

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

**CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM COPRODUTOS DO
BIODIESEL E DO AMENDOIM**

Roberta de Lima Valença
Doutora em Zootecnia

2017

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

**CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM COPRODUTOS DO
BIODIESEL E DO AMENDOIM**

Roberta de Lima Valença

Orientador: Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

2017

Valença, Roberta de Lima
V152c Características qualitativas da carne de cordeiros alimentados
com coprodutos do biodiesel e do amendoim / Roberta de Lima
Valença. -- Jaboticabal, 2017
vii, 70 p.; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Américo Garcia da Silva Sobrinho
Banca examinadora: Hirasilva Borba, Josiane Fonseca Lage,
Arlindo Saran Netto, Wignez Henrique
Bibliografia

1. Coprodutos. 2. Qualidade da carne. 3. Ovinos. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:637.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

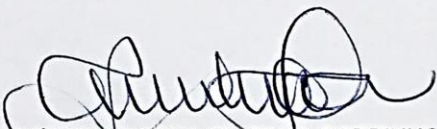
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

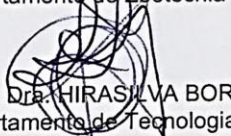
**TÍTULO: CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS
COM COPRODUTOS DO BIODIESEL E DO AMENDOIM**

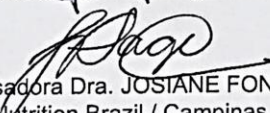
AUTORA: ROBERTA DE LIMA VALENÇA

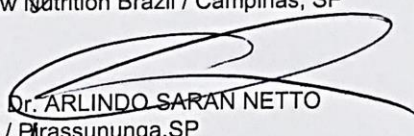
ORIENTADOR: AMÉRICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO

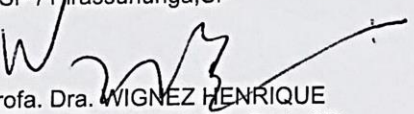
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA,
pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. AMÉRICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. THIRASILVA BORBA
Departamento de Tecnologia / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisadora Dra. JOSTIANE FONSECA LAGE
Trouw Nutrition Brazil / Campinas, SP


Prof. Dr. ARLINDO SARAN NETTO
USP / Pirassununga, SP


Profa. Dra. WIGNEZ HENRIQUE
APTA / São José do Rio Preto, SP

Jaboticabal, 14 de março de 2017.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ROBERTA DE LIMA VALENÇA – filha de Antônio da Silva Valença e Selma Alves de Lima, nascida em Penedo, Alagoas, no dia 31 de janeiro de 1988. Em março de 2007 ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Sergipe – UFS - Câmpus de São Cristóvão, sendo bolsista de Extensão pela PROEX durante os anos de 2009 e 2010 e de Iniciação Científica pelo CNPq em 2010, sob orientação da Professora Dr^a. Angela Cristina Dias Ferreira, graduando-se em julho de 2011. Em agosto de 2011 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Sergipe UFS- Câmpus de São Cristóvão, sob orientação da Professora Dr^a. Angela Cristina Dias Ferreira, obtendo o título em julho de 2013. Em fevereiro de 2014 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp – Câmpus de Jaboticabal, onde é bolsista da CAPES, sob orientação do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho.

“Lembremo-nos de que o homem interior se renova sempre. A luta enriquece-o de experiência, a dor aprimora-lhe as emoções e o sacrifício tempera-lhe o caráter”.

Chico Xavier

“Ninguém é suficientemente perfeito, que não possa aprender com o outro e, ninguém é totalmente estruído de valores que não possa ensinar algo ao seu irmão”.

São Francisco de Assis

“Todo mundo ama um dia todo mundo chora,
Um dia a gente chega, no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
De ser feliz”.

Almir Sater

DEDICO

A todos os estudantes de Zootecnia, profissionais e pesquisadores da área de produção animal, que buscam a melhor qualidade de vida para os animais e a obtenção de produtos de excelência para população.

A minha mãe, Selma Alves de Lima e meu pai, Antônio da Silva Valença (in memoriam), por sempre estarem dispostos a me ouvir e me dar suporte quando necessário, por me darem estímulo quando eu quase já não o tinha, sem eles nada disso seria possível.

A todos os meus irmãos em especial Roberto de Lima, pelo incentivo, carinho e companheirismo.

Aos meus amados avós (in memoriam), Rivalva Alves de Lima, Wenceslau Fontes de Lima e Clara de Jesus, pelos exemplos de caráter, perseverança e amor...

A Adriana de Oliveira Trinca pelo apoio imensurável durante essa jornada, todo carinho e incentivo!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela companhia constante, por inspirar esperança, trazer calma e conduzir tudo de bom que tenho na vida.

Aos espíritos de luz por nunca me deixarem só, inspirando-me sempre para o bem.

Ao meu amado pai que antes da conclusão definitiva desse material veio a desencarnar, mas, a sua contribuição incondicional em todas as etapas é inquestionável.

A toda minha família pelo amor, apoio e confiança.

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 Doutorado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, pela oportunidade, ensinamentos, amizade e confiança.

A minha eterna orientadora Dr^a Angela Cristina Dias Ferreira pelos anos de conhecimento dedicados para obtenção dos títulos de Zootecnista e Mestra em Zootecnia por mim conquistados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido (Processo nº 2013/ 23495-5).

Aos Professores Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, Dr. Flávio Dutra Rezende, Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel, Dr. Marco Antonio Trindade, juntamente com a Dra. Nivea Maria Brancacci Lopes Zeola pelas valiosas sugestões no Exame Geral de Qualificação

Aos professores Dr. Hirasilva Borba, Dr. Arlindo Saran Netto e a Dra. Wignez Henrique, juntamente com a Dra. Josiane Fonseca Lage, pela disposição em participar da banca da Defesa do Doutorado.

Aos colegas de equipe Nomaiací de Andrade, Thiago Henrique Borghi, Elieder Prates Romanzini, Nivea Maria Brancacci Lopes Zeola, Diego Armando Rojas, Fernanda de Almeida Merlim e Leonardo Guimarães Silva, por todo apoio, amizade e descontração.

Ao funcionário do Laboratório de Produção Ovina, João Luiz Guariz, pelo apoio imensurável, amizade e conselhos.

Aos estagiários que passaram pelo Laboratório de Produção Ovina, Amanda Fernandes, Rodrigo de Souza Romeiro, Ana Paula Pistelli Machado, Felipe dos Santos Gomes, Ana Carolina Merlo da Silva Franco e aos que permanecem, Roberta Guidugli Martins, Marcella Bogatzky Costa, Rachel Galeno de Souza Oliveira, pelo convívio e auxílio na condução das tarefas.

As companheiras de casa Karen Camille Rocha Goes e Maria Camila Ceballos, pelos conselhos dados, apoio e descontração durante esse período.

Aos amigos que encontrei durante o Doutorado e aos de longa data, Eduardo Alves de Almeida, Cíntia Carol de Melo Costa, Mikaele Alexandre Pereira, Madalena de Lima Menezes, Sharacelly de Souza Farias, Vinícius da Silva Oliveira, Ana Caroline Pinho dos Santos pelo apoio profissional e emocional durante essa caminhada.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma
para realização deste trabalho.

Meu Muito Obrigada!!

SUMÁRIO

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM COPRODUTOS DO BIODIESEL E DO AMENDOIM

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução.....	1
2. Revisão da literatura.....	2
2.1. Farelo de amendoim na alimentação de ovinos	2
2.2. Glicerina na alimentação de ovinos.....	3
2.3. Características qualitativas da carne de cordeiros	6
2.4. Características nutricionais da carne de cordeiros	12
2.5. Maturação da carne	15
3. Referências	16

CAPÍTULO 2 - QUALIDADE DAS CARNES FRESCA E MATURADA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FARELO DE AMENDOIM E GLICERINA

RESUMO.....	24
1. Introdução.....	25
2. Material e Métodos	26
3. Resultados.....	31
4. Discussão	33
5. Conclusões.....	37
6. Agradecimentos.....	37
7. Tabelas.....	37
8. Referências	42

CAPÍTULO 3 – FARELO DE AMENDOIM E GLICERINA NA DIETA DE CORDEIROS: PRODUÇÃO DE CARNES MAIS SAUDÁVEIS

RESUMO.....	46
1. Introdução.....	47
2. Material e Métodos	47
2.1. Local, animais, instalações e dietas	48
2.2. Abate, carcaça e coleta de amostras de carne.....	50
2.3. Análises qualitativas da carne	51
2.3.1. pH e cor.....	51
2.3.2. Capacidade de retenção de água, perda de peso por descongelamento, e cocção, força de cisalhamento e comprimento de sarcômero	51
2.3.3. Análise centesimal e perfil de ácidos graxos	52
2.4. Aceitação sensorial	54
2.5. Análise estatística	55
3. Resultados.....	55
3.1. Qualidade da carne e aceitação sensorial.....	55
3.2. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne	57
4. Discussão	61
4.1. Qualidade da carne e aceitação sensorial.....	62
4.2. Perfil de ácidos graxos	63
5. Conclusões	66
6. Agradecimentos.....	66
7. Referências	66



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 022014/13 do trabalho de pesquisa intitulado "Coprodutos do biodiesel e amendoim na alimentação de cordeiros em confinamento", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 05 de novembro de 2013.

Jaboticabal, 05 de novembro de 2013.

Prof. Dr. Andriago Barboza De Nardi
Coordenador - CEUA

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1.	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais	38
Tabela 2.	Qualidade microbiológica do músculo <i>semimembranosus</i> de cordeiros Ile de France terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel, <i>in natura</i> e maturados	39
Tabela 3.	Características físicas e químicas do músculo <i>semimembranosus</i> , frescos e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina	40
Tabela 4.	pH e cor (L*, a* e b*) do músculo <i>semimembranosus</i> , fresco e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina e desdobramentos das interações entre dieta e maturação	41
Tabela 5.	Perda de peso a cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) do músculo <i>semimembranosus</i> , fresco e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina e desdobramentos das interações entre dieta e maturação	42

CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais	50
Tabela 2.	Composição percentual dos ácidos graxos do farelo de amendoim, glicerina e das dietas	544
Tabela 3.	Valores de pH (inicial e final) e cor (L*, a* e b*) do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	55
Tabela 4.	Capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por descongelamento (PPD), perda de peso na cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e comprimento de sarcômero (CS) do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	56

Tabela 5.	Aceitação Sensorial do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	57
Tabela 6.	Composição centesimal e colesterol do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	56
Tabela 7.	Perfil de ácidos graxos saturados (%) do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	58
Tabela 8.	Perfil de ácidos graxos insaturados (%) do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	59
Tabela 9.	Concentrações (%) e relações dos ácidos graxos do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	60
Tabela 10.	Índices, somas e relações dos ácidos graxos do músculo <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim	61

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM COPRODUTOS DO BIODIESEL E DO AMENDOIM

RESUMO - Com objetivo de avaliar a qualidade da carne de cordeiros alimentados com coprodutos do biodiesel e do amendoim, 40 cordeiros Ile de France ($17,15 \pm 1,56$ kg de peso corporal) foram alimentados com 40% de silagem de milho e 60% dos concentrados: padrão (C), com 20% de farelo de amendoim (FA), com 25% de glicerina (G) e com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina (FAG) baseado na matéria seca. O músculo *semimembranosus* foi avaliado fresco e maturado, e o músculo *longissimus lumborum* fresco. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado; para o músculo *semimembranosus* esquema fatorial 4 x 2, utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Os cordeiros foram abatidos aos 32 kg. As dietas e a maturação não favoreceram o desenvolvimento de microrganismos na carne. A carne fresca dos animais alimentados com a dieta G foi mais clara ($P < 0,05$) e com a dieta FAG mais escura (luminosidade de 38,45 e 39,40 respectivamente). A maturação elevou ($P < 0,05$) a intensidade de vermelho (15,12 para 15,93), intensidade de amarelo (2,48 para 3,42) e perda de peso a cocção (23,84 para 32,59%). Reduziu ($P < 0,05$) o pH (5,66 para 5,45) e força de cisalhamento (22,60 para 16,95 N). No músculo *longissimus lumborum* só o perfil de ácidos graxos foi influenciado ($P < 0,05$) pelas dietas. As carnes dos animais alimentados com as dietas G e FAG tiveram maiores concentrações ($P < 0,05$) de ácidos graxos insaturados (48,50 e 46,99 %), maiores relações ácidos graxos monoinsaturados:saturados (1,04 a 1,02), maiores concentrações dos ácidos graxos hipocolesterolêmico (47,66 e 48,48 %) e menores ($P = 0,05$) relações n-6:n-3 (13,56 e 11,93). Os coprodutos do biodiesel e do amendoim podem ser utilizados como fontes alternativas de energia e proteína na dieta de cordeiros, pois melhoram o perfil lipídico da carne ovina, sem alterar as demais características físico-químicas e sensoriais, resultando em produto mais saudável para atender aos anseios dos consumidores.

