER et al., 1997; MINAMOTO, 2005). Os resultados observados podem ser explicados pelas diferenças no diâmetro das fibras musculares vermelhas e brancas, que segundo Chlad (2008), de maneira geral é menor nas fibras oxidativas (vermelhas).

Leão et al. (2012) relataram resultados semelhantes ao compararem músculos *Triceps brachii* e *Longissimus lumborum* de cordeiros Ile de France abatidos com aproximadamente o mesmo peso corporal dos animais utilizados nesta pesquisa, reportando maiores diâmetros para as fibras dos músculos *Triceps brachii*.

Os comprimentos de sarcômero observado nos músculos *Triceps brachii* e *Semimembranosus* não diferiram ($P > 0,05$) e foram superiores ($P < 0,05$) ao do músculo *Longissimus lumborum*. Os resultados podem estar relacionados novamente aos tipos de fibras predominantes nestes músculos, pois segundo Bendall et al. (1976), músculos primariamente compostos por fibras brancas são menos suscetíveis ao encurtamento pelo frio, pela razão de conterem menos mitocôndrias e retículos sarcoplasmáticos mais eficientes que os músculos vermelhos. Em experimento com carne de cordeiros, expostas a diferentes temperaturas, Cefia et al. (1991) mostraram que fibras oxidativas (vermelhas) têm maior encurtamento do sarcômero que fibras glicolíticas (brancas). É importante salientar que o comprimento de sarcômero pode variar devido às diferentes tensões colocadas sobre os músculos durante o tempo em que as carcaças são penduradas até o desenvolvimento do *rigor mortis* (HERRING et al., 1965).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados das análises sensoriais dos músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum* dos cordeiros. Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre os teores de glicerina e tipos de músculo para todas as características sensoriais avaliadas. Os atributos sensoriais não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros e não diferiram entre os músculos ($P > 0,05$). As notas atribuídas às amostras, todas acima de 6 numa escala estruturada de nove pontos, evidenciam que os provadores gostaram de ligeiramente a muito e aceitaram as carnes provenientes dos três músculos.

Como relatado anteriormente, na avaliação objetiva (colorímetro) da cor dos músculos foi observado efeito linear decrescente para a variável b^* , indicando uma diminuição na intensidade de amarelo (3,99 para 3,29) das carnes, entretanto, quando o mesmo atributo foi avaliado sensorialmente pelos provadores, não foi constatada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, que receberam boas notas (6 a 9). Este fato é de grande importância, pois a cor é a principal característica que o consumidor aprecia no momento da compra de carnes *in natura* ou processadas e constitui critério básico para escolha do produto (ZEOLA et al., 2002).

Moro et al. (2012) ao submeterem amostras de músculos *Longissimus dorsi* de cordeiros lactentes suplementados em *creep feeding* com dietas contendo até 30% de glicerina à análise sensorial não observaram diferença nas características cor e maciez, que receberam notas 4,50 e 3,63, respectivamente. Cunha (2014) submeteu amostras de músculos *Longissimus dorsi*, *Semimembranosus* e *Triceps brachii* de cordeiros Pantaneiros alimentados com dietas contendo até 7,5% de glicerina à análise sensorial e não observou influência das dietas sobre os atributos odor, sabor, maciez e apreciação geral da carne. O autor utilizou a metodologia de Meilgaard et al. (1991), que se baseia numa escala hedônica estruturada de cinco pontos (gostei muito a desgostei muito) e reportou que de maneira geral, os provadores gostaram moderadamente ou muito das amostras degustadas.

Tabela 5. Características sensoriais dos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Músculo			G		M		GxM		EPM	
	0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F
Cor	7,63	7,65	7,69	6,49	6,60	6,72	0,980	0,126	0,987	1,304				
Sabor	6,61	6,81	6,85	6,79	6,70	6,88	0,430	0,110	1,000	1,333				
Maciez	8,09	8,21	7,93	7,71	7,98	8,01	0,408	0,072	0,723	1,404				
Aceitação global	6,71	6,91	6,88	6,69	6,87	6,84	0,508	0,083	0,989	1,259				

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média;

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

De maneira geral as maiores notas incidiram sobre o atributo maciez, característica clássica da carne de cordeiros. Dentre os atributos avaliados em análises sensoriais, a aceitação global é a de maior importância, pois engloba todas as características aferidas. As amostras provenientes dos três músculos receberam boas notas (6,69 a 6,91) para esta variável, evidenciando que a utilização de glicerina na dieta dos cordeiros não alterou as características sensoriais da carne.

4. Conclusões

A inclusão de glicerina, em substituição ao milho, na dieta dos cordeiros não compromete as características físico-químicas e sensoriais da carne. A substituição do milho por glicerina reduz a intensidade de amarelo da carne e da gordura subcutânea dos cordeiros. Os músculos dos cordeiros diferem apenas no comprimento de sarcômero e no diâmetro das fibras musculares.

A glicerina pode ser incluída na dieta de cordeiros terminados em confinamento sem prejudicar a qualidade da carne.

5. Referências

BARROS, M. C. C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81 f. Tese (Doutorado em Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

BEHMER, O. A.; JORDENS, J. Z.; GRIFFITS, D. T.; BENEZ, S. M. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: EDART Editora da USP, 1976. 239 p.

BENDALL, J. R.; KETTERIDGE, C. C.; GEORGE, A. R. The electrical stimulation of beef carcasses. **Jornal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 156-162, 1976.

BICKERSTAFFE, R. ; LE COUTEUR, C. E. ; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. **44th ICoMST**, n. 43, p. 196-197, 1997.

BONAGURIO, S. ; PEREZ, O. R. J. ; GARCIA, F. F. I. ; BRESSAN, M. C. ; LEMOS, C. S. L. A. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.

BRANDSTETTER, A. M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Regional variations of muscle fibre characteristics in muscle semitendinosus of growing cattle. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, Dordrecht, v. 18, p. 57-62, 1997.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología y Alimenticia, 2000. 255p.

CARVALHO, J. R. R.; CHIZZOTTI, M L.; RAMOS, E. M.; MACHADO NETO, O. R.; LANNA, D. P. D.; LOPES, L. S.; TEIXEIRA, P. D.; LADEIRA, M. M. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**, Champaign, v. 96, n.3, p. 977-983, 2014.

CHLAD, M. **Diâmetro e frequência de fibras musculares esqueléticas de ovinos em diferentes faixas de peso, submetidos à restrição alimentar e realimentação**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

COLLA L. M. ; PRENTICE-HERNANDEZ, C. Congelamento e Descongelamento – sua Influência sobre os alimentos. *Vetor* – **Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, Rio Grande, v. 13, n. 1, p. 53-66, 2003.

CUNHA, C. M. **Qualidade da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo teores crescentes de glicerina bruta**. 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

EGBA, M.; LINARES, M .B.; GARRIDO, M. D.; VILLODRE, C.; MADRID, J.; ORENGO, J.; MARTÍNEZ, S.; HERNÁNDEZ, F. Crude glycerine inclusion in Limousin bull diets: Animal performance, carcass characteristics and meat quality. **Meat Science**, Champaign, v. 98, n. 3, p. 673-678, 2014.

FRANÇOZO, M. C.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.;RIBEIRO, O. L.; PRADO, R. M.; VISENTAINER, J. V. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing bulls fed crude glycerine supplemented diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, n. 2, p. 327-336, 2013.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2211-2219, 2011.

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, M. L.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; RUSK, C. P.; LAKE, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 26, n.3, p. 298-306, 2010a.

HERRING, H. K.; CASSENS, R. G.; BRISKEY, E. J. Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position, sarcomere length, and fiber diameter. **Journal of Food Science**, v. 30, p. 1049-1054, 1965

HERMES, P. R.; COSTA, P. B.; VILELLA, C. G.; FERNANDES, A. R. M.; UBIATO, K. E. Z.; ALVES, L. G. C. Características físicas da carne de cordeiros alimentados com glicerina bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., Brasília. **Anais...** Brasília, 2012.

KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. A base biológica da maciez da carne bovina e abordagens potenciais para seu controle e previsão. In: REPENSANDO A PECUÁRIA DE CORTE: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS, 1998, São Paulo. **Anais...** Uberaba: Pinti, 1998, p. 94-139.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; DUARTE, M. S.; FILHO, S. C. V.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science**, Champaign, v. 96, p. 108-113, 2014.

LAGE, J. F.; PAULINO, R. V. P.; PEREIRA, R. G. L.; FILHO, V. C. S.; OLIVEIRA, S. A.; DETMANN, E.; SOUZA, P. K. N.; LIMA, M. C. J. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 1012-1020, 2010.

LEÃO, A. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; DE SOUZA, H. B. A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R. C.; PEREZ, H. L. Physic-chemical and sensorial characteristics of meat from lambs finished with diets containing sugar cane or corn silage and two levels of concentrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, p. 1253-1262, 2012.

MEILGAARD, M.; CIVILE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2. Edição. Edita CRC Press, Nova York. 354p. 1991.

MERLIM, F. F. **Glicerina na alimentação de cordeiros Ile de France**. 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

MINAMOTO, V. B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 50-55, 2005.

MONTEIRO JÚNIOR, L. A. **Avaliação das técnicas de insensibilização de ovinos abatidos na região de Botucatu**. 2000. 166 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas: FEA/UNICAMP, 1993. 93 p.

MORO, A. B.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; NALERIO, E. S.; WOMMER, T. P.; VENTURINI, R. S.; LOPES, J. F.; BRUTTI, D. D. Análise sensorial da carne de cordeiros lactentes terminados a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 22., 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2012. 1 CD-ROM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new camelids**. 1 ed. Washington: The National Academic Press, 2007, 362 p.

ORTIZ, J. S.; COSTA, C. C.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA, L. V. A. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta na ração sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros terminados em *creep feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2390-2398, 2005.

PARKER, A. J.; DOBSON, G. P.; FITZPATRICK, L. A. Physiological and metabolic effects of prophylactic treatment with the osmolytes glycerol and betaine on *Bos indicus* steers during long duration transportation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2916-2923, 2007.

PETROROSSI, S. F. F.; CARVALHO, V. B.; SIMONETTI, L. R.; LEITE, R. F.; PEREZ, H. L.; PASCHOALLOTO, J. R.; ALMEIDA, M. T. C.; EZEQUIEL, J. M. B. Parâmetros físicos da carne de cordeiros confinados alimentados com altos níveis de glicerina bruta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014, Vitória. **Anais...** Vitória: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2014. p. 1-4.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, Denver, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; SCHILICK, F. E.; GUERRA, D. P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R. M. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 875-880, 2000.

POLIZEL, D. M. **Inclusão de glicerina bruta em substituição parcial ao milho na dieta de ovinos**. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

PURCHAS, R. W. On-farm factors affecting meat quality characteristics. In: PURCHAS, R. W.; BUTLER-HOGG, B. W.; DAVIES, A. S. **Meat production and processing**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1989. p. 159-172.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

SAN VITO, E., LAGE, J. F., RIBEIRO, A. F., SILVA, R. A., BERCHIELLI, T. T. Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**, Champaign, v. 100, n. 3, p. 17-23, 2015.

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117 p.

SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows. Version 8.0**. Cary, 2003.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. 1999. 54 f. Thesis (Post Doctorate) - Massey University, Palmerston North, 1999.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302 p.

SOUZA, X. R.; BRESSAN, M. C.; PÉREZ, J. R. O.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, p. 543-549, 2004.

SHENOUDA, S. Y. K. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. **Advances Food Research**, New York, v. 26, n. 1, p. 275-311, 1980.

TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; BELK, K. E. New approaches for improving tenderness, quality and consistency of beef. PROCEEDINGS OF THE ANIMAL SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: American Society of Animal Science, 1999. p.1-10.

UBRABIO - União Brasileira de Biodiesel e Bioquerosene. Disponível em: <www.ubrablo.com.br>. Acesso em: 23 nov. 2014.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb *Longissimus dorsi* and Psoas major. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 9, p. 2444-2451, 2002.

YANG, A; LARSEN, T. W; TUME, R. K. Carotenoid and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoids transport in sheep, goats and cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 43, n. 8, p. 1809-1817, 1992.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 26, n. 304, p. 36-56, 2002.

CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM GLICERINA

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar as características nutricionais de diferentes músculos de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem e com inclusões de glicerina, em substituição ao milho. Foram utilizados 30 cordeiros machos não castrados com aproximadamente 45 dias de idade e $15 \pm 0,2$ kg de peso corporal, alojados em baias individuais e abatidos aos $32,0 \pm 0,2$ kg. Os tratamentos foram compostos por três dietas: D0 - cana-de-açúcar + concentrado; D10 - cana-de-açúcar + concentrado + 10% de glicerina e D20 - cana-de-açúcar + concentrado + 20% de glicerina; e três músculos: *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (três teores de glicerina x três músculos), com 9 tratamentos e 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais. Não foi observada interação ($P>0,05$) entre as dietas e os tipos de músculo em todas as características nutricionais avaliadas. Os músculos dos cordeiros foram semelhantes quanto às características nutricionais, tanto que só diferiram ($P<0,05$) no teor de colesterol. A inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros não afetou ($P>0,05$) a composição centesimal e o teor de colesterol da carne. No perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, houve efeito ($P<0,05$) da inclusão de glicerina, com elevações na concentração do ácido heptadecanoico (1,64 para 2,61%) e no somatório dos ácidos graxos da família ômega-3 (0,10 para 0,18%) e diminuição na relação ômega-6:ômega-3 (33,70 para 19,63). A inclusão de glicerina na dieta, em substituição ao milho, não comprometeu as características nutricionais da carne proveniente dos três músculos, confirmando a possibilidade de utilização deste coproduto da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação.

Palavras-chave: ácidos graxos, alimento alternativo, biodiesel, colesterol, coprodutos

1. Introdução

Os avanços científicos e tecnológicos da ovinocultura de corte têm propiciado o aprimoramento dos produtos, que são destinados a consumidores cada vez mais esclarecidos, interessados em novidades que atendam às suas necessidades e dispostos a pagar pela qualidade.

A carne ovina é fonte de proteína de alto valor biológico, associada a outros importantes nutrientes como vitaminas, minerais e gordura, com ácidos graxos poli-insaturados como linoleico e linolênico, reconhecidos pelos benefícios à saúde humana (REIS et al., 2001). No entanto, carnes vermelhas têm sido consideradas por muitos segmentos da sociedade, vilã e causadora de diversas doenças, principalmente pela composição da sua gordura, com elevado conteúdo de ácidos graxos saturados e baixa relação ácidos graxos poli-insaturados:ácidos graxos saturados, sendo rotuladas como um dos principais fatores responsáveis pelo aumento no teor de colesterol, doenças cardiovasculares e incidência de câncer (GARAFFO et al., 2011).

O tipo e a quantidade destes ácidos graxos presentes nas carnes vermelhas são de interesse para o consumidor, uma vez que se recomenda reduzir a ingestão de gorduras ricas em colesterol e ácidos graxos saturados, e aumentar o consumo de ácidos graxos mono e poli-insaturados, com propósito de diminuir os riscos à saúde (WOOD et al., 2003). Portanto, alternativas para diminuir o teor de ácidos graxos saturados e aumentar os de mono e poli-insaturados são bem-vindas, com destaque para o linoleico e o linolênico, considerados essenciais, pertencentes às séries ômega-6 e ômega-3, respectivamente, e também o ácido linoleico conjugado (CIRNE, 2013).