Palavras-chave: ácidos graxos, coprodutos, glicerina, maturação, ovinos, qualidade da carne

MEAT QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF LAMBS FED WITH BIODIESEL BY-PRODUCTS AND OF PEANUT

ABSTRACT - with the objective to evaluate the meat quality of lambs fed with by-products of biodiesel and of peanut, 40 Ile de France lambs (17.15 ± 1.56 kg body weight) were fed with 40% of corn silage and 60% of concentrates: standard (C), with 20% peanut meal (PM), with 25% glycerin (G) and with 10% peanut meal and 12.5% glycerin (PMG) based in dry matter. The *semimembranosus* muscle was evaluated fresh and aged, and the *longissimus lumborum* muscle fresh. A completely randomized design was adopted; for the *semimembranosus* muscle factorial scheme 4×2 , the Tukey test was used at 5%. The lambs were slaughtered at 32 kg. The fresh meat from animals fed G was lighter (color) compared with the meat from those consuming PMG, which was darker (lightness of 38.45 and 39.40, respectively). Aging increased red intensity (15.12 to 15.93), yellow intensity (2.48 to 3.42), and cooking loss (23.84 to 32.59%), while pH (5.66 to 5.45), and shear force (22.60 to 16.95 N) were reduced. In the *longissimus lumborum* muscle only the fatty acid profile was influenced ($P < 0.05$) by the diets. The meat of the animals fed the G and PMG diets had higher concentrations ($P < 0.05$) of unsaturated fatty acids (48.50 and 46.99%), higher monounsaturated:saturated fatty acids (1.04 to 1.02), higher concentrations of hypocholesterolemic fatty acids (47.66 and 48.48%) and lower ($P = 0.05$) n-6:n-3 (13.56 and 11.93) ratios. Biodiesel and peanut by-products can be used as alternative sources of energy and protein in the diet of lambs, as they improve the lipid profile of sheep meat, without altering the other physical-chemical and sensorial characteristics, resulting in a healthier product to meet the consumer yearnings.

Keywords: fatty acids, by-products, glycerin, aging, sheep, meat quality

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A indústria da carne vem crescendo ao longo dos anos, impulsionada pelo aumento na demanda global por produtos cárneos. Para que esse aumento seja possível, a produção de grãos também precisa ser intensificada, uma vez que, para a pecuária intensiva o uso destes é fundamental, no entanto, os alimentos tradicionais, como milho e soja representam a maior proporção do custo de produção. Assim, a busca de alternativas de baixo custo para substituir alimentos tradicionais é crucial para aumentar a rentabilidade da produção pecuária (SILVA et al. 2015).

Neste contexto, a comunidade científica, juntamente com os produtores, vêm atentando-se a utilização de co e subprodutos da agroindústria com baixo custo, qualidade nutricional adequada à produção animal e que não competem com a nutrição humana. Dentre os aspectos supracitados, coprodutos da produção do biodiesel destacam-se como alternativa alimentar para ruminantes. O farelo de amendoim, com seu alto teor proteico, 39 a 44,5% (GONZAGA NETO, et al. 2015; CORREIA et al. 2016), pode ser um possível substituto à tradicional soja (SILVA, et al., 2015), e, a glicerina, com suas propriedades nutricionais energéticas, poderá substituir o milho em dietas para ruminantes (GUNN et al., 2010; ALMEIDA et al., 2017).

A produção de carne ovina, quando comparada à bovina, exhibe aspectos que merecem destaque, sendo eles a menor duração dos ciclos produtivos, a maior prolificidade da espécie e a sua adaptação aos diversos climas existentes. Estes aspectos conferem grande importância à ovinocultura no cenário de crescimento da demanda por carne.

Sendo assim, conhecimentos acerca da utilização de coprodutos agroindustriais, como os do biodiesel e do amendoim, são importantes para a produção intensiva de ovinos, e o reflexo destes alimentos nas características qualitativas da carne são de fundamental importância no cenário de produção desta proteína de alto valor biológico.

2. Revisão da literatura

2.1. Farelo de amendoim na alimentação de ovinos

Da família das leguminosas, o amendoim (*Arachis hypogaea*) é originário da América do Sul, sendo que mais de 80 espécies silvestres, anuais e perenes, ocorrem no Brasil, Paraguai, Bolívia, Argentina e Uruguai. Atualmente a produção de amendoim no mundo está em torno de 37 milhões de toneladas, sendo o Brasil comparado com os grandes produtores de amendoim ainda possui uma produção considerada modesta. Segundo a CONAB (2016) a produção nacional de amendoim, para a safra 2016/17, está estimada em 384,4 mil toneladas das quais 352,8 mil (91,8% da produção nacional) são produzidas no Estado de São Paulo, onde o produto é cultivado em aproximadamente 97,9 mil hectares.

O elevado teor de proteína bruta (45 a 55%) do farelo de amendoim caracteriza-o como fonte alternativa de proteína para ruminantes, além de possuir outras características químico-bromatológicas desejáveis, como teor de fibra em detergente neutro de 15,45 a 21,40%, fibra em detergente ácido de 10,55 a 13,50%, matéria mineral de 5,96%, energia bruta de 4,31 Mcal/kg MS (VALADARES FILHO, 2006; ARAÚJO e SOBREIRA, 2008) e boa aceitabilidade, sendo considerado um suplemento adequado para ovinos (ANDRIGUETTO, 1982). Bomfim et al. (2009) consideram o farelo de amendoim o coproduto do biodiesel de melhor composição centesimal para alimentação animal.

Bezerra et al. (2016) ao estudarem a utilização da torta de amendoim em substituição ao farelo de soja em até 100% na dieta de cordeiros, reportaram comportamento quadrático ($P < 0,05$) no teor de proteína da carne e aumento no teor de lipídios, as demais características químico-físicas da carne não foram alteradas ($P > 0,05$), com exceção do perfil de ácidos graxos, pois com a inclusão de torta de amendoim o ácido graxo palmitoleico aumentou ($P < 0,05$) e os mirísitico, miristoleico, araquídico tiveram comportamento quadrático.

Substituindo o farelo de soja pela torta de amendoim em até 100% na dieta de novilhos Nelore e a influência na qualidade da carne, Correia et al.

(2016) concluiu que, embora não tenham ocorrido alterações nas características físico-químicas, as dietas afetaram o perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus thoracis*, melhorando os níveis de ácidos graxos poliinsaturados e compostos nutracêuticos, como o ácido linoleico conjugado (CLA) e os ácidos graxos n-3 e n-6.

O farelo de amendoim precisa ser melhor estudado para se obter recomendação segura sobre o seu fornecimento para os animais, nota-se que o pouco conteúdo existente na literatura reporta-se à torta de amendoim, sendo inexistente trabalhos que estudem o uso do farelo de amendoim na alimentação de cordeiros em confinamento.

2.2. Glicerina na alimentação de ovinos

A produção brasileira de biodiesel vem crescendo, o que gera graves problemas no descarte dos resíduos industriais, sendo a utilização destes na alimentação animal uma alternativa para minimizar possíveis impactos ambientais e reduzir custos com a ração.

A glicerina é um coproduto da indústria do biodiesel constituída principalmente de glicerol, água e metanol, sendo classificada em glicerina de baixa pureza (50 a 79% de glicerol), de média pureza (80 a 98% de glicerol) e de alta pureza (acima de 99% de glicerol), sendo as de baixa e média pureza utilizadas na alimentação animal (SÜDEKUM, 2008). De acordo com o mesmo autor, glicerinhas de baixa e média pureza são compostas de 1,1 a 26,8% de água, 63,3 a 85,3% de glicerol e 26,7 a 0,04% de metanol, respectivamente.

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). A glicerina tem mostrado grande potencial na substituição completa ou parcial de alimentos energéticos, principalmente o milho (DONKIN, 2007).

O glicerol é o principal componente da glicerina, quando ingerido pelos ruminantes pode ser absorvido diretamente pelo epitélio ruminal (43%) ou no intestino delgado (13%), sendo o precursor da glicose em vias gliconeogênicas no fígado, pode ser fermentado a propionato no rúmen (44%) e, no fígado, por

intermédio ciclo do ácido cítrico, metabolizado a oxaloacetato, utilizado na produção de glicose via gliconeogênese (KREHBIEL, 2008). Quando utilizado na gliconeogênese, o glicerol pode fornecer esqueletos de carbono (MENTEN et al., 2009), que aumenta a disponibilidade de carbono para a síntese de ácidos graxos.

Na literatura é comum a observação do aumento dos ácidos graxos insaturados na carne dos ruminantes alimentados com glicerina em substituição ao milho (Lage et al, 2014; Carvalho et al. 2015; Favaro et al. 2016), este fato está relacionado ao glicerol poder reduzir a lipólise e a biohidrogenação ruminal, promovendo um maior fluxo de ácidos graxos insaturados a serem incorporados na carne (Edwards et al., 2012; Krueger et al., 2010), além do consumo de glicerina induzir o aumento da concentração de propionato, tendo como efeito secundário a produção de ácidos graxos de cadeia ímpar (Ingram et al., 1977).

Gomes et al. (2011), ao estudarem inclusões de 15 e 30% de glicerina (83,15% glicerol), às dietas de cordeiros, não verificaram diferenças nas características qualitativas da carne, excetuando-se a cor e a espessura de gordura de cobertura avaliadas subjetivamente, tendo a carne dos cordeiros que receberam 30% 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.

Lage et al. (2014) avaliaram os efeitos da inclusão de 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta (36,2% de glicerol e 46,5% de ácidos graxos) sobre a qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento e relataram que a inclusão de glicerina bruta na dieta promoveu efeito linear decrescente para os pesos de paleta, costela, lombo e perna dos animais; entretanto, não observaram alteração no rendimento dos cortes. No músculo *longissimus*, não observaram alteração no pH inicial e final, nas perdas por cocção e na força de cisalhamento, que apresentaram valores de: 6,58; 6,05; 19,15% e 4,44 kg, respectivamente. Foi relatado também que a inclusão de até 6% de glicerina melhorou a conversão alimentar e reduziu o custo do ganho da carcaça quando o preço do coproduto representou até 70% do preço do milho.

Ao avaliar os efeitos da inclusão de glicerina bruta (0; 2,65; 5,33; 8,06 e 10,84%) na matéria seca sobre as medidas morfométricas da carcaça e

qualidade da carne de ovinos Santa Inês x Dorper terminados em confinamento Barros et al. (2015a) não observaram influência sobre o rendimento da carcaça resfriada, acabamento e comprimento de carcaça, área de olho de lombo, textura, marmoreio e cor. Entretanto, a inclusão de glicerina influenciou de forma negativa a conformação da carcaça e a espessura de gordura de cobertura, que por sua vez reduziu.

Em relação ao perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com glicerina, observa-se que a mesma provoca mudanças neste parâmetro qualitativo. Carvalho et al. (2015), estudando níveis de inclusão de glicerina (83% de glicerol) em até 30% da matéria seca em dietas de baixo amido, observaram que os ácidos graxos de cadeia ímpar, oleico, palmitoleico, total de insaturados e ácidos graxos monoinsaturados aumentaram com a inclusão do coproduto, enquanto os ácidos graxos esteárico, palmítico, *trans* vacênico, saturados totais e índice de aterogenicidade reduziram.

No estudo desenvolvido por Avila-stagno et al. (2013), observou-se que a inclusão de glicerol em até 21% da matéria seca na dieta de cordeiros, promoveu redução linear nas concentrações de ácido palmítico e redução na relação n-6:n-3, já para concentrações de ácido esteárico foi reportado aumento linear, este comportamento é desejável, visto que o ácido palmítico tem sido considerado prejudicial para as concentrações séricas de colesterol em humanos. No mesmo estudo foi reportado aumento do ácido oleico que tem sido associado com lipoproteína de alta densidade (HDL), benéfica às concentrações plasmáticas de colesterol em humanos.