A utilização de alimentos alternativos na dieta de cordeiros, visando alterar os componentes lipídicos da carne deve ser avaliada via nutrição, com intuito de manipular o perfil de ácidos graxos nos músculos, modificando suas relações, tornando a carne mais saudável (ANDRAE et al., 2001). A utilização de fontes alternativas que resultem em produtos com propriedades nutricionais benéficas à saúde humana, pode ainda reduzir os custos de produção nos sistemas intensivos, por meio da substituição de alguns alimentos concentrados.

Com a expansão da produção do biodiesel, a agroindústria produz quantidade expressiva de coprodutos, dentre estes a glicerina, com produção anual de 85 mil toneladas (UBRABIO, 2014) e potencial para compor dietas de cordeiros em

terminação, substituindo fontes de energia como milho e sorgo, possibilitando alternativa aos produtores em períodos de alta nos preços destes grãos. Apesar de a glicerina apresentar grande potencial de uso, algumas questões ainda não estão esclarecidas, como a quantidade a ser incluída na dieta e os possíveis efeitos no valor nutricional da carne de cordeiros, em especial no perfil de ácidos graxos, alvo de inúmeras pesquisas na atualidade.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a composição centesimal, o teor de colesterol e o perfil de ácidos graxos da carne proveniente dos músculos *Triceps brachii* (desenvolvimento precoce), *Semimembranosus* (intermediário) e *Longissimus lumborum* (tardio) de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem e com inclusões de glicerina, em substituição ao milho, e cana-de-açúcar como volumoso.

2. Material e Métodos

O trabalho seguiu os princípios éticos da experimentação animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, sob protocolo nº 005962/12.

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de longitude Oeste, com altitude de 595 m. A fase de campo (confinamento) e o abate dos cordeiros foram realizados nas dependências do Laboratório de Produção Ovina e as análises de composição centesimal no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia. As análises de colesterol foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal e as de ácidos graxos no Laboratório de Bioquímica de Microrganismos e Plantas, ambos pertencentes ao Departamento de Tecnologia, todos da Unesp - Câmpus de Jaboticabal.

Foram utilizados 30 cordeiros Ile de France machos não castrados, recém-desmamados, com aproximadamente 45 dias de idade e $15,0 \pm 0,2$ kg de peso corporal (PC). Os animais foram alojados em baias individuais (galpão coberto), com aproximadamente 1,0 m², piso ripado e suspenso e equipadas com comedouro e bebedouro. No início do experimento os cordeiros foram identificados, desverminados, suplementados com vitaminas A, D e E, vacinados contra

clostridioses e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos, que foram os seguintes: D0 - cana-de-açúcar + concentrado; D10 - cana-de-açúcar + concentrado + 10% de glicerina e D20 - cana-de-açúcar + concentrado + 20% de glicerina, com base na matéria seca das dietas.

O concentrado foi composto por milho em grão moído, farelo de soja, ureia, fosfato bicálcico, calcário calcítico e suplementos mineral e vitamínico. A glicerina (83,90% de glicerol; 12,31% de umidade e 3,79% de sais) foi pesada e misturada ao concentrado no momento do fornecimento das dietas aos cordeiros. A cana-de-açúcar, da variedade IAC 86-2480, pertencia ao canavial experimental da FCAV e foi colhida manualmente com facão (em dias alternados), enquanto a picagem (partículas de 1 cm) foi realizada em picadeira estacionária, imediatamente antes do fornecimento aos animais. A relação volumoso:concentrado foi 50:50, compondo dietas com semelhantes teores proteicos (16%) e energéticos (3,35 Mcal de energia metabolizável/ kg de MS). As dietas experimentais foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 250 g/dia. Na Tabela 1 constam as composições percentuais dos ingredientes e químico-bromatológica e na Tabela 2 a composição percentual dos ácidos graxos das dietas.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais

Composição	Glicerina (% MS)		
	0	10	20
Ingrediente (% MS)			
Cana-de-açúcar	50,00	50,00	50,00
Glicerina	0,00	10,00	20,00
Milho em grão moído	25,43	13,69	1,04
Farelo de soja	21,77	23,71	26,50
Fosfato bicálcico	0,28	0,22	0,18
Calcário calcítico	0,57	0,43	0,33
Suplementos mineral e vitamínico ¹	0,95	0,95	0,95
Ureia	1,00	1,00	1,00
Bromatológica			
Matéria seca ²	40,89	41,04	40,97
Matéria orgânica ³	94,66	93,28	91,83
Proteína bruta ³	16,53	16,74	16,90
Extrato etéreo ³	1,96	1,10	0,63
Matéria mineral ³	5,34	6,72	8,17
Fibra em detergente neutro ³	29,37	29,53	29,04
Fibra em detergente ácido ³	12,34	13,17	12,05
Lignina ³	1,20	1,07	0,84
Carboidratos totais ³	78,87	75,98	72,11
Carboidratos não fibrosos ³	56,35	52,81	51,74
Energia bruta (Mcal/kg MS)	3,88	3,99	3,72

¹Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120 g, cloro 90 g, sódio 62 g, magnésio 54 g, fósforo 50 g, enxofre 34 g, zinco 1600 mg, manganês 1500 mg, ferro 1064 mg, Flúor (Max) 730 mg, cobre 50 mg, iodo 25 mg, selênio 20 mg, cobalto 10 mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; ² %; ³ % da MS.

As dietas foram oferecidas diariamente às 7 e 17 h, de forma a permitir 20% de sobras (matéria orgânica), sendo os pesos do alimento oferecido e das sobras registrados para estimativa do consumo. Os cordeiros foram avaliados quanto à verminose (método Famacha®) e pesados quinzenalmente para acompanhamento e avaliação do desempenho e ao atingirem $32,0 \pm 0,2$ kg de peso corporal, mantidos em jejum de dieta sólida por 16 horas e abatidos. O confinamento teve duração de 91 dias, sendo 14 dias de adaptação e 77 de coleta de dados. Na Tabela 3 constam os dados de desempenho dos cordeiros, obtidos por Merlim (2015).

Tabela2. Composição percentual dos ácidos graxos das dietas

Ácido graxo	Número do lipídio	Glicerina (% MS)		
		0	10	20
Saturados				
Cáprico	C10:0	0,04	0,03	0,03
Láurico	C12:0	0,11	0,10	0,17
Mirístico	C14:0	0,26	0,23	0,39
Pentadecanoico	C15:0	0,11	0,07	0,10
Palmitico	C16:0	17,21	19,08	22,98
Heptadecanoico	C17:0	0,20	0,15	0,20
Esteárico	C18:0	4,36	4,68	4,27
Araquídico	C20:0	0,87	0,77	0,73
Behênico	C22:0	0,35	0,38	0,49
Tricosanoico	C23:0	0,14	0,14	0,15
Lignocérico	C24:0	0,60	0,54	0,54
Monoinsaturados				
Palmitoleico	C16:1	1,40	1,87	0,91
Heptadecenoico	C17:1	0,07	0,08	0,11
Oleico	C18:1 ω 9	31,61	31,19	30,10
Cis-vacênico	C18:1 ω 7	0,98	0,88	0,93
Eicosenoico	C20:1 ω 9	0,39	0,37	0,38
Poli-insaturados				
Linoleico	C18:2 ω 6	38,82	36,65	35,07
α -linolênico	C18:3 ω 3	2,19	2,56	2,18
γ -linolênico	C18:3 ω 6	0,04	0,04	0,03
Eicosadienoico	C20:2	0,21	0,16	0,21
Eicosatrienoico	C20:3 ω 6	0,04	0,03	0,03
Ômega-3 ¹	ω 3	2,19	2,56	2,18
Ômega-6 ²	ω 6	38,90	39,72	35,13
Ômega-6:Ômega-3	ω 6: ω 3	17,76	15,51	16,11

¹ ω 3 =(C18:3 ω 3); ² ω 6 =(C18:2 ω 6+C18:3 ω 6+C20:3 ω 6).

O abate foi realizado após insensibilização por pistola de concussão modelo TEC 10 PC, seccionando as veias jugulares e artérias carótidas para a sangria, com posterior evisceração, retirada da cabeça e extremidade dos membros, respeitando os procedimentos que caracterizam o abate humanitário (MONTEIRO JÚNIOR, 2000).

Tabela 3. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Efeito Pr>F		EPM
	0	10	20	L	Q	
Peso corporal inicial (kg)	15,12	15,02	15,12	0,998	0,242	0,030
Peso corporal final (kg)	31,96	31,94	31,96	0,998	0,807	0,040
Dias de confinamento	68	74	78	0,370	0,895	2,800
CMS (kg/animal/dia) ¹	0,703	0,642	0,613	0,109	0,740	0,020
CMS (% PC) ²	2,99	2,74	2,60	0,111	0,766	0,070
GMPD (kg) ³	0,264	0,233	0,221	0,193	0,744	0,010
CA ⁴	2,78	2,80	2,82	0,904	0,981	0,090

¹CMS- consumo de matéria seca; ²PC- peso corporal; ³GMPD- ganho médio de peso diário; ⁴CA- conversão alimentar; L- linear; Q- quadrático; EPM- erro padrão da média. Fonte: MERLIM (2015).

As carcaças permaneceram em câmara frigorífica a 6 °C, penduradas pelos tendões do *Gastrocnemius*, em ganchos apropriados, distanciadas as extremidades em 17 cm e após 24 horas, divididas longitudinalmente e os músculos *Triceps brachii* (desenvolvimento precoce), *Semimembranosus* (intermediário) e *Longissimus lumborum* (tardio) retirados, identificados, armazenados em sacos plásticos, embalados a vácuo e congelados a -18°C. Para a realização das análises qualitativas, os músculos foram descongelados a 10 °C em incubadora B.O.D por 12 horas.

Amostras dos músculos foram liofilizadas por 72 horas e posteriormente, moídas em moinho de bola para a obtenção das amostras laboratoriais. Nestas amostras foi determinada a composição centesimal das carnes em umidade, proteína, gordura e matéria mineral (AOAC, 1995).

A quantidade de colesterol da carne foi determinada segundo metodologia de Bohac et al. (1988), adaptada por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2001), na qual 10 gramas de carne, oriundas dos músculos, foram submetidas à extração de lipídios com 200 mL de solução de clorofórmio:metanol (2:1). Em seguida, alíquota de 5 mL do extrato clorofórmico foi evaporada com nitrogênio gasoso e submetida à saponificação com 10 mL de solução de hidróxido de potássio (12%), em etanol 90%. A solução foi colocada em banho-maria a 80 °C, com agitação por 15 minutos e ao final desse processo, adicionados 5 mL de água. Após o resfriamento, foram adicionados 10 mL de hexano, com agitação em vórtex. Com a separação das fases, a fração insaponificável (colesterol) foi extraída com hexano, purificada e submetida à reação de cor com 6 mL de ácido acético saturado com sulfato ferroso e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, e em seguida, foi procedida a leitura em

espectrofotômetro a 490 nm. A curva de calibração para colesterol foi elaborada utilizando-se 0,01 g de colesterol p.a. diluído em 50 mL de hexano, da qual foram retiradas alíquotas que corresponderam a 40, 80, 120, 160 e 200 mg/ mL.

A extração dos lipídios para determinação do perfil de ácidos graxos foi realizada conforme metodologia de Bligh & Dyer (1959) e os ésteres de ácidos graxos isolados segundo técnica de Hartman & Lago (1973) e analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (Omegawax 250, tamanho: 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm, nº cat. 24136-SUPELCO). Os fluxos dos gases foram de 1,2 mL/ min para o gás de arraste (H₂); 30 mL/ min para o gás auxiliar (N₂) e 30 e 300 mL/ min de H₂ e ar sintético, respectivamente. A temperatura inicial para a chama da coluna foi estabelecida em 50 °C, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220 °C a uma taxa de 4 °C/ minuto, permanecendo por mais 25 minutos. A razão de divisão da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas por Integrador-Processador CG-300, e a identificação dos mesmos por comparação dos tempos de retenção com os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma nº cat. 189-19).

A partir do perfil de ácidos graxos foram quantificados os ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), hipocolesterolêmicos (h), hipercolesterolêmicos (H), neutros e algumas razões entre estes (AGI:AGS, AGMI:AGS, AGPI:AGS e h:H). Também foram calculados os ácidos graxos desejáveis (AGD), conforme Rhee (1992), índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), de acordo com Ulbricht & Southgate (1991) e a atividade das enzimas Δ 9-dessaturases (C16 e C18) e elongase, segundo Malau-Aduli et al. (1997). As fórmulas utilizadas para as quantificações e cálculos foram as seguintes:

$$\text{Hipocolesterolêmicos} = (\text{C18:1} + \text{C18:2} + \text{C18:3} + \text{C20:4});$$

$$\text{Hipercolesterolêmicos} = (\text{C14:0} + \text{C16:0});$$

$$\text{AGD} = \text{AGMI} + \text{AGPI} + \text{C18:0};$$

$$\text{Neutros} = \text{C10:0} + \text{C18:0};$$

$$\text{IA} = [(\text{C12:0} + (4 \times \text{C14:0}) + \text{C16:0})] / \text{AGI};$$

$$\text{IT} = [(\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}) / [(0,5 \times \sum \text{AGMI}) + (0,5 \times \sum \omega 6 + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6))];$$

Elongase = $100[(C18:0 + C18:1 \text{ cis}9)/(C16:0 + C16:1 \text{ cis}9 + C18:0 + C18:1 \text{ cis}9)]$;

$\Delta 9$ -dessaturase C16 = $100[(C16:1 \text{ cis-}9)/(C16:1 \text{ cis-}9 + C16:0)]$;

$\Delta 9$ -dessaturase C18 = $100[(C18:1 \text{ cis-}9)/(C18:1 \text{ cis-}9 + C18:0)]$.

O delineamento experimental utilizado nas características nutricionais da carne foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (três teores de glicerina e três músculos), com 9 tratamentos e 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os teores de glicerina desdobrados em efeitos linear ou quadrático e os tipos de músculo comparados pelo teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5% e o programa computacional utilizado foi o SAS (2003).

O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + TG_i + TM_j + (TG \times TM)_{ij} + e_{ijk}$, sendo:

Y_{ijk} = valor observado da variável que recebeu o teor de glicerina i, músculo j e repetição k;

μ = média geral;

TG_i = teor de glicerina i, variando de 1 a 3 (0, 10 e 20% de inclusão de glicerina);

TM_j = tipo de músculo j (*Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum*);

$(TG \times TM)_{ij}$ = efeito da interação entre o teor de glicerina i e o tipo de músculo j;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. Resultados e Discussão

Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre as dietas e os tipos de músculo em todas as características nutricionais avaliadas. Os músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum* dos cordeiros são semelhantes quanto às características nutricionais, tanto que só diferiram ($P < 0,05$) no teor de colesterol (Tabela 4).

A composição centesimal da carne dos cordeiros não foi influenciada ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta (Tabela 4) e os valores observados nos três músculos estão próximos aos preconizados para a carne ovina, que segundo Tornberg (2005), é composta por 75% de umidade, 20% de proteína, 3% de gordura e 2% de substâncias não proteicas (minerais, vitaminas, carboidratos), podendo ainda ser consideradas carnes magras, por terem menos de 5% de gordura (GURLER et al., 1987). Segundo Drouillard (2008), a inclusão de glicerol na dieta

de ruminantes pode modificar a proporção acetato:propionato no rúmen, elevando as concentrações de propionato (principal substrato da gliconeogênese), que acarreta em maior aporte de glicose aos animais, reduzindo as mobilizações de aminoácidos e triacilgliceróis para gliconeogênese. Com isso, aumentos nos teores de proteínas e gorduras nas carnes seriam possíveis efeitos das inclusões de glicerina nas dietas dos cordeiros. Apesar do elevado teor de glicerol (83,90%) na glicerina utilizada, não foram observados tais efeitos na composição centesimal das carnes dos animais deste experimento e a proximidade dos dados provavelmente é decorrente das semelhanças nas composições químico-bromatológicas das dietas, da raça, condição sexual, idade e peso corporal ao abate dos animais.