Barros et al. (2015b) avaliando a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus* de ovinos alimentados com dietas sem glicerina (43,9% de glicerol) e com níveis crescentes de 2,65; 5,33 e 8,06% do coproduto, observaram comportamento linear decrescente para o ácido graxo saturado palmítico (16:0) e efeito quadrático para o ácido graxo mirístico (14:0). Para o total dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) observou-se comportamento quadrático (1,85; 2,25; 1,93 e 2,95), bem como para os valores de ômega 6 (1,00; 1,13; 0,89 e 1,53). Observou-se efeito linear crescente para o ácido linoleico conjugado (CLA) e para razão AGPI/ ácidos graxos saturados. Os níveis crescentes de glicerina não influenciaram o total de ácidos graxos

saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados, ácidos da família ômega 3 e para razão n-6/n-3.

Os resultados de pesquisas com glicerina bruta na alimentação de cordeiros em confinamento ainda não permitem um consenso sobre a utilização desse coproduto, o que sugere novos estudos envolvendo maiores inclusões desta fonte alimentar na terminação desses animais. Para que a inclusão de glicerina na dieta de ruminantes seja possível deve-se atentar-se ao preço do coproduto no mercado e a estrutura de operação do confinamento.

2.3. Características qualitativas da carne de cordeiros

2.3.1. Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne e está relacionado com o acúmulo de ácido láctico oriundo da mudança *post-mortem*, e este acúmulo na carne possui importante influência na sua qualidade final, modificando, direta ou indiretamente, a cor e a aparência, o sabor e o aroma, a textura (maciez, suculência) e as propriedades funcionais, capacidade de retenção de água e capacidade emulsionante (RAMOS e GOMIDE, 2009).

A glicólise se desenvolve lentamente, com pH inicial em torno de 7,0, caindo para 6,4-6,8 após as 5 horas e para 5,5-5,8 após as 24 horas *post mortem* (WULF et al., 2011). Entretanto, se ocorrer deficiência nas reservas de glicogênio muscular, ocorrerá uma menor formação de lactato e o pH final permanecerá alto, fazendo com que todo o processo de transformação de músculo em carne seja prejudicado (SILVA et al., 2014b). Valores de pH acima de seis são característicos de animais estressados antes do abate (SILVA SOBRINHO et al., 2005).

A ausência de glicogênio no músculo, em consequência do estresse pré-abate, é responsável pelo aumento na intensidade do *off-flavour* ou aroma desagradável em carnes de ovinos, uma vez que o aumento no pH final pode favorecer a produção de compostos sulfurados, que são responsáveis pelos sabores e odores indesejáveis na carne ovina (COSTA et al. 2011).

Bezerra et al. (2016) e Correia et al. (2016) não reportaram alteração nos valores de pH da carne de ovinos e bovinos respectivamente, alimentados com

torta de amendoim em substituição ao farelo de soja em até 100%, os valores médios de pH foram de 5,73 e 5,19 respectivamente.

Ao incluir quatro níveis (7,5; 15,0; 22,5 e 30,0%) de glicerina (83% de glicerol) em substituição o milho na dieta de cordeiros, Carvalho et al. (2015) não observaram alteração nos valores do pH inicial e final da carne, sendo os valores médios de 6,5 e 5,8, respectivamente. Já Pellegrin et al. (2014) relataram comportamento linear crescente para os valores de pH da carne de cordeiros lactentes suplementados com glicerina em comedouro privativo (5,60; 5,67; 5,68 e 5,73). A glicerina utilizada possuía 85,8% de glicerol e foi adicionada em 10, 20 e 30%, em substituição ao milho, possuindo também um tratamento sem glicerina.

Todavia, San Vito et al. (2015) observaram comportamento linear decrescente (6,23; 6,21; 6,05; 6,03 e 5,92) para o pH da carne de bovinos suplementados a pasto, sendo a glicerina (80,34% de glicerol) adicionada ao suplemento nas proporções de 7, 14, 21 e 28% em substituição ao milho. Os autores justificaram o resultado afirmando que o aumento da produção de propionato e gliconeogênese, resultante de suplementação com glicerina pode aumentar os níveis das reservas de energia, como o glicogênio, e eventualmente ser o responsável pela diminuição do pH final da carcaça.

2.3.2. Cor da carne

A cor da carne é o fator de qualidade mais importante que o consumidor pode apreciar no momento da compra, constituindo o critério básico para sua seleção, a não ser que outros fatores, como o odor, sejam marcadamente deficientes (SILVA SOBRINHO et al., 2004). A cor da carne provoca no consumidor uma sensação complexa, resultante de uma série de fenômenos percebidos simultaneamente e que dependem da própria carne (tamanho, forma e constituição), da luz (intensidade e ângulo de incidência), e do observador (sistema visual, estímulos, experiência em situações de observação semelhantes ou relacionadas), de forma que, em sua percepção, estão envolvidos aspectos subjetivos e psicológicos (CEZAR e SOUSA, 2007).

Segundo Ramos e Gomide (2007), três fatores podem ser considerados como os principais responsáveis pela cor da carne, a sua estrutura física, a concentração e estado químico de pigmentos (mioglobina e hemoglobina),

variável com o tipo de músculo, e a espécie do animal. A estrutura física da carne diz respeito às suas habilidades em absorver e, ou dispersar a luz incidente. Os pigmentos da carne estão formados em sua maior parte por proteínas: a hemoglobina, que é o pigmento sanguíneo, e a mioglobina, pigmento muscular que constitui 80 a 90% do total. À medida que a concentração de mioglobina no tecido muscular cresce, a carne se torna mais escura, sendo influenciada por espécie, sexo, idade e atividade física do animal (RAMOS e GOMIDE, 2007).

A carne com predominância de fibras vermelhas possui maior concentração de mioglobina do que aquelas em que há predominância de fibras brancas, sendo essa diferença relacionada com o metabolismo respiratório (oxidativo) predominante nos músculos vermelhos, em que o armazenamento de oxigênio, realizado pela mioglobina, é consistente com a elevada proporção de enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo e a baixa quantidade de enzimas glicolíticas encontradas nessas fibras (RAMOS e GOMIDE, 2007). Fletcher (1999) observou valores de 2,5 mg/g de mioglobina para ovinos jovens e 4,6 mg/g para ovinos com três anos. De acordo com Warris (2003) são considerados normais intervalos de 30,03 a 49,47 para L*, 8,24 a 23,53 para a* e 3,38 a 11,10 para b*.

Estudando a inclusão da torta de amendoim em substituição ao farelo de soja, Bezerra et al. (2016) não observaram alteração na cor da carne de cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês, com valores médios de 40,38 para L*, 19,57 para a* e 8,49 para b*.

Rubio et al. (2016), estudando o efeito da temperatura de resfriamento *post mortem*, convencional (3 °C por 24 horas) e lento (12 °C por 7 horas mais 17 horas a 3 °C), e tempo de armazenamento (0, 4, 7, 13 e 18 dias) sobre a qualidade da carne de cordeiros lactentes da raça Churra, não observaram efeito da temperatura de resfriamento nem o tempo de armazenamento sobre a cor.

2.3.3. Capacidade de retenção de água (CRA)

A CRA pode ser definida como a aptidão da carne para reter total ou parcialmente a própria água ou, eventualmente, a adicionada durante seu processamento. Portanto, trata-se da capacidade de manter o conteúdo

aquoso mesmo durante a aplicação de forças externas, como a compressão, o impacto, o cisalhamento ou ainda, ao longo de um determinado processo como o congelamento e o cozimento (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A CRA é considerada um índice importante de qualidade, pois a quantidade de água existente na carne pode afetar seu valor comercial, além de estar relacionada diretamente com as propriedades sensoriais de suculência, textura e sabor da carne (SILVA, 2004). A menor capacidade de retenção de água da carne implica em perdas do valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (MONTE et. al, 2012). Características de maciez como firmeza e sensações tácteis estão intimamente relacionadas com a capacidade de retenção de água, pH, grau de gordura de cobertura e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular (PARDI et al., 2001).

A baixa CRA provoca gotejamento excessivo da carne durante o armazenamento, transporte e comercialização, acarretando perdas para indústria do ponto de vista econômico. Esse excesso de gotejamento indica o predomínio do metabolismo aeróbico e um excessivo encurtamento de sarcômero, provenientes de fenômenos de encolhimento muscular pelo frio ou rigor de descongelamento que ocorrem quando se refrigeram carnes antes do desenvolvimento do *rigor mortis* ou, ainda, quando se descongela uma carne que foi congelada pré-rigor (RAMOS e GOMIDE, 2007).

Leão et al. (2012) avaliaram as características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros Ile de France alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de milho em duas relações volumoso:concentrado (60:40 e 40:60), não observaram influência dos tratamentos na CRA, cujos valores foram 58,94; 57,82; 58,34 e 58,42% respectivamente. Ainda no mesmo estudo, os autores não observaram influência do tipo de músculo (*longissimus lumborum* e *triceps brachii*) na característica em questão, observando valores de 59,04 e 57,72%, respectivamente.

2.3.4. Perda de peso por cocção (PPC)

A cocção dos alimentos proporciona trocas físicas, químicas e estruturais de seus componentes pelo efeito do calor, sendo as formas de transferência de calor, a temperatura, a duração do processo, e o meio de cocção. Esses

fatores são responsáveis pelas alterações químicas e físicas que podem modificar a composição química e o valor nutricional da carne (MONTE et al. 2012). Segundo Pinheiro et al. (2008), o processo de cocção da carne altera os teores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca devido à perda de nutrientes e água durante o processo.

A PPC corresponde às perdas que ocorrem durante o processo de preparo da carne para consumo, sendo calculadas por meio da diferença entre peso inicial e final das amostras. Segundo Bonagurio et al. (2003) a PPC é uma importante característica de qualidade associada ao rendimento da carne no momento do consumo, podendo ser afetada pela capacidade de retenção de água e influenciando as características de qualidade, cor, força de cisalhamento e suculência da carne.

Leão et al. (2012) observaram 34,18% de PPC na carne de cordeiros Ile de France alimentados com cana-de-açúcar e 33,89% naqueles alimentados com silagem de milho. Ao avaliarem as características da carne de ovelhas de descarte mantidas em pasto sem suplementação e suplementadas com 0,7; 1,4 e 2,1% de concentrado em relação ao peso corporal, Silva et al. (2014a) observaram que a ingestão de concentrado diminuiu ($P < 0,05$) as PPC, que foram de 19,37; 18,96; 13,26 e 14,65%, respectivamente.

2.3.5. Maciez da carne

A maciez é um dos atributos mais importantes na aceitação e satisfação do consumidor de carnes, além de ser fator decisivo para a aquisição desses alimentos, o consumidor consegue discernir entre diferentes categorias de maciez e inclusive está disposto a pagar mais pela aquisição de carnes macias (BOLEMAN et al., 1997).

Ramos e Gomide (2007) ressaltaram que devido à complexidade dos músculos e tecidos associados, a maciez é influenciada por uma série de fatores, sendo função do tamanho do feixe de fibras musculares e do tecido conectivo (perimísio) que o envolve. Heinemann e Pinto (2003) descreveram que a maciez da carne está diretamente associada à concentração de cálcio, que favorece algumas reações químicas, como por exemplo, a proteólise.

O tecido adiposo também influi diretamente na maciez da carne, a partir do aumento da gordura intramuscular, que oferece sensação de suculência e

estimula o fluxo salivar durante a mastigação. Por sua vez, diminui o músculo por unidade de volume, pois substitui proteínas por lipídeos, tornando a carne mais tenra durante a mastigação e as membranas do tecido conjuntivo mais finas e frágeis, prevenindo a perda de água e o endurecimento por cozimento inadequado (SILVA SOBRINHO et al., 2008). Sañudo et al. (1998) apontaram como fatores intrínsecos que influenciam a maciez da carne o tipo de músculo, a espécie, a raça e a idade do animal, e como fatores extrínsecos, além de outros a maturação e a utilização de cloreto de cálcio

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo, utilizando painel sensorial, ou por meio objetivo, em que se utiliza um texturômetro que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne, expressa em kgf, kgf/cm², kgf/g ou Newton, quanto maior for a força menos macia será a carne. De acordo com Cezar e Sousa (2007), a carne ovina pode ser classificada como macia quando apresentar FC abaixo de 22,26 N, de maciez mediana com FC de 22,26 a 35,60 N; duras se apresentarem FC maior do que 35,60 N e se for superior a 53,35 N é classificada como extremamente dura.

Gonçalves et al. (2004), estudando os efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina, observaram que o sexo do animal influenciou a maciez da carne. Através de análises instrumentais e sensoriais concluíram que os machos castrados e as fêmeas foram os que apresentaram melhor textura em relação à carne do macho não castrado.

2.3.6. Características sensoriais

O consumidor cada vez mais vem dando atenção especial ao sabor e aroma das carnes, especialmente a ovina, tanto em relação à sua estabilidade quanto à ausência de odores estranhos. Entretanto, o *flavour* da carne ainda não está totalmente compreendido, e é considerado um sistema de grande complexidade no qual, diversos fatores, isolados ou em associação, influenciam a formação de compostos voláteis, que por sua vez são responsáveis pelas características de sabor e aroma (COSTA et al., 2011).

A aceitação sensorial é uma ferramenta utilizada na tecnologia de alimentos que serve para medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos da forma que são percebidas pelos órgãos

da visão, odor, gosto, tato e audição. Segundo Sañudo e Campo (2008), a aceitação sensorial pode ser realizada através de painel treinado (valorização objetiva) ou painel de consumidores (valorização hedônica).

Um dos métodos de aceitação sensorial mais empregado é o descrito por Meilgaard et al. (1991), que consiste no oferecimento do alimento a cada provador em cabines individuais, com luz vermelha para evitar possíveis influências na aparência das amostras, as quais devem ser servidas em recipientes plásticos codificados com três dígitos aleatórios e posteriormente iniciar a degustação, por consumidores (não-treinados).

Para tanto utiliza-se escala hedônica de 9 pontos, considerando os atributos aparência, sabor (sensação de gosto e odor liberados pela amostra durante a mastigação), maciez (percepção da força necessária para obter o cisalhamento da amostra durante a mordida) e aceitação global, atribuindo-se as seguintes notas: 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.

Monte et al. (2007) afirmaram que a maior presença de ácidos graxos insaturados na carne proporcionou a elevação de sabores indesejáveis, que por sua vez tendem à rápida oxidação, reduzindo o tempo de vida útil, além de favorecer o aparecimento de compostos de sabores desagradáveis pela presença da gordura.

Os mesmos autores afirmaram que ácidos graxos poliinsaturados são depositados preferencialmente nos fosfolípidios, os quais apresentam características que influenciam no desenvolvimento do sabor da carne, através da oxidação durante o processamento e cozimento, atribuindo sabores desejáveis quando em quantidades adequadas, e indesejáveis se presentes em grandes concentrações, resultando no *off-flavour*. Em contrapartida a maior presença de ácidos graxos poliinsaturados pode ser indicativo de carne mais saudável.

2.4. Características nutricionais da carne de cordeiros

2.4.1. Composição centesimal

De acordo com 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). Estes valores podem oscilar em função de fatores como raça, sexo, peso ao abate, ambiente, dieta e estado de acabamento do animal, resultando em variações das porcentagens de proteína, água e gordura.

A água, do ponto de vista quantitativo, é o constituinte mais importante da carne, sendo essa concentração constante de um músculo para outro no mesmo animal e, mesmo entre espécies, exercendo influência na qualidade da carne, tanto na suculência, como na textura, sabor e cor (Lawrie, 2005). De acordo com Nieto et al. (2003), o teor de proteína na carne dos ovinos jovens diminui com o aumento da idade, enquanto a quantidade de gordura aumenta.

Ao estudarem a inclusão de resíduo úmido de cervejaria e a influência na composição centesimal da carne de cordeiros, Carvalho e Brochier (2008), utilizando dietas sem e com 25, 50, 75 e 100% de substituição do concentrado pelo resíduo úmido de cervejaria, observaram variação linear decrescente para matéria seca e variação linear crescente para umidade. Os autores justificaram esse resultado pelo aumento da proporção de músculo e redução numérica da gordura. Os teores de proteína, extrato etéreo e cinzas, não diferiram ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

2.4.2. Perfil de ácidos graxos

Além das características sensoriais da carne, atualmente os consumidores têm dado atenção aos conteúdos de gordura dos produtos de origem animal. De acordo com Fozooni e Zamiri (2007), há a preocupação de reduzir os teores de gordura na dieta humana e, por este motivo, muitos países estão exigindo menores teores de gordura em cortes cárneos, principalmente por razões relacionadas à saúde humana e qualidade de vida.

Segundo Carvalho e Brochier (2008), os profissionais da saúde recomendam dietas com baixas calorias e de baixo teor de gorduras saturadas, sendo de grande importância avaliar as composições tecidual e a centesimal da carne ovina, permitindo identificar alimentos com características nutracêuticas e atender aos dos consumidores ávidos por tais produtos.

A carne dos ruminantes, quando comparada à dos monogástricos, possui maior concentração de ácidos graxos saturados e menor relação poliinsaturados:saturados, resultado do processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados pela ação de microrganismos ruminais (French et al., 2000).

Muitos fatores podem afetar o processo de biohidrogenação e a composição dos ácidos graxos depositados na carne, bem como seu teor de colesterol (LEÃO et al., 2011), como o sistema de alimentação, a composição das dietas, a relação volumoso:concentrado e o tipo de volumoso utilizado (DEMIREL et al., 2006; NUERNBERG et al., 2008)

A avaliação da qualidade nutricional da fração lipídica da carne, a partir do perfil de ácidos graxos, pode ser estudada por meio dos índices da atividade das dessaturases e elongase (MALAU-ADULI et al., 1997; PITCHFORD et al., 2002), aterogenicidade e trombogenicidade (ULBRICHT e SOUTHGATE, 1991). A enzima Δ^9 dessaturase tem atividade sobre o ácido vacênico, proveniente da ação da microbiota ruminal sobre os ácidos graxos insaturados da dieta, especialmente o linoleico e o linolênico, que são responsáveis por aproximadamente 78% do Ácido Linoleico Conjugado (CLA, na sigla em inglês) presente na carne (CORL et al., 2001).

A enzima elongase participa na formação dos ácidos graxos poliinsaturados, n-3 e n-6, resultando em uma competição metabólica entre os dois grupos. O ácido linoleico (C18:2, n-6) pode ser metabolizado em outros ácidos graxos n-6, incluindo os ácidos linolênico e araquidônico. O ácido alfa-linolênico (C18:3, n-3) pode ser metabolicamente convertido nos ácidos docosahexaenoico (C22:6, n-3) e eicosapentaenoico (C20:5, n-3), sendo esse processo mediado também pela enzima dessaturase (SARGENTE, 1997).

No índice de aterogenicidade, os ácidos graxos saturados láurico, mirístico e palmítico são considerados os responsáveis pelo efeito hipercolesterolêmico e desenvolvimento de doenças cardiovasculares, pois estes isômeros têm menor ação sobre a atividade dos receptores hepáticos para LDL, aumentando assim sua fração circulante no plasma (DIETSCHY, 1998). Segundo Leão et al. (2011), os ácidos graxos mais encontrados na carne ovina são os saturados mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados palmitoleico (C16:1 n-7) e oleico (C18:1 n-9) e os

poliinsaturados linoleico (C18:2 n-6), linolênico (C18:3 n-3) e araquidônico (C20:4 n-6).

O índice de trombogenicidade relaciona determinados ácidos graxos saturados (pró-trombogênicos) com ácidos mono e poli-insaturados (anti-trombogênicos) presentes na gordura dos alimentos, indicado a probabilidade em predispor os consumidores a doenças cardiovasculares (GARAFFO et al., 2011).

2.5. Maturação da carne

A maturação tem como finalidade proporcionar maior maciez à carne. Este processo é resultante da proteólise muscular *post mortem* que se inicia na fase de *rigor mortis* e coincide com o fim das reservas de energia do músculo e acúmulo de ácido láctico (GRUBER et al., 2006). Durante a maturação, ocorre a degradação das proteínas miofibrilares, em especial as citoesqueléticas, sendo que, à medida que essas proteínas são degradadas, a estrutura muscular muda, e ocorre o afrouxamento ou degradação da linha Z e o rompimento das junções entre a banda I e a linha Z, entre o sarcolema e a linha Z e entre o sarcolema e a linha M (GOMIDE et al., 2013). De acordo com os mesmos autores essas mudanças acarretam o afrouxamento da estrutura muscular, refletindo na queda da tensão isométrica e, conseqüentemente, no aumento da maciez da carne.

Segundo Gruber et al. (2006), quando o *rigor mortis* é estabelecido, há liberação de enzimas, acúmulo de cálcio no espaço sarcoplasmático e ativação das enzimas cálcio dependentes, as calpaínas. Os sistemas proteolíticos que induzem às mudanças observadas no *post mortem* são: as catepsinas lisossômicas, que degradam actina e miosina; o complexo de proteases multicatalíticas, que degrada frações da molécula de miosina e troponina C; e as calpaínas, que são as proteases cálcio dependentes presentes no citosol de todas as células de mamíferos (LUCIANO et al., 2007).

Ao estudarem o efeito da maturação durante 14 dias nos músculos *biceps femoris*, *longissimus lumborum* e *triceps brachii*, proveniente de cordeiros Morada Nova abatidos aos 25 kg de peso corporal, Zeola et al. (2007) verificaram que as carnes não maturadas tiveram maior força de cisalhamento para os músculos *biceps femoris* (2,76 kgf/cm²) e *longissimus lumborum* (3,03

kgf/cm²) em relação às aquelas maturadas (1,76 e 1,89 kgf/cm², respectivamente), entretanto, no músculo *Triceps brachii* não houve diferença (1,63 kgf/cm²).

2.5.1. Microbiologia da carne maturada

Os microrganismos presentes na carne podem estar associados a determinados tipos de enfermidades transmitidas aos consumidores. A quantificação e qualificação da população microbiana na carne são indicativos das condições higiênicas relacionadas à produção, armazenamento, transporte e manuseio do produto.

De acordo com Alcantara et al. (2012) a carne é um excelente meio de cultura para os microrganismos, pois apresenta fatores intrínsecos e extrínsecos que favorecem o crescimento microbiano, dentre os quais a alta atividade de água, pH favorável para a maioria dos microrganismos e ainda possui elevado teor de nutrientes (fonte de nitrogênio, fonte de carbono, vitaminas e sais minerais) que servem de substrato para o desenvolvimento microbiano. Segundo Franco e Landgraf (2008) além de fatores favoráveis à proliferação microbiana a carne não possui constituintes antimicrobianos.

Fernandes et al. (2012) estudando a estabilidade microbiológica da carne ovina embalada a vácuo e estocada sob refrigeração, observaram aumento elevado das contagens de microrganismos psicrotróficos anaeróbios, atingindo valores da ordem de 10⁷ UFC g⁻¹ aos 14 dias de armazenamento. Já Constantino et al. (2012), ao estudarem a influência da maturação na qualidade da carne de ovelhas, observaram aumento linear com o tempo de maturação na contagem de mesófilos e psicrotróficos.

3. Referências

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA-FILHO, A. Nutrição animal. 1.ed. São Paulo: Nobel, 1982. 395p.

ALCANTARA, M.; MORAIS, I. C. L.; SOUZA, C. M. O. C. C. Principais Microrganismos envolvidos na deterioração das características sensoriais de derivados cárneos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2012.

ALMEIDA, M. T. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; PASCHOALOTO, J. R.; PEREZ, H. L.; CARVALHO, V. B.; CASTRO FILHO, E. S.; VAN CLEEF, ERIC, H. C. B.

Effects of high concentrations of crude glycerin in diets for feedlot lambs: feeding behaviour, growth performance, carcass and non-carcass traits. **Animal Production Science**.

ARAÚJO, W. A. G.; SOBREIRA, G. F. Farelo de amendoim na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n 2, p. 546-557, mar./abr. 2008.

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, 2013.

BARROS, M. C. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; GUIMARÃES, G. S.; SILVA, L. L.; ARAÚJO, F. L. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas da carcaça e características da carne. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 453- 466, jan./fev. 2015a.