Os resultados desta pesquisa ficaram próximos aos de Gomes et al. (2011), que ao avaliarem dietas com até 30% de glicerina para cordeiros Santa Inês, não observaram diferença na composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi*, reportando valores de 75,26% para umidade; 22,29% para proteína; 1,85% para gordura e 1,05% para matéria mineral.

Entretanto, os resultados divergem dos reportados por Lage et al. (2014), que ao avaliarem dietas com até 12% de glicerina para cordeiros Santa Inês confinados, verificaram efeito linear decrescente para os teores de proteína (19,25 a 18,40%). Os autores consideraram como causa, menor consumo de matéria seca nos tratamentos com maiores inclusões de glicerina, não atendendo as exigências nutricionais dos cordeiros.

Os teores de colesterol dos músculos avaliados (Tabela 4) não foram afetados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros. Com a substituição do milho pela glicerina, houve decréscimo no teor de extrato etéreo das dietas de 1,96 para 0,63% (Tabela 2), devido ao fato de a glicerina conter quantidade de extrato etéreo inferior ao milho. Desta maneira, era possível a redução nos teores de colesterol, pois segundo Nunes et al. (2010), é a fração extrato etéreo da dieta que eleva a concentração plasmática de colesterol, fato que não ocorreu nesta pesquisa. Resultados análogos foram relatados por Pellegrin et al. (2012), que ao avaliarem o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros lactentes mantidos em pasto de azevém e suplementados (*creep feeding*) com dietas contendo até 30% de glicerina, não observaram efeitos sobre os teores de colesterol, com valor médio de 87,78 mg/100g de músculo.

Tabela 4. Composição centesimal e teor de colesterol dos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina.

Variável	Glicerina (% MS)			Músculo			G			M			GxM			EPM		
	0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	
Umidade ¹	77,41	78,20	78,47	78,35	77,95	77,79	0,069	0,084	0,084	0,069	0,084	0,601	0,687					
Proteína ¹	19,10	18,55	18,52	18,29	18,96	18,92	0,097	0,079	0,079	0,097	0,079	0,945	0,558					
Gordura ¹	2,34	2,11	1,90	2,23	1,96	2,16	0,070	0,140	0,140	0,070	0,140	0,474	0,620					
Matéria mineral ¹	1,15	1,13	1,11	1,13	1,13	1,13	0,059	0,811	0,811	0,059	0,811	0,921	0,043					
Colesterol ²	26,11	27,00	23,66	19,26 B	34,94 A	22,57 B	0,361	<0,001	<0,001	0,361	<0,001	0,478	5,942					

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média;

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

¹ em g/ 100 g de carne;

² em mg/ 100 g de carne.

Entretanto, a quantidade de colesterol diferiu ($P < 0,05$) entre os tipos de músculo, com valores semelhantes para os músculos *Triceps brachii* e *Longissimus lumborum* (19,26 a 22,57 mg/ 100 g de músculo) e superior para o músculo *Semimembranosus* (34,94 mg/ 100g de músculo). A diferença no teor de colesterol dos músculos foi uma novidade, já que não houve diferença no teor de gordura dos mesmos, e é sabido que estas variáveis estão altamente associadas, pois a fração gordura inclui, além da gordura intramuscular, a gordura intracelular, que contém os maiores teores de colesterol (COSTA et al., 2002). Os teores de colesterol dos três músculos são considerado baixos (< 90 mg/ 100g), evidenciando que a carne de cordeiro pode fazer parte de uma dieta saudável, e ganhar espaço na mesa de consumidores que se preocupam com a prevenção de doenças cardiovasculares (JAKOBSEN, 1999; SCOLLAN et al., 2006).

Nas Tabelas 5 e 6 constam as percentagens dos ácidos graxos saturados e insaturados, respectivamente, identificados na gordura intramuscular da carne proveniente dos músculos *Triceps brachii*, *Semimembranosus* e *Longissimus lumborum* dos cordeiros. Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre os teores de glicerina e os tipos de músculo para as variáveis que compõem o perfil de ácidos graxos.

De maneira geral, os ácidos graxos encontrados em maiores concentrações foram os saturados mirístico (3,39%), palmítico (26,81%) e esteárico (17,03%); o monoinsaturado oleico (40,19%) e o poli-insaturado linoleico (3,07%), constituindo 90,49% do total de ácidos graxos da carne dos cordeiros. Maiores concentrações destes ácidos graxos na carne ovina também foram verificadas por Madruga et al. (2005), Demirel et al. (2006), Gallo et al. (2007), Madruga et al. (2008), Leão et al. (2011) e Almeida et al. (2014), ao avaliarem o efeito de diferentes dietas na composição de ácidos graxos da carne de cordeiros.

Com exceção do ácido graxo heptadecanoico (C17:0), que teve efeito linear crescente, a inclusão de glicerina não modificou ($P > 0,05$) o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular da carne dos cordeiros.

As concentrações dos ácidos graxos de cadeia ímpar (C15:0 e C17:0) na carne ovina, como na maioria dos ruminantes, são baixas. Estes ácidos graxos são formados durante a síntese *de novo*, a partir do ácido propiônico, produzido durante a fermentação ruminal (CHRISTIE, 1981).

Esta elevação na quantidade de C17:0 pode estar relacionada à inclusão de glicerina, já que segundo Trabue et al. (2007), 80% do glicerol é metabolizado no rúmen e fermentado principalmente a propionato, principal substrato gliconeogênico captado pelo fígado, devido a alta atividade da enzima propionil-CoA, dando origem a cadeia de ácidos graxos de número ímpar (CHRISTIE, 1981). Resultados semelhantes foram evidenciados por San Vito et al. (2014) e Lage et al. (2014), que ao avaliarem a carne de touros Nelore jovens alimentados com dietas contendo até 28% de glicerina, reportaram efeitos lineares crescentes para o ácido heptadecanoico. Os autores justificam tais efeitos com as elevações nas concentrações deste ácido graxo nas dietas com maiores substituições do milho por glicerina. O ácido heptadecanoico, ou margárico, apesar de ser um ácido graxo saturado, não causa impacto nos teores de colesterol sérico, como o mirístico (C14:0) e o palmítico (C16:0), que reduzem a atividade dos receptores hepáticos das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), portanto os incrementos de ácido margárico na carne não causam risco a saúde humana (SCOLLAN et al., 2006).

Terré et al. (2011) também verificaram elevação na quantidade do ácido margárico na gordura intramuscular de músculos *Longissimus dorsi* de cordeiros da raça Ripollesa alimentados com dietas contendo até 10% de glicerina. O mesmo efeito do coproduto do biodiesel foi observado por Avila-Stagno et al. (2012) ao avaliarem a gordura subcutânea na cauda de cordeiros da raça Arcott alimentados com dietas contendo até 21% de glicerina.

Os teores de CLA (ácido linoleico conjugado) não foram afetados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta. Apesar da baixa representação no perfil de ácidos graxos, este produto intermediário da biohidrogenação é considerado benéfico à saúde humana, por reduzir problemas com colesterol, diabetes e atuar na prevenção contra o câncer e a obesidade (VARELA et al., 2004). Alimentos funcionais como o CLA são responsáveis pelo aumento no interesse de consumidores, cada vez mais esclarecidos, pela aquisição de carnes vermelhas. Dentre os ruminantes, os ovinos se destacam pela capacidade de incorporar CLA na gordura intramuscular, e o fato dessa substância estar disponível neste tipo de gordura tem particular importância, pois comumente a gordura que é depositada sobre a porção muscular (subcutânea ou de cobertura) é retirada no momento do consumo (OSÓRIO et al., 2006).