BARROS, M. C. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; COSTA, L. T.; GUIMARÃES, G. S.; SILVA, L. L.; GUSMÃO, J. J. N. Viabilidade econômica do uso da glicerina bruta em dietas para cordeiros terminados em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.1, p.443-452, jan/fev. 2015b.

BEZERRA, L. S.; BARBOSA, A. M.; CARVALHO, G. G. P.; SIMIONATO, J. I.; FREITAS, J. E.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; CARVALHO, B. M. A. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science**. 2016.

BOLEMAN, S.J.; BOLEMANL, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1521-1524, 1997.

BOMFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v.3, n.4, p.15-26. 2009.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: Acesso em: 15 jul. 2015.

CARVALHO, S. e BROCHIER, M. A. Composição tecidual e centesimal e teor de colesterol da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas

contendo níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria. **Ciência Rural**, v.38, n.7, out, 2008.

CARVALHO, V. B., LEITE, R. F., ALMEIDA, M. T. C., PASCHOALOTO, J. R., CARVALHO, E. B., LANNA, D. P. D., EZEQUIEL, J. M. B. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. **Meat science**, 110, 285-292. 2015.

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

CONSTANTINO, C. RIBEIRO, E. L. A.; BRIDI, A. M. et al. Quality of aged ewe meat in vacuum-packaging system for different storage periods. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3437-3446, 2012.

CORREIA, B. R.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, R. L.; PIRES, A. J. V.; RIBEIRO, O. L.; SILVA, R. R.; Leão, A. G. Simionato, J. I.; CARVALHO, B. M. A. Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. **Meat science**, 118, 157-163. 2016.

CORL, B.A. BAUMGARD, L.H. DWYER, D.A. GRIINARI, J.M. PHILLIPS, B.S. BAUMAN, D.E. The role of Δ^9 -desaturase in the production of *cis*-9,*trans*-11 CLA. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, p. 622–630, 2001.

COSTA, R. G.; SILVA, N. V.; MEDEIROS, G. R.; BATISTA, A. S. M. Características Sensoriais da Carne Ovina: Sabor e Aroma. **Revista Científica de Produção Animal**, 2011.

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

DIETSCHY, J. M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. *Journal of Nutrition*, v. 28, p 444s – 448S, 1998

DONKIN, S. S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRI - STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2007, Ft. Wayne. **Proceedings...** Ft. Wayne: The Ohio State University, Michigan State University, p. 97-103. 2007.

EDWARDS, H. D., ANDERSON, R. C., MILLER, R. K., TAYLOR, T. M., HARDIN, M. D., SMITH; KRUEGER, N. A.; NISBET, D. J. Glycerol inhibition of ruminal lipolysis in vitro. **Journal of Dairy Science**, 95(9), 5176–5181. 2012.

FAVARO, V. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; ALMEIDA, M. T. C.; D'AUREA, A. P.; PASCHOALOTO, J. R., VAN CLEEF, E. H. C. B.; CARVALHO, V. B.; JUNQUEIRA, N. B. Carcass traits and meat quality of Nellore cattle fed different non-fiber carbohydrates sources associated with crude glycerin. **Animal**. 10(08), 1402-1408. 2016.

FERNANDES, R. P. P.; FREIRE, A. M. T.; GUERRA, C. C.; CARRER, C. C.; DE CARVALHO BALIEIRO, J. C. C.; TRINDADE, M. A. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. **Ciência Rural**, 42(4). 2012.

FLETCHER, D.L. Poultry meat colour. In: RICHARDSON, R.I., MEAD, G.C. (Eds.). **Poultry meat science**. (Poultry Science Symposium Series, v. 25) Englad: CABI Publishing, p. 159-175, 1999.

FOZOONI, R.; ZAMIRI, M.J. Relationships between chemical composition of meat from carcass cuts and the whole carcass in Iranian fattailed sheep as affected by breed and feeding level. **Iranian Journal of Veterinarian Research**. v.8, p.304-312, 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 93-98 p. 2008.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of animal science**, 78(11), 2849-2855. 2000.

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. D., MATAVELI, M., MACEDO, F. D. A. F. D., 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**, 40(10), 2211-2219, 2011.

GONÇALVES, L. A.; ZAPATA, J. F.; RODRIGUES, M. C. P.; BORGES, A. S. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24(3), 459-467. 2004.

GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P.; LAKE, S. L. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Science** 88(5), 1771–1776. 2010.

GRUBER, S. L.; TATUM, J. D.; SCANGA, J. A.; CHAPMAN, P. L.; SMITH, G. C.; BELK, K. E. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 3387-3396, 2006.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.1-6, 2003.

INGRAM, L. O.; CHEVALIER, L. S.; GABBAY, E. J.; LEY, K. D.; WINTERS, K. Propionate induced synthesis of odd-chain-length fatty acids by *Escherichia coli*. **Journal of Bacteriology**, 131(3), 1023–1025. 1977.

KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. *Journal of Animal Science*, 86 (E-Suppl.2), 392, 2008.

KRUEGER, N. A.; ANDERSON, R. C.; TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; EDRINGTON, T. S.; NISBET, D. J. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes *in vitro*. **Bioresource Technology**, 101(21), 8469–8472. 2010.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; LIMA, J. C. M. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat science*, 96(1), 108-113. 2014.

LAWRIE, R.A. Ciência da carne. Trad. JANE MARIA RUBENSAM – 6.ed. – Porto Alegre:Artmed. p.384. 2005.

LEÃO, A. G.; SOBRINHO, A. G. D. S.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. B. A. D.; 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**, 1072-1079. 2011.

LEÃO, G. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. B. A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R. C.; PEREZ, H. L. Características físico-químicas e sensoriais 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. 41, n. 5, p. 1253-1262, 2012.

LUCIANO, G.; MONAHAN, F.J.; VASTA, V. PENNISIB, P.; BELLAB, M.; PRIOLOB, A. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. **Meat Science**, v.82, p.193-199, 2009.

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.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T., **Sensory Evaluation Techniques** (2nd Edition). CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 354, 1991.

MENTEN, J. F. MIYADA¹ V. S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. ESALQ/USP – Piracicaba, SP 2009.

MONTE, A.L.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; GARRUTI, D.S. et al. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.233-238, 2007.

MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Revista ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p11-17, 2012.

NETO, S. G.; OLIVEIRA, R. L.; LIMA, F. H. S.; MEDEIROS, A. N.; BEZERRA, L. R.; VIÉGAS, J.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. J.; FREITAS NETO, M. D. Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical animal health and production**, 47(1), 191-200. 2015.

NIETO, A. A. M. L. M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento, com dietas contendo diferentes níveis protéicos¹. **Ciência Rural**, 33(3). 2003.

NUERNBERG, K.; FISCHER, A.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; DANNENBERGER, D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. **Small Ruminant Research**, 74(1), 279-283. 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. Características sensoriais da carne. In: (Ed.). **Tecnologia de alimentos**. 2. vol. Artmed: Porto Alegre, 2005. 145-170.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2.ed. Goiânia: UFG, 623p. 2001.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; NALÉRIO, É. S.; WOMMER, T. P.; OLIVEIRA MELLO, R.; PELEGRINI, L. F. V. Qualidade da carne de cordeiros lactentes suplementados com teores de glicerina bruta em comedouro privativo. **Semina: Ciências Agrárias**, 35(5), 2685-2696. 2014.

PINHEIRO, R. S. B; JORGE, A. M; FRANCISCO, C. L; et al. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.28, supl, p.154-157, 2008.

PITCHFORD, W.S. et al. Genetic variation in fatness and acid composition of crossbred cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2825-2832, 2002.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5.ed. Viçosa, MG: UFV, . 599p. 2009.
RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. UFV, 2007.

RUBIO, B., VIEIRA, C., MARTÍNEZ, B. Effect of post mortem temperatures and modified atmospheres packaging on shelf life of suckling lamb meat. **LWT-Food Science and Technology**, 69, 563-569. 2016.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A. E.; ALFONSO, M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, 49(1): 29-64. 1998.

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, p.207-235. 2008.

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**, 100, 17-23. 2015.

SARGENT, J. R. Fish oils and human diet. **British Journal of Nutrition.**, v. 78, n, 1, p.S5 – S13, 1997.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, R. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. G.; PELLEGRINI, C. B.; SILVA TRAJANO, J.; ROCHA, T. C.; BEZERRA, L. R; BORJA, M. S. Ingestive behavior and physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel. **Tropical animal health and production**, 48(1), 59-66. 2016.

SILVA, F. V. ; CARVALHO, Z. G.; SÁ, H. C. M.; OLIVEIRA, L. L. S.; ALVES, D. D.; SILVA,V. L.; SOARES, F. D.S.; SANTOS, C. C. R. Ganho em peso, características de carcaça e carne de ovelhas terminadas em pasto com teores diferentes de suplementação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.15, n.1, p.206-220, 2014a.

SILVA, M. L. **Efeito de dois métodos de cocção - água e vapor – nos parâmetros de qualidade do músculo semitendinosus**. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SILVA, M. T.; WENSING, L. A.; BRUM, P. C.; CAMARA, N. O.; MIYABARA, E. H. Impaired structural and functional regeneration of skeletal muscles from β 2-adrenoceptor knockout mice. **Acta Physiologica**, 211(4), 617-633. 2014b.

SILVA, N.V.; SILVA, J.H.V.; COELHO, M.S.; OLIVEIRA, E.R.A.; ARAÚJO, J.A.; AMÂNCIO, A.L.L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.103-110, 2008.

SILVA SOBRINHO, A. G., ZEOLA, N. M. B. L., DE SOUZA, H. B. A., & DE LIMA, T. M. A. Qualidade da carne ovina submetida ao processo de salga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24(3), 369-372. 2004.

SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.34, n.3, pp. 1070-1078. 2005.

SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de carne ovina**. 1. ed. Jaboticabal, SP: Ed. Funep. 228p. 2008.

SÜDEKUM, K. H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P.C.; Wiseman, J. (Ed.). Recent advances in animal nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, p. 210-219. 2008.

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.

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

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 239p. 2006.

WARRIS, P. D.. Ciencia de la carne. Zaragoza: Ed. Acribia, p.309. 2003.

WULF, D.M. et al. Relationships among glycolytic potencial, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1895-1903, 2011.

ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BARBOSA, J. C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 1058-1066. 2007.

CAPÍTULO 2 - QUALIDADE DAS CARNES FRESCA E MATURADA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FARELO DE AMENDOIM E GLICERINA

RESUMO – Avaliou-se as características microbiológicas e físico-químicas dos músculos *semimembranosus* frescos e maturados, de cordeiros alimentados com farelo de amendoim e glicerina em substituição ao farelo de soja e ao milho. Foram utilizados 40 cordeiros Ile de France machos não castrados, com aproximadamente 45 dias de idade e $17,15 \pm 1,56$ kg de peso corporal. Os tratamentos envolveram músculos de cordeiros alimentados com quatro dietas; C: dieta controle; FA: dieta com 20% de farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja; G: dieta com 25% de glicerina em substituição ao milho e FAG: dieta com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina; e músculos frescos e maturados por 14 dias a 4°C. A relação volumoso:concentrado foi de 40:60, e a silagem de milho utilizada como volumoso. As dietas possuíam valores semelhantes de proteína bruta e energia metabolizável (17,47 % e 2,72 mcal kg/MS). Adotou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 (quatro dietas e carne fresca e maturada). As dietas e a maturação não favoreceram o desenvolvimento de microrganismos na carne. Houve interação entre dietas e maturação para pH, cor, perda de peso na cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A carne fresca dos animais alimentados com a dieta G foi mais clara e com a dieta FAG mais escura (luminosidade de 38,45 e 39,40 respectivamente). A maturação elevou a luminosidade (37,63 para 40,87), intensidade de vermelho (15,12 para 15,93), intensidade de amarelo (2,48 para 3,42) e PPC (23,84 para 32,59%). Reduziu o pH (5,66 para 5,45), CRA (61,85 para 58,87%) e FC (22,60 para 16,95 N). Os coprodutos do biodiesel e do amendoim podem ser utilizados em substituição ao milho e ao farelo de soja na dieta de cordeiros, sem comprometer de forma negativa a qualidade da carne.

Palavras-chave: biodiesel, coprodutos, maturação, microbiologia da carne, qualidade de carne

1. Introdução

Devido aos custos elevados com alimentação de cordeiros terminados em confinamento, que pode chegar até 70% (Paim et al., 2011), buscam-se fontes de alimentos alternativos que venham a minimizar esses custos, principalmente potenciais substitutos ao farelo de soja e o milho, alimentos de preço elevado que são constituintes majoritários do concentrado.

Os coprodutos vêm se destacando como alternativa alimentar para animais ruminantes, sendo o farelo de amendoim fonte de proteína (Aletor e Ojelabi, 2007; Ezequiel et al., 2011), um possível substituto ao tradicional farelo de soja (Silva et al., 2015) e a glicerina com propriedades nutricionais energéticas um potencial substituto ao milho (Favaro et al., 2016).

O uso destes coprodutos pode ser um aliado à produção de carne, pois além de serem fontes mais baratas aos alimentos tradicionais, ainda podem representar um destino ambientalmente correto para os resíduos da agroindústria e da indústria do biodiesel, que vem crescendo anualmente com os estímulos governamentais para produção deste combustível. O farelo de amendoim é um coproduto oriundo da extração do óleo e a glicerina da produção do biodiesel, representando 10% de todo biodiesel produzido (Dasari et al., 2005; Johnson e Taconi 2007).

O consumo de carnes resfriadas embaladas a vácuo é uma realidade crescente no cenário nacional, principalmente no tocante às carnes nobres como a ovina. A permanência da carne em embalagens a vácuo em temperatura acima do ponto de congelamento propicia o processo de maturação, que pode resultar no aumento na maciez e melhoria no sabor (Bawcom et al. 1995). Apesar do processo de maturação trazer benefícios organolépticos à carne, estudos que caracterizam os microrganismos patógenos, presentes neste produto durante o armazenamento, ainda são poucos.

Os estudos que utilizam substituições de alimentos para ruminantes focam os ingredientes tradicionais, milho e soja, sendo escassos estudos com substituição simultânea destes. Desta forma, esta pesquisa objetivou avaliar a estabilidade microbiológica da carne, bem como a qualidade da carne fresca e maturada de cordeiros Ile de France, alimentados com farelo de amendoim e glicerina em substituição exclusiva e simultânea ao farelo de soja e milho.

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 022014/13.

O experimento foi desenvolvido na cidade de Jaboticabal - SP, Brasil, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de longitude Oeste, com altitude de 595 m. Foram utilizados 40 cordeiros Ile de France machos não castrados, com $17,15 \pm 1,56$ kg de peso corporal inicial. Esses animais foram recriados em regime de semiextensivo em pasto de Tifton (*Cynodon spp.* cultivar Tifton-85), com fornecimento *ad libitum* de concentrado (15,35% de proteína bruta e 2,85 Mcal de energia metabolizável kg⁻¹ na matéria seca) em *creepfeeders*.

Os cordeiros foram desaleitados com aproximadamente 60 dias de idade, quando foram identificados, desverminados, vacinados contra clostridioses e suplementados com ferro e vitaminas A, D e E, seguindo o protocolo da localidade. Em seguida foram alojados em baias individuais, de aproximadamente 1,0 m², com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro individuais e instaladas em galpão coberto.

Os cordeiros foram distribuído aleatoriamente nos tratamentos de acordo com as dietas C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina e FAG: concentrado com 10% de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as porcentagens de inclusão na matéria seca (Tabela 1). As dietas continham teores semelhantes de proteína (17,47%) e energia (2,72 Mcal de energia metabolizável kg⁻¹ na matéria seca), estas foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 300 g/dia. Adotou-se a relação volumoso concentrado de 40:60, sendo a silagem de milho o volumoso.

Para determinação da composição química das dietas, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 55 °C por 72 horas. Após a secagem, estas foram moídas em moinho de faca (Wiley, AH Thomas, Philadelphia, PA), com peneira de crivo de 1 mm e analisadas para determinação dos teores de matéria seca (AOAC, 1995; método 930.15), matéria mineral (AOAC, 1990; método 981.10) e extrato etéreo (AOAC, 1990; método 930.15). As fibras em detergente neutro e ácido foram determinadas segundo metodologia proposta por Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando um ANKOM 2000 analisados de fibra (ANKOM Technologies, Macedon, NY), com adição de alfa-amilase termo estável na fibra em detergente neutro.

A matéria orgânica foi obtida por diferença (100 – matéria mineral) e a energia metabolizável (EM) calculada a partir da energia digestível (ED) de acordo com o NRC (2007), segundo a equação ($EM = ED \times 0,82$). Para a obtenção da ED foi determinada a energia bruta (EB) pela combustão das amostras em bomba calorimétrica adiabática PARR Instruments. Os valores obtidos foram inseridos na equação, $ED = EB - (EB \times 20\%)$. Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela equação: $CHOT = 100 - (\% \text{ proteína bruta} + \% \text{ extrato etéreo} + \% \text{ matéria mineral})$. A glicerina (83,9% de

glicerol; 12,1% de água; 3,79% de sais minerais e 0,28% de extrato etéreo), proveniente da empresa Cargil Agrícola S. A., Três Lagoas, MS, foi pesa e misturada ao concentrado no momento do fornecimento das dietas aos cordeiros. O farelo de amendoim, obtido junto à empresa Sementes Esperança, Jaboticabal, SP foi misturado previamente ao concentrado. A alimentação foi fornecida às sete e 17 horas, de forma a permitir no mínimo 10% de sobras em função do consumo do dia anterior.

Assim que os animais atingiam $32 \pm 0,662$ era realizado jejum de sólidos por 16 horas para então serem encaminhados para o abate humanitário, que ocorria 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. 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.

24 horas após o abate, as carcaças foram divididas longitudinalmente e os músculos *semimembranosus* retirados das meias carcaças, sendo os provenientes do lado esquerdo, submetidos às análises microbiológicas (coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* colagulase positiva e *Salmonella spp.* e a avaliações de pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso a cocção (PPC), força de cisalhamento (FC), enquanto os provenientes do lado direito foram embalados à vácuo e maturados em incubadora B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) durante 14 dias à temperatura de 4°C, após este período foram submetidos às mesmas análises realizadas nos músculos *semimembranosus* esquerdos.

As análises microbiológicas foram feitas conforme metodologia recomendada pela Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nº 12, de 17 de setembro de 2001 e descrita por (Vanderzant e Splittstoesser, 1992).

Para a contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positiva, pesou-se assepticamente 25g de cada amostra, que posteriormente foram triturados e diluídos em 225 ml de solução de água peptonada 0,1%. A alíquota obtida correspondeu à diluição 10^{-1} , a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10^{-3} .

A identificação de coliformes foi realizada pela técnica dos tubos múltiplos em triplicata das diluições decimais de 10^{-2} a 10^{-3} . A prova presuntiva foi realizada em tubos contendo caldo lactosado com tubos de Duran invertidos e incubados a 37 °C por 48 horas. As provas confirmatórias foram realizadas em caldo EC (*Escherichia coli*) e caldo verde brilhante. Os tubos contendo o caldo EC foram incubados a 45,5 °C por 48 horas, e os contendo o caldo verde brilhante foram incubados a 37 °C por 48 horas. As diluições 10^{-2} e 10^{-3} foram semeadas em Baird Parker, incubado 37 °C por 48 horas para a identificação de *Staphylococcus spp*, as colônias típicas foram coradas pela técnica de gram e submetidas aos testes de catalase e coagulase.

Para identificação de *Salmonella* 25 g de cada amostra foi pesado assepticamente, triturados e diluídos em 225 mL de caldo lactosado, e incubado a 37 °C por 18 horas. Dos crescimentos transferiram-se inóculos de 10 ml para 100 ml de caldo tetrationato de Kauffmann e caldo selenito-cistina, respectivamente, incubando-os durante 24 horas a 37 °C. Em sequência, efetuou-se o repique destes cultivos para os meios seletivos-indicadores, representados por Agar EMB, Agar SS e Agar Entérico Hektoen (todos Difco), sendo incubados a 37 °C por 18 horas.

Para determinação do pH, utilizou-se peagômetro digital Testo 205 acoplado a eletrodo de penetração, com medidas aos 45 minutos e 24 horas após o abate. A cor do músculo foi determinada trinta minutos após o seccionamento deste para a exposição da mioglobina ao oxigênio, de acordo com metodologia de Cañeque e Sañudo (2000),

utilizando colorímetro Minolta CR-400 (iluminante D65) para determinação das coordenadas L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo), avaliados pelo sistema de cores CIE $L^* a^* b^*$ (CIE, 2004). Tanto o pH quanto a cor, foram avaliados em três pontos do músculo, calculando-se o valor médio.

Na determinação da CRA foi utilizada a metodologia descrita por Hamm (1986), 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 retida. Os resultados foram expressos em percentagem de água retida em relação ao peso inicial da amostra.

Para determinação da PPC, as amostras foram pesadas e submetidas ao cozimento em grill elétrico da marca George Foreman[®] com 1100 watts de potência, sendo este pré-aquecido por 10 minutos. As amostras foram assadas por aproximadamente oito minutos, sendo monitoradas com termômetro digital tipo espeto, até que atingissem a temperatura interna de 71°C no seu centro geométrico sendo em seguida retiradas do grill e, após atingirem temperatura ambiente pesadas novamente para cálculo da PPC.

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 N ($\text{kgf} \times 9,80665$).

Os dados foram submetidos à verificação das pressuposições de análises de dados (normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias), utilizando o procedimento PROC UNIVARIATE. Em seguida os dados passaram por análise de variância pelo PROC MIXED adotando o nível de significância de 5% ($p < 0,05$), e para diferenciação

das médias foi utilizado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Todos os procedimentos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SAS 9.3 (Statistical Analysis System), utilizando o modelo matemático especificado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + D_j + DM_i + (D \times DM)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor observado da variável que representa os dias de maturação i , dieta j e repetição k ;

μ = média geral;

D_j = dietas j , variando de 1 a 4 (volumoso + concentrado; volumoso + concentrado + 20% de farelo de amendoim; volumoso + concentrado + 25% de glicerina e volumoso + concentrado + 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina bruta);

DM_i = dias de maturação i , de 1 a 2 (0 e 14 dias de maturação do músculo *semimembranosus*);

$(D \times DM)_{ij}$ = efeito da interação entre os dias de maturação i e as dietas j ;

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

3. Resultados

O confinamento teve duração média de 64 dias. Para os distintos tratamentos (C, FA, G e FAG) observou-se ingestão de matéria seca ($P > 0,05$) de 0,69; 0,68; 0,70 e 0,72 gramas por dia e cobertura de gordura ($P > 0,05$) de 2,52; 2,14; 2,91 e 2,30 mm, respectivamente.

As dietas e a maturação não influenciaram a contagem de coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CF) e *Staphylococcus* coagulase positiva (SC). Não foi observada presença de *Salmonella* (Tabela 2). Observou-se interação ($P < 0,05$) entre

dieta e maturação para pH, cor, PPC e FC. Esta não ocorreu ($P>0,05$) para CRA (Tabela 3).

No desdobramento das interações (Tabela 4), é possível observar que a maturação influenciou ($P>0,05$) o pH de todas as carnes, sendo o pH da carne fresca menor do que na maturada, com médias de 5,42 a 5,68 respectivamente. Não houve influência da inclusão dos coprodutos ($P>0,05$) nos valores de pH da carne fresca, já na maturada o pH foi maior na carne dos animais alimentados com a dieta G (5,48) e menor na dos alimentados com a FAG (5,42), sendo os demais valores semelhantes.

Verificou-se que os músculos dos animais alimentados com a dieta G e FAG (Tabela 4), tanto na carne fresca quanto na maturada tiveram maior e menor ($P<0,05$) valores de L^* respectivamente. A luminosidade foi maior após a maturação ($P<0,05$). As dietas só influenciaram os valores de a^* na carne maturada, sendo as carnes dos animais alimentados com a dieta G as de menor valor (15,04). A intensidade de vermelho foi maior nas carnes maturadas em relação às carnes frescas, porém só nas carnes dos animais alimentados com as dietas C e FA. A coordenada de cor b^* foi influenciada pela dieta nas carnes maturadas, sendo o maior valor observado na carne dos animais alimentados com FA (4,17). Os valores de b^* foram maiores ($P<0,05$) nas carnes maturadas.