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos saturados dos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Ácido graxo	Número do lipídio	Glicerina (% MS)			Músculo			G		M		GxM		EPM	
		0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F
Cáprico	C10:0	0,13	0,15	0,15	0,16	0,15	0,18	0,110	0,069	0,849	0,028	0,110	0,069	0,849	0,028
Láurico	C12:0	0,26	0,24	0,29	0,32	0,25	0,22	0,846	0,579	0,994	0,224	0,846	0,579	0,994	0,224
Mirístico	C14:0	3,48	3,38	3,40	3,70	3,23	3,23	0,947	0,575	0,995	1,266	0,947	0,575	0,995	1,266
Pentadecanoico	C15:0	0,49	0,62	0,64	0,61	0,55	0,59	0,059	0,610	0,990	0,151	0,059	0,610	0,990	0,151
Palmitico	C16:0	26,60	26,63	26,50	26,46	27,03	27,13	0,148	0,101	0,850	1,036	0,148	0,101	0,850	1,036
Heptadecanoico	C17:0	1,64	2,23	2,61	2,14	2,11	2,23	<0,001	0,279	0,973	0,438	<0,001	0,279	0,973	0,438
Esteárico	C18:0	17,37	17,08	16,63	16,66	16,64	17,79	0,702	0,336	0,999	2,112	0,702	0,336	0,999	2,112
Araquídico	C20:0	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,114	0,061	0,955	0,009	0,114	0,061	0,955	0,009

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média;

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos insaturados dos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Número do lipídio	Glicerina (% MS)			Músculo			G			M			GxM			EPM		
		0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	
Monoinsaturados																			
Miristoleico	C14:1	0,16	0,20	0,21	0,20	0,18	0,21	0,195	0,307	0,982	0,073	0,263	0,725	0,888	0,235				
Palmitoleico	C16:1	1,67	1,90	1,86	1,82	1,80	1,78	0,230	0,751	0,962	0,223	0,896	0,130	0,991	1,391				
Heptadecenoico	C17:1	1,55	1,26	1,45	1,20	1,17	1,16	0,270	0,894	0,698	0,184	0,908	0,852	0,968	0,012				
Oleico	C18:1ω9	40,07	40,36	40,14	40,88	40,33	39,36	0,441	0,148	0,545	0,035	1,74	1,73	1,77	0,270	0,894	0,698	0,184	
Cis-vacênico	C18:1ω7	1,76	1,80	1,68	1,74	1,73	1,77	0,908	0,852	0,968	0,012	0,08	0,08	0,08	0,908	0,852	0,968	0,012	
Eicosenoico	C20:1ω9	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,441	0,148	0,545	0,035	0,03	0,06	0,05	0,441	0,148	0,545	0,035	
Nervônico	C24:1ω9	0,05	0,04	0,06	0,03	0,06	0,05												
Poli-insaturados																			
Linoleico	C18:2ω6	3,34	2,91	2,98	2,93	3,26	2,96	0,314	0,341	0,910	0,724	0,162	0,781	0,788	0,027				
α-linolênico	C18:3ω3	0,11	0,11	0,13	0,11	0,11	0,13	0,123	0,181	0,670	0,018	0,258	0,054	0,793	0,068				
γ-linolênico	C18:3ω6	0,11	0,11	0,15	0,12	0,13	0,12	0,267	0,311	0,739	0,009	0,669	0,099	0,949	0,029				
CLA	C18:2c9,t11	0,27	0,26	0,22	0,26	0,23	0,23	0,448	0,079	0,863	0,336	0,680	0,085	0,795	0,013				
Eicosadienoico	C20:2	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,214	0,153	0,854	0,034	0,629	0,935	0,521	0,011				
Eicosatrienoico	C20:3ω6	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07												
Araquidônico	C20:4ω6	0,60	0,42	0,55	0,36	0,68	0,53												
Eicosapentaenoico	C20:5ω3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00												
Docosatetraenoico	C22:4ω6	0,06	0,04	0,07	0,04	0,06	0,06												
Docosaheptaenoico	C22:6ω3	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01												

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média; CLA- Conjugated linoleic acid; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

As concentrações dos ácidos graxos saturados (50,43%), insaturados (49,57%), monoinsaturados (45,27%) e poli-insaturados (4,30%) não foram afetadas ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta e não diferiram ($P>0,05$) nos músculos dos cordeiros, indicando que a carne ovina é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poli-insaturados, corroborando a informação de Monteiro et al. (2007). Esse perfil de ácidos graxos é típico de cortes cárneos provenientes de animais ruminantes, que quando comparados aos de monogástricos, apresentam maiores concentrações de ácidos graxos saturados e conseqüentemente menores relações ácidos graxos poli-insaturados:saturados, sendo essa diferença devida, principalmente, ao processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados no rúmen (DEMEYER & DOREAU, 1999; FRENCH et al., 2000).

Resultados semelhantes foram reportados por Terré et al. (2011), que ao avaliarem o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros da raça Ripollesa alimentados com dietas contendo até 10% de glicerina, não observaram diferenças nas quantidades de ácidos graxos saturados, mono e poli-insaturados. França et al. (2013) avaliaram o efeito da inclusão de até 12% de glicerina na dieta sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de touros da raça Nelore e não observaram diferenças nas quantidades de ácidos graxos saturados, mono e poli-insaturados. Egea et al. (2014) também não encontraram diferença no perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus thoracis* de touros da raça Limousin alimentados com dietas contendo até 4% de glicerina.

As relações AGI:AGS, AGMI:AGS e AGPI:AGS não foram alteradas ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta (Tabela 7), evidenciando que a elevação na porcentagem do ácido graxo heptadecanoico não interferiu nas relações dos ácidos graxos. A relação AGPI:AGS (0,08) encontrada na carne dos cordeiros foi inferior a recomendada para uma dieta saudável, que de acordo com Wood et al. (2003) deve estar acima de 0,4. No entanto, segundo Scollan et al. (2005), a relação AGPI:AGS na carne de ruminantes geralmente é baixa e de maneira geral, a manipulação nutricional não eleva esta relação acima dos teores normais devido à biohidrogenação ruminal, ficando entre 0,06 e 0,15.

Houve aumento linear ($P<0,05$) na porcentagem de ácidos graxos da família ômega-3 (Tabela 7), decorrente principalmente da elevação na quantidade do ácido graxo α -linolênico na carne dos cordeiros alimentados com dietas contendo glicerina.

Este fato é de grande valia, pois mesmo que encontrados em pequenas concentrações, estes ácidos graxos têm destacada importância para a saúde humana por possuírem funções benéficas ao organismo humano, principalmente na diminuição dos valores de LDL circulantes. O ácido eicosapentaenoico (EPA) é o ácido ômega-3 com função anti-inflamatória e o docosahexaenoico (DHA) é geralmente incorporado nas membranas celulares em todo o corpo, sendo maiores as concentrações na retina, no cérebro e no esperma (FAGUNDES, 2002).

A relação ômega-6:ômega-3 teve resposta linear decrescente ($P < 0,05$), com queda de 33,70 para 19,63 na carne dos cordeiros alimentados com dieta contendo o teor máximo de glicerina. Apesar do efeito linear crescente para os ácidos graxos da família ômega-3, a diminuição na relação ômega-6:ômega-3 constatada na carne dos cordeiros alimentados com glicerina, parece estar mais ligada à diminuição dos ácidos graxos ômega-6, principalmente linoleico, que reduziram com a retirada do milho da dieta. Esse é um fato bastante positivo e diverge de resultados reportados por Terré et al. (2011), Françoze et al. (2013), San Vito et al. (2014) e Lage et al. (2014), que ao avaliarem carnes de cordeiros e touros alimentados com dietas contendo até 28% de glicerina, não observaram diferença na relação entre os ácidos graxos das famílias ômeegas 6 e 3. Os nutricionistas têm salientado a importância de manter relação ômega-6:ômega-3 inferior a 4 na dieta, com o intuito de reduzir possíveis complicações coronarianas, especialmente formação de coágulos no sangue, que leva a cardiopatias (ENSER, 2001).