A CRA declinou ($P<0,05$) com a maturação, de 61,85 para 58,87 %, porém não houve interação ($P>0,05$) entre dieta e maturação para esta variável. A PPC foi maior nas carnes dos animais alimentados com a dieta FAG (33,56 %) e menor nas carnes dos animais alimentados com a dieta C (32,08 %). As carnes maturadas tiveram maiores PPC ($P<0,05$). No desdobramento das interações (Tabela 5) não houve diferença entre a FC na carne fresca ($P>0,05$), já nas carnes maturadas observou-se influência das dietas

($P < 0,05$), sendo as carnes dos animais alimentados com a dieta controle as mais macias. A maturação promoveu redução ($P < 0,05$) na FC.

4. Discussão

A RDC nº12 de 2 de Janeiro de 2001, adota como padrão microbiológico aceitável para consumo de carnes embaladas a vácuo não maturadas valores de 10^4 número mais provável por grama (NMP/g) para CF e 3×10^3 unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g) para SC. Em carnes embaladas a vácuo maturadas a RDC adota, 5×10^3 (NMP/g) para CF e 3×10^3 (UFC/g) para SC. Tanto para carnes embaladas a vácuo frescas ou maturadas não há exigência mínima de coliformes totais e, no tocante à *Salmonella* esta não é admitida.

Mediante os resultados a carne revelou-se apta para consumo, demonstrando que os padrões sanitários para manuseio do alimento foram respeitados, uma vez que a contagem de microrganismos é usada como indicador da qualidade higiênica da carne, podendo também fornecer informações sobre sua vida de prateleira. De acordo com Marques et al. (2006), os produtos cárneos podem apresentar sérios riscos à saúde pública quando observada a presença de *Salmonella spp*, uma vez que estas bactérias são causas comuns de toxinfecções alimentares.

O valores de pH das carnes observados neste trabalho, estão próximo da normalidade para carne ovina de acordo com Silva Sobrinho et al. (2005), que citam 5,5 a 5,8 como valores normais para o pH final. O pH mais baixo foi observado nas carnes maturadas.

Segundo Constantino et al. (2012), quando o pH é baixo, as proteínas miofibrilares encontram-se no ponto isoelétrico isto é, com quantidade semelhante de cargas positivas e negativas, não conseguindo ligar-se à água, indo assim para superfície

refletindo a luz, resultando em maiores valores de luminosidade, como observado no presente estudo. Lage et al. (2014) não observaram diferença no valor de pH do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo até 32% de glicerina, que variou de 6,0 a 6,1.

O aumento da luminosidade após a maturação, pode ser explicado pela diminuição da CRA, aumento da PPC, visto que alguns desses parâmetros segundo Koohmaraie (2002) podem estar associados à integridade das membranas e a maior perda de líquido para o meio, uma vez que a proteólise se inicia 24 horas após a morte. De acordo com Sañudo et al. (2000), na carne ovina são citadas variações de 30,03 a 49,47 para L*, de 8,24 a 23,53 para a* e de 3,38 a 11,10 para b*, sendo os valores deste trabalho para L* (36,26 a 42,54) e a* (14,73 a 16,55) considerados dentro da normalidade. Para variável b* (2,21 a 4,17) o menor valor observado ficou um pouco abaixo do considerado normal.

Nassu et al. (2014) reportaram que, durante o processo de maturação as mitocôndrias cessam a atividade respiratória, resultando no aumento dos valores de a* e b*. Quanto maior o tempo de maturação da carne, mais rapidamente ela se torna vermelha, tendo em vista que no transcorrer do tempo, o oxigênio se torna mais disponível para transformação em oximioglobina devido à redução das enzimas que competem pelo oxigênio (Oliete et al. 2006). O aumento de b* durante a maturação, de acordo com os mesmos autores, é resultado da oxidação do pigmento oximioglobina a metamioglobina, pigmento de cor marrom.

Civitet et al. (2014) estudando o efeito da maturação sobre a qualidade da carne de ovelhas de descarte da raça Corriedale, observaram aumento nos valores de L* (30,6 a 32,8) a* (14,7 a 17,2) e b* (6,3 a 7,8) para os dias 1 e 14 de maturação,

respectivamente. Pinheiro et al. (2009), observou valores para L*, a* e b* no músculo *semimembranosus* de cordeiros de 40,10; 14,10 e 2,61 respectivamente.

Os valores de L* da carne dos animais alimentados com a dieta G, mesmo estando um pouco acima dos demais, encontram-se dentro na normalidade para carne ovina, que varia de 30,03 a 49,47 de acordo com Sañudo et al. (2000). Com a substituição do milho por glicerina, a quantidade de pigmentos carotenoides tendem a reduzir nas dietas, podendo originar carnes com tonalidades mais claras.

O declínio da CRA com a maturação pode ser atribuído a proteólise ocorrida durante o processo, haja vista que a degradação da proteína altera os espaços interfibrilares, provocando mudanças nas estruturas dos tecidos musculares, diminuindo a capacidade da carne em reter água. Segundo Lawrie (2005), valores de pH abaixo de 5,0 - 5,5 resultam em maior CRA, pois, essa faixa de pH caracteriza o ponto isoelétrico de muitas proteínas musculares, incluindo as miofibrilas.

Silva Sobrinho et al. (2005) também observaram que o músculo *semimembranosus* fresco tiveram maior CRA (73,10%) em relação àqueles maturados durante 14 dias (62,9%). Esta característica qualitativa repercute nos atributos sensoriais e nos valores comerciais da carne, além de influenciar a sua qualidade nutricional, visto que o exsudato liberado carrega vitaminas, minerais, aminoácidos e outros nutrientes (Silva Sobrinho, 2001).

O declínio da PPC com a maturação também pode ser explicado pelo rompimento das membranas celulares durante a proteólise. Com resultados semelhantes ao deste estudo, Fernandes et al. (2012) observaram aumento linear na PPC ao longo da estocagem de músculos *longissimus dorsi* de ovinos, que passou de 18,24% no primeiro dia para 28,25% após o 28º dia de maturação. Os autores afirmaram que esse aumento

na PPC provavelmente ocorreu devido à atividade proteolítica causada tanto pelas endopeptidases da própria carne quanto por enzimas produzidas por microrganismos.

A influência das dietas nos valores de FC da carne maturada foi um comportamento inesperado, pois, de acordo com Pardi et al. (2001), características de maciez estão intimamente relacionadas com a CRA, pH, grau de gordura de cobertura e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular.

Neste trabalho o pH e a CRA da carne dos animais alimentados com a dieta C não diferiram dos demais tratamentos, sendo o tipo de fibra analisada o mesmo para todos os animais. De acordo com a literatura os coprodutos utilizados neste estudo não promovem alteração na FC da carne ovina e bovina (Lage et al. 2014; Carvalho et al. 2015; Bezerra et al. 2016; Borghi et al. 2016), reforçando o comportamento inesperado da FC neste trabalho.

Os valores de FC observados nas carnes frescas as classificam como macias ou de maciez mediana, já nas carnes maturadas todos os valores para esta variável são característicos de carne macia. De acordo com Cezar e Sousa (2007), a carne ovina pode ser classificada como macia quando apresentar FC abaixo de 22,26 N, de maciez mediana com FC de 22,26 a 35,60 N; duras se apresentarem FC maior do que 35,60 N e se for superior a 53,35 N é classificada como extremamente dura.

Durante o processo de maturação a carne torna-se mais macia, sendo um dos fatores responsáveis à ação das calpaínas, que atuam degradando as proteínas miofibrilares em determinados pontos internos das moléculas, melhorando assim a maciez da carne (Andrighetto et al. 2006).

5. Conclusões

Os coprodutos do biodiesel e do amendoim podem substituir o milho e o farelo de soja, total e simultaneamente, sem interferir no desenvolvimento de microrganismos da carne e sem prejudicar de forma negativa as características físico-químicas da mesma. A maturação não promove a proliferação de microrganismos patógenos e melhora maciez da carne de cordeiros.

6. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido (Processo nº 2013/ 23495-5).

7. Tabelas

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

Composição	Dieta experimental			
	C	FA	G	FAG
Ingrediente (%MS)				
Silagem de milho	40,00	40,00	40,00	40,00
Glicerina bruta	0,00	0,00	25,00	12,50
Farelo de amendoim	0,00	20,00	0,00	10,00
Farelo de soja	21,00	0,00	32,35	16,00
Milho em grão moído	36,25	37,00	0,00	18,66
Fosfato bicálcico	1,45	1,90	1,50	1,70
Calcário calcítico	0,30	0,10	0,15	0,14
Suplemento mineral e vitamínico ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Químico-bromatológica				
Matéria seca (MS) ²	65,41	66,21	65,37	65,79
Matéria orgânica (MO) ³	93,58	93,86	92,29	93,07
Proteína bruta (PB) ³	17,37	17,78	17,26	17,46
Extrato etéreo (EE) ³	4,02	3,94	1,77	2,86
Matéria mineral (MM) ³	6,42	6,14	7,71	6,93
Fibra em detergente neutro (FDN) ³	26,39	30,20	21,37	25,79
Fibra em detergente ácido (FDA) ³	14,87	16,53	13,05	14,78
Carboidratos totais (CHOT) ³	72,19	72,14	73,26	72,75
Energia metabolizável (Mcal. kg ⁻¹ MS) ⁴	2,80	2,74	2,64	2,68

C: volumoso + concentrado padrão; FA: volumoso + concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: volumoso + concentrado com 25% de glicerina; FAG: volumoso + concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de Glicerina, sendo as porcentagens de inclusão baseadas na matéria seca; ¹Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI. ² valores expressos em %. ³ % da MS. ⁴EM=0,82*ED (SNIFFEN et al., 1992).

Tabela 2. Qualidade microbiológica do músculo *semimembranosus*, fresco e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina

Variáveis	Maturação (Dias)	Dietas experimentais			
		C	FA	G	FAG
CT (NMP/g)	0	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	14	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
CF (NMP/g)	0	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	14	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
SC (UFC/g)	0	< 1,0x10 ²	< 1,0x10 ²	< 1,0x10 ²	< 1,0x10 ²
	14	< 1,0x10 ²	< 1,0x10 ²	< 1,0x10 ²	< 1,0x10 ²
<i>Salmonella spp</i>	0	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g
	14	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g

CT - Coliformes totais; NMP - número mais provável/grama; CF - Coliformes fecais ou termotolerantes; SC – *Staphylococcus* coagulase positiva; UFC/g - unidades formadoras de colônia/grama. C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca.

Tabela 3. Características físicas e químicas do músculo *semimembranosus*, fresco e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina

Variável	Dieta experimental				Dia de maturação		EPM	p-valor		
	C	FA	G	FAG	0	14		D	M	DxM
pH	5,57	5,56	5,55	5,55	5,66	5,45	0,018	0,5314	<0,0001	0,0389
L*	39,48	38,43	40,21	38,45	37,63	40,87	0,350	0,0019	<0,0001	0,0376
a*	15,72	15,82	15,32	15,31	15,12	15,93	0,134	0,0628	<0,0001	0,0004
b*	3,09	3,26	2,70	2,70	2,48	3,42	0,120	0,0088	<0,0001	0,0008
CRA (%)	60,77	60,00	60,18	60,50	61,85	58,87	0,285	0,3059	<0,0001	0,1681
PPC (%)	28,46	27,50	27,91	30,17	23,84	32,59	0,770	0,0500	<0,0001	0,0154
FC (N)	18,54	20,10	20,70	19,78	22,60	16,95	0,532	0,0069	<0,0001	0,0111

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). D- dieta; M- maturação; EPM- erro padrão da média; L*- luminosidade; a*- intensidade de vermelho; b*- intensidade de amarelo; CRA- capacidade de retenção de água; PPC - perda de peso na cocção; FC - força de cisalhamento; N – Newton; C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca;

Tabela 4. pH e cor (L*, a* e b*) do músculo *semimembranosus*, fresco e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina e desdobramentos das interações entre dieta e maturação