Não foi verificada influência ($P > 0,05$) da inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros sobre as quantidades de ácidos graxos desejáveis (AGD), representados pela somatória dos AGI com o ácido esteárico, que embora seja um ácido graxo saturado, tem efeito neutro, com baixas implicações no perfil lipídico, uma vez que pode ser convertido a oleico (C18:1) no organismo (BANSKALIEVA; SAHLU, GOETSCH, 2000).

Tabela 7. Concentrações (%) e relações dos ácidos graxos nos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Músculo			G		M		GxM		EPM	
	0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F
AGS ¹	50,66	50,37	50,29	49,96	49,89	51,46	0,861	0,057	0,874	0,874	1,724			
AGI ²	49,34	49,63	49,71	50,04	50,11	48,54	0,861	0,057	0,874	0,874	1,724			
AGMI ³	44,73	45,64	45,45	46,05	45,40	44,39	0,258	0,523	0,991	0,991	1,395			
AGPI ⁴	4,61	3,98	4,25	3,99	4,71	4,15	0,414	0,279	0,872	0,872	1,134			
AGD ⁵	66,70	66,71	66,35	66,70	66,75	66,31	0,882	0,848	0,959	0,959	2,045			
AGI:AGS	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	0,94	0,781	0,067	0,865	0,865	0,067			
AGMI:AGS	0,88	0,91	0,90	0,92	0,91	0,86	0,411	0,129	0,954	0,954	0,542			
AGPI:AGS	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,490	0,294	0,819	0,819	0,023			
Ômega-3 ⁶	0,10	0,12	0,18	0,14	0,15	0,14	<0,001	0,730	0,693	0,693	0,045			
Ômega-6 ⁷	3,97	3,39	3,56	3,52	3,64	3,76	0,276	0,253	0,906	0,906	0,759			
O6:O3	33,70	27,18	19,63	26,51	25,56	28,45	<0,001	0,741	0,751	0,751	5,195			

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média;

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

¹AGS= (C10:0+C12:0+C14:0+C15:0+C16:0+ C17:0+C18:0+C20:0);

²AGI=(C14:1+C16:1+C18:1w9+C18:1w7+C20:1w9+C24:1w9+C18:2w6+C18:3w3+C18:2c9,t11+C20:2+C20:3w6+C20:4w6+C20:5w3+C2

2:4w6+C22:6w3);

³AGMI= (C14:1+C16:1+C17:1+C18:1w9+C18:1w7+C20:1w9+C24:1w9);

⁴AGPI=(C18:2w6+C18:3w3+C18:23w6+C18:2c9,t11+C20:2+C20:3w6+C20:4w6+C20:5w3+C22:4w6+C22:6w3);

⁵AGD= (AGMI+AGPI+C18:0);

⁶Ômega 3= (C18:3w3+ C20:5w3+ C22:6w3);

⁷Ômega 6= (C18:2w6+ C18:3w6+ C20:3w6+ C20:4w6+ C22:4w6).

As atividades das enzimas dessaturase e elongase não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros (Tabela 7). A enzima dessaturase é responsável pela dessaturação dos ácidos graxos com 16 e 18 carbonos, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados palmitoleico e oleico, ambos com uma dupla ligação no carbono de número 9 (MALAU-ADULI et al., 1997). Esses resultados são atribuídos às semelhantes quantidades de ácidos palmítico e esteárico, considerados substratos, e confirmados pela proximidade nos valores observados para os ácidos palmitoleico e oleico nas carnes dos cordeiros, indicando que a substituição do milho por glicerina na dieta não influenciou a atividade enzimática. Resultados semelhantes foram reportados por Carvalho et al. (2014), que ao avaliarem a carne de touros jovens alimentados com dietas contendo até 18% de glicerina, não observaram diferenças nas atividades das enzimas dessaturase e elongase.

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade da carne dos cordeiros não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta (Tabela 7). Esses índices relacionam os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores de IA e IT, maior quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes na gordura e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ULBRIGHT; SOUTHGATE, 1991). Carvalho et al. (2014) reportaram redução linear no índice de aterogenicidade na carne de touros jovens alimentados com dietas contendo até 12% de glicerina e consideram a redução uma resposta à elevação dos ácidos graxos insaturados somada a tendência de redução na quantidade de ácido palmítico na carne dos animais alimentados com os maiores teores de glicerina.

As quantidades dos ácidos graxos hipocolesterolêmicos (h) e hipercolesterolêmicos (H), assim como a relação h:H não foram afetadas ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros (Tabela 7). Os valores encontrados para a relação h:H são inferiores aos 1,72 e 1,75 observados por Cirne (2013) e Almeida et al. (2014), respectivamente, na carne de cordeiros Ile de France confinados e alimentados com dietas contendo ingredientes alternativos como feno de amoreira e grãos de girassol. Essa relação é baseada nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, contudo permite melhor avaliação nutricional ao considerar os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados.

Tabela 8. Índices, somas e relações dos ácidos graxos nos músculos *Triceps brachii* (TB), *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus lumborum* (LL) de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de glicerina

Variável	Glicerina (% MS)			Músculo			G		M		GxM		EPM	
	0	10	20	TB	SM	LL	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F
Δ^9 dessaturase 16 ¹	5,99	6,67	6,45	6,61	6,35	6,16	0,129	0,409	0,877	0,807	0,807	0,877	0,877	0,807
Δ^9 dessaturase 18 ²	69,80	70,30	70,78	71,14	70,84	68,91	0,681	0,109	0,998	2,703	2,703	0,998	0,998	2,703
Elongase ³	66,41	66,78	66,69	67,15	66,35	66,37	0,805	0,319	0,963	1,437	1,437	0,963	0,963	1,437
Aterogenicidade ⁴	0,75	0,74	0,74	0,76	0,74	0,72	0,921	0,561	0,995	0,097	0,097	0,995	0,995	0,097
Trombogenicidade ⁵	4,54	4,18	4,42	4,25	4,39	4,50	0,253	0,279	0,931	0,468	0,468	0,931	0,931	0,468
Hipocolesterolêmicos (h) ⁶	45,48	45,36	45,18	45,89	45,75	44,38	0,881	0,362	0,940	1,493	1,493	0,940	0,940	1,493
Hipercolesterolêmicos (H) ⁷	30,78	29,95	29,86	29,97	30,26	30,35	0,388	0,859	0,962	1,778	1,778	0,962	0,962	1,778
h:H	1,48	1,52	1,52	1,54	1,52	1,46	0,643	0,306	0,910	0,116	0,116	0,910	0,910	0,116
Neutros ⁸	17,55	17,24	16,79	16,83	16,79	17,96	0,678	0,312	0,999	2,094	2,094	0,999	0,999	2,094

G- glicerina; M- músculos; EPM- erro padrão da média;

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

¹ Δ^9 dessaturase 16= $100[(C16:1 \text{ cis-9}) / (C16:1 \text{ cis-9} + C16:0)]$;

² Δ^9 dessaturase 18= $100[(C18:1 \text{ cis-9}) / (C18:1 \text{ cis-9} + C18:0)]$;

³Elongase= $100[(C18:0 + C18:1 \text{ cis9}) / (C16:0 + C16:1 \text{ cis9} + C18:0 + C18:1 \text{ cis9})]$;

⁴Aterogenicidade= $[(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / \text{AGI}$;

⁵Trombogenicidade= $[(C14:0 + C16:0 + C18:0) / (0,5 \times \Sigma \text{AGMI}) + (0,5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6))]$;

⁶h= $(C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:4)$;

⁷H= $(C14:0 + C16:0)$;

⁸Neutros= $C10:0 + C18:0$.

Como não existem valores recomendados, assume-se que quanto mais elevada a relação h:H, mais saudável é a gordura (ALMEIDA et al., 2014).

Não foi verificada influência ($P>0,05$) da inclusão de glicerina sobre as quantidades de ácidos graxos neutros (Tabela 7). Vale destacar que mais de 70% de todos os ácidos graxos presentes na carne de ruminantes, ou possuem efeitos neutros sobre as concentrações plasmáticas de LDL ou podem melhorar a saúde humana (OLIVEIRA et al., 2011).

4. Conclusões

A utilização de glicerina, em substituição ao milho, na dieta de cordeiros confinados não alterou a composição centesimal, o teor de colesterol e apesar de elevar a quantidade de ácido graxo heptadecanoico na carne, melhorou o perfil de ácidos graxos, com elevação na quantidade de ácidos graxos ômega-3 e diminuição na relação ômega6:ômega-3. Os músculos dos cordeiros diferem apenas no teor de colesterol.

A glicerina pode ser incluída na dieta de cordeiros terminados em confinamento sem prejudicar a qualidade da carne.

5. Referências

ALMEIDA, F. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MANZI, G.; LIMA, N. L. L.; ENDO, V.; ZEOLA, N. M. B. L. Dietary supplementation with sunflower seeds and vitam E for fattening lambs improves the fatty acid profile and oxidative stability of the *Longissimus lumborum*. **Animal Production Science**. [http://dx.doi.org/10,1071/AN13383](http://dx.doi.org/10.1071/AN13383), publicação online em 15 de setembro de 2014.

ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W.; PRITCHARD, G. T.; OWENS, F. N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 3, p. 582-588, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 16.ed. Washington: DC, 1995. 1011p.

AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A. V.; HE, M. L.; HARSTAD, O. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; MCALLISTER, T. A. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.91, p. 829-837, 2012.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 255-268, 2000.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; ONO, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 6, p. 1642-1693, 1988.

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.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 53-57, 2001.

CARVALHO, J. R. R.; CHIZZOTTI, M. L.; RAMOS, E. M.; MACHADO NETO, O. R.; LANNA, D. P. D.; LOPES, L. S.; TEIXEIRA, P. D.; LADEIRA, M. M. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**, Champaign, v. 96, n.3, p. 977-983, 2014.

CHRISTIE, W. W. (ed.) **Lipid metabolism in ruminant animals**. Oxford: Pergamon Press Ltd. 1981. p. 329-375.

CIRNE, L. G. A. **Desempenho e qualidade da carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira**. 2013. 95 f. Tese (Doutorado em zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

COSTA, E. C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L. F. G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.31, n. 1, p.417-428, 2002.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 58, n. 3, p. 593-607, 1999.

DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B.; KESER, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, Champaign, v. 72, n. 2, p. 229-235, 2006.

DROUILLARD, J. S. Glycerin as a feed for ruminants: Using glycerin in high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 392-393, 2008.

EGEA, M.; LINARES, M .B.; GARRIDO, M. D.; VILLODRE, C.; MADRID, J.; ORENGO, J.; MARTÍNEZ, S.; HERNÁNDEZ, F. Crude glycerine inclusion in Limousin bull diets: Animal performance, carcass characteristics and meat quality. **Meat Science**, Champaign, v. 98, n. 3, p. 673-678, 2014.

ENSER, M. The role of fats in human nutrition. In: ROSSELL, B. (Ed.). **Animal carcass fats**. Oils and fats. Leatherhead, Surrey: Leatherhead Publishing, 2001. p.77-122.

FAGUNDES, L. A. Ômega-3 & Ômega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doenças. Porto Alegre: Fundação de Radioterapia do Rio Grande do Sul, 2002. 111p.

FRANÇOZO, M. C.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; RIBEIRO, O. L.; PRADO, R. M.; VISENTAINER, J. V. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing bulls fed crude glycerine supplemented diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, n. 2, p. 327-336, 2013.

FRENCH, P.; SATANTON, C.; LAALESS, F. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

GALLO, S. B.; SIQUEIRA, E. R.; DA ROSA, G. T. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2069-2073, 2007.

GARAFFO, M. A.; VASSALLO-AGIUS, R.; NENGAS, Y.; LEMBO, E.; RANDO, R.; MAISANO, R.; DUGO, G.; GIUFFRIDA, D. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and Their Salted Product "Bottarga". **Food and Nutrition Sciences**, v. 2, n. 7, p. 736-743, 2011.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2211-2219, 2011.

GURTLER, H.; KETZ, A.; KOLB, E.; SCHRODER, L.; SEIDEL, H. **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, Londres, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats status and future perspectives. **Fett Lipid**, Weinheim, v. 101, n. 12, p. 475-483, 1999.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; DUARTE, M. S.; FILHO, S. C. V.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science**, Champaign, v. 96, p. 108-113, 2014.

LEÃO, A. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. A.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 1072-1079, 2011.

MADRUGA, M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M.; MARQUES, A. V.; CAVALCANTI, R. N.; NARAIN, N.; ALBUQUERQUE, C. L.; FILHO, G. E. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs. **Meat Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 469-474, 2008.

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.

MALAU-ADULI, A. E. O.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D. K.; PITCHFORD W. S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Victoria, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.

MERLIM, F. F. **Glicerina na alimentação de cordeiros Ile de France**. 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

MONTEIRO, A. L. G.; FE.NANDES, M. A. A.; BARROS, C. S. **As pastagens e a qualidade da carne ovina para o consumo humano**. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/saude-qualidade-de-vida/as-pastagens-e-a-qualidade-da-carne-ovina-para-o-consumo-humano-34199n.aspx>>. Acesso em: 14 mar. 2014.

MONTEIRO JÚNIOR, L. A. **Avaliação das técnicas de insensibilização de ovinos abatidos na região de Botucatu**. 2000. 166 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new camelids**. 1 ed. Washington: The National Academic Press, 2007, 362 p.

NUNES, A. S.; OLIVEIRA, R. L.; AYRES, M. C. G.; BAGALDO, A. R.; NETO, A. F. G.; BARBOSA, L. P. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção do biodiesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p.1825-1831, 2010.

OLIVEIRA, D. M.; LAEDIRA, M. M.; CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO NETO, O. R.; RAMOS, E. M.; GONCALVES, T. M.; BASSI, M. S.; LANNA, D. P. D.; RIBEIRO, J. S. Fatty acid profile and quantitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, Chicago, v. 89, n. 8, p. 2546-2555, 2011.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, S. G. J.; HASHIMOTO, J. J. R.; BONACINA, M.; ÁVILA, C. C. Qualidade nutritiva e funcional da carne ovina. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRA, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA:CNPGC, 2006. 1 CD-ROM.

PELEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; MORO, B. A.; RODAWIECZ, M. S. Teores de colesterol no sangue e na carne de cordeiros de cordeiros lactentes mantidos a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta no *creep feeding*. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 7, n. 1, 2012.

REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 596-603, 2001.

RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. In C. K. Chow (Ed.). **Fatty acids in foods and their health implications**. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 65-93.

SAN VITO, E., LAGE, J. F., RIBEIRO, A. F., SILVA, R. A., BERCHIELLI, T. T. Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**, Champaign, v. 100, n. 3, p. 17-23, 2014.

SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows. Version 8.0**. Cary, 2003.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, 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.

TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P.; BACH, A. The use of glycerin in rations for light lamb during the fattening period. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 164, n. 3, p. 262-267, 2011.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M. A.; REILLY, P. J. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, Denver, v. 55, p. 7043-7051, 2007.

UBRABIO - União Brasileira de Biodiesel e Bioquerosene. Disponível em: <www.ubrablo.com.br>. Acesso em: 23 nov. 2014.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VARELA, A.; OLIETE, B.; MORENO, T.; PORTELA, C.; MONSERRRAT, L.; CARBALLO, J. A.; SÁNCHEZ, L. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, Champaign, v. 67, p. 515-522, 2004.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; WHITTINGTON, F. M.; RICHARDSON, R. I. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Champaign, v. 66, p. 21-32, 2003.