Dias de Maturação	Dieta experimental				EPM	p-val or Dieta
	FC	FA	G	FAG		
pH						
0	5,68A	5,67A	5,62A	5,67A	0,011	0,309
14	5,46abB	5,44abB	5,48aB	5,42bB	0,007	0,022
p-valor Maturação	<0,0001	<0,0001	0,0014	<0,0001	-	-
L*						
0	38,08abB	36,26bB	38,45aB	37,88b	0,306	0,040
14	40,88abA	40,60abA	42,54aA	39,40b	0,323	0,008
p-valor Maturação	0,0022	<0,0001	0,0025	0,2506	-	-
a*						
0	14,95B	15,09B	15,67	14,73	15,123	0,116
14	16,49aA	16,55aA	15,04b	15,67ab	15,935	0,001
p-valor Maturação	0,0021	<0,0001	0,2345	0,0758	-	-
b*						
0	2,61B	2,34B	2,70	2,21B	0,08	0,092
14	3,58abA	4,17aA	2,69bc	3,08bA	0,17	0,003
p-valor Maturação	0,0072	<0,0001	0,9762	0,0496	-	-

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para o efeito de dieta. Médias na mesma coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para o efeito de tempo de maturação. C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca. M - maturação; EPM - erro padrão da média; L*- luminosidade; a*- intensidade de vermelho; b*- intensidade de amarelo;

Tabela 5. Perda de peso a cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) do músculo *semimembranosus*, fresco e maturado, de cordeiros Ile de France alimentados com farelo de amendoim e glicerina e desdobramentos das interações entre dieta e maturação

Dias de Maturação	Dieta Experimental				EPM	p-valor Dieta
	FC	FA	G	FAG		
PPC (%)						
0	24,84B	23,01B	23,85B	23,38B	0,278	0,060
14	32,08bA	32,00bcA	32,98abA	33,56aA	0,218	0,016
p-valor Maturação	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	-	-
FC (N)						
0	22,03A	21,82A	23,95A	22,61A	0,359	0,226
14	15,05cB	18,38aB	17,44abB	16,95bB	0,342	<0,0001
p-valor Maturação	0,0003	<0,0001	0,0007	0,0053	-	-

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para o efeito de dieta. Médias na mesma coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para o efeito de tempo de maturação. C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca. M - maturação; EPM - erro padrão da média; N - Newton;

8. Referências

- Andrade, P. L.; Bressan, M. C.; Gama, L. T. D.; Gonçalves, T. D. M.; Ladeira, M. M. e Ramos, E. M. 2010. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia. 39:1791-1800, <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000800023>.
- Andrighetto, C.; Jorge, A. M.; Roça, R. O.; da Rocha Sartori, D.; Rodrigues, É.; Bianchini, W. 2006. Maturação da carne bovina (Ageing of meat beef). Revista electrónica de Veterinaria, 7:1-6.
- Bezerra, L. S.; Barbosa, A. M.; Carvalho, G. G. P., Simionato, J. I.; Freitas, J. E.; Araújo, M. L. G. M. L.; Carvalho, B. M. A. 2016. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. Meat Science. 121:88-95. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.05.019>
- Borghi, T. H.; Silva Sobrinho, A. G. D.; Zeola, N. M. B. L.; Almeida, F. A. D.; Cirne, L. G. A.; Lima, A. R. C. 2016. Dietary glycerin does not affect meat quality of Ile de France lambs. Revista Brasileira de Zootecnia. 45:554-562. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902016000900008>
- Cañeque, V. e Sañudo, C. 2000 Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA, Ganadera No.1. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.

- Carvalho, V. B.; Leite, R. F.; Almeida, M. T. C.; Paschoaloto, J. R.; Carvalho, E. B.; Lanna, D. P. D.; Ezequiel, J. M. B. 2015. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. *Meat science*. 110:285-292. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.001>
- Cezar, M. F. and Sousa, W. H. 2007. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção-avaliação-classificação. *Agropecuária Tropical*. Uberaba, MG.
- Civit, D., Díaz, M. D., Rodríguez, E. e González, C. A. 2014. Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. *ITEA* 110:160-170.
- Constantino, C. Ribeiro, E. L. A.; Bridi, A. M.; Tarsitano, M.; Koritiaki, N. A.; Peres, L. M.; Mizubuti, I. Y.; Pereira, E. S. e Pimentel, P. G. 2012. Quality of aged ewe meat in vacuum-packaging system for different storage periods. *Semina: Ciências Agrárias* 33:3437-3446,. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33Supl2p3437
- Fernandes, R. P. P.; Freire, M. T. A.; Carrer, C. C.; Balieiro, J. C. C. e Trindade, M. A. 2012. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. *Revista Ciência Rural* 42: 724-729. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000400025>
- Koohmaraie, M.; Kent, M.P.; Shackelford, S.D.; Eva Veiseth, E. and Wheeler, T. L. Show more 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science* 62:345-352, [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00127-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00127-4)
- 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. 2014. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat Science* 96:108-113, <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.020>
- Lawrie, R.A. 2005. *Ciência da Carne*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 384p.
- Hamm, R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. p.135-199. In: *Muscle as food*. Bechtel, P. J., eds. Academic Press Inc., New York.
- Marques, S. C.; Boari, C. A.; Broko, C. C.; Nascimento, A. R. e Piccoli, R.H. 2006. Avaliação higiênico-sanitária de linguças tipo frescal comercializadas nos municípios de Três Corações e Lavras - MG. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 1120-1123 <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000600012>
- Nassu, R. T.; Verruma-Bernardi, M. R.; Tullio, R. R.; Cruz, G. M. D. e Alencar, M. M. D. 2014. Qualidade e perfil sensorial descritivo da carne maturada proveniente de animais cruzados. *Atas de Saúde Ambiental-ASA*,1:13-25.
- NRC - National Research Council. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and New World camelids. National Academies Press, Washington, DC.

- Oliete, B.; Carballo, J.A.; Varela, A.; Moreno, T.; Monserrat, L. and Sánchez, L. 2006. Effect of weaning status and storage time under vacuum upon physical characteristics of meat of the Rubia Gallega breed. *Meat Science*. 73:102-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.11.004>
- Pardi, M.C.; Santos, I.F.; Souza, E.R.; Pardi, H. S. 2001. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 2.ed. UFG, Goiânia.
- Pinheiro, R. S. B.; Silva Sobrinho, A. G. D.; Souza, H. B. A. D. e Yamamoto, S. M. 2009. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:1790-1796. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000900022>
- Puga, D.M.U.; Contreras, C.J.C. E Turnbull, M.R. 1999. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Tricepsbrachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 19:1-10, <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611999000100016>
- Ramos, E.M. e Gomide, L.A.M. 2007. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*. 5ªed. Viçosa, MG: UFV, 599p.
- Brasil. Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 02 de janeiro de 2001.
- Sañudo, C.; Enser, M.E.; Campo, M.M.; Nute, G.R.; María, G.; Sierra, I. E. and Wood, J.D. 2000. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science* 54:339-346. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00108-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00108-4)
- Silva, T. M., Oliveira, R. L., Do Nascimento, Júnior N. G., de Pellegrini, C. B., Trajano, J. S., Rocha, T. C., ... Borja, M. S. 2015. Ingestive behavior and physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel. *Tropical Animal Health and Production*. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-015-0920-6>.
- Silva Sobrinho, A. G. Criação de ovinos. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302 p.
- Silva Sobrinho, A.G.; Purchas, R.W.; Kadim, I.T e Yamamoto, S. M. 2005. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34:1070-1078, <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000300040>
- Vanderzant, C. And Splittstoesser, D. F. 1992. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 3.ed. Washington: APHA, 1219p.
- Wheeler, T. L.; Koohmaraie, M. and Shackelford, S. D. 1995. Shear force procedures for meat tenderness measurement. Roman L. Hruska U.S. MARC USDA, Clay Center. 7p. doi:10.2527/1999.7792444x

Zarate, J. R. and Zaritzky, N. E. 1985. The production of weep in packaged refrigerated beef. *Journal of Food Science* 50:155-159. doi/10.1111/j.1365-2621.1985.tb13299.x

Zastiral, S. 2014. Half a billion new middle-class consumers from Rio to Shanghai. In: Chemnitz, C. *Meat Atlas: Facts and figures about the animals we eat*. Ahrensfelde, Alemanha: Climate Partner, P.48.

ARTIGO A SER SUBMETIDO NO PERÍODICO MEAT SCIENCE**CAPÍTULO 3 – FARELO DE AMENDOIM E GLICERINA NA DIETA DE CORDEIROS: PRODUÇÃO DE CARNES MAIS SAUDÁVEIS**

RESUMO – Com objetivo de avaliar a qualidade da carne, 40 cordeiros Ile de France ($17,15 \pm 1,56$ kg de peso corporal) foram alimentados com dieta controle com concentrado padrão (C), concentrado com 20% de farelo de amendoim (FA), concentrado com 25% de glicerina (G) e concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina (FAG). Os cordeiros foram abatidos aos 32 kg de peso corporal, sendo as análises realizadas no músculo *longissimus lumborum*. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado e para as comparações entre as médias dos tratamentos utilizou-se o teste de Tukey a 5% de significância. Os coprodutos, farelo de amendoim e glicerina, não afetaram ($P < 0,05$) as características físico-químicas da carne, exceto o perfil de ácidos graxos. As carnes dos animais alimentados com as dietas G e FAG tiveram maiores ($P < 0,05$) concentrações do ácido graxo oleico (44,04 e 42,70 %), de ácidos graxos insaturados (48,50 e 46,99 %), maiores relações ácidos graxos monoinsaturados:saturados (1,04 a 1,02), maiores concentrações dos ácidos graxos hipocolesterolêmico (47,66 e 48,48 %) e menores ($P = 0,05$) relações n-6:n-3 (13,56 e 11,93). O farelo de amendoim e a glicerina utilizados como fontes alternativas de proteína e energia na dieta de cordeiros, melhoram o perfil lipídico da carne ovina, sem alterar as demais características físico-químicas e sensoriais, resultando em produto mais saudável para atender aos anseios dos consumidores.

Palavras-chave: biodiesel, coprodutos, glicerol, ovinos, perfil lipídico da carne

1. Introdução

A crescente demanda da população por carne e o aumento do preço da alimentação animal sugerem a busca de substitutos aos alimentos tradicionais, sendo os coprodutos da agroindústria alternativas a este cenário. O farelo de amendoim é oriundo da prensagem dos grãos para extração do óleo, que também pode ser destinado à produção do biodiesel, que tem como coproduto a glicerina, resíduo da transesterificação de óleos vegetais.

O farelo de amendoim é fonte de proteína (Aletor e Ojelabi, 2007; Ezequiel et al., 2011), podendo substituir o tradicional farelo de soja (Silva et al., 2015). A inclusão de torta de amendoim substituindo até 100% do farelo de soja na dieta de cordeiros, alterou o perfil de ácidos graxos da carne ovina (Bezerra et al., 2016), com comportamento quadrático para os ácidos graxos da carne, mirístico, mirístoleico, araquídico e α linolênico, e aumento linear para os ácidos palmitoleico e eicosapentaenoico (EPA).

O glicerol, principal componente da glicerina, quando ingerido pelos ruminantes é convertido em propionato no rúmen (Lee et al., 2011). Este por sua vez é o principal precursor de ácidos graxos de cadeia ímpar (Berthelot et al., 2001). Além disto, o glicerol pode reduzir a lipólise e a biohidrogenação no rúmen (Edwards et al., 2012; Krueger et al., 2010), promovendo maior fluxo de ácidos graxos insaturados a serem incorporados na carne (Carvalho et al. 2015; Favaro et al. 2016; Lage et al, 2014), resultando em carne mais saudável. Porém as pesquisas com glicerina têm resultados heterogêneos, em razão de alguns estudos não considerarem influência da alimentação com glicerina no perfil de ácidos graxos da carne (Borghini et al. 2016; San Vito et al. 2015), o que sugere mais estudos com este coproduto.

As substituições de alimentos para ruminantes estão focadas nos ingredientes tradicionais milho e soja, sendo escassos estudos substituindo-os simultaneamente. Esta pesquisa avaliou os efeitos de substituições exclusivas e simultâneas de farelo de soja por farelo de amendoim, e de milho por glicerina, na dieta de cordeiros Ile de France confinados, sobre a qualidade de carne.

2. Material e Métodos

A pesquisa respeitou os princípios éticos da experimentação animal, adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, sob protocolo nº 022014/13.

2.1. Local, animais, instalações e dietas

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, *Campus* de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595 m.

Foram utilizados 40 cordeiros Ile de France machos não castrados com $17,15 \pm 1,56$ kg de peso corporal inicial. Esses animais foram recriados nas dependências do Laboratório de Produção Ovina, em regime semiextensivo em pasto de Tifton (*Cynodon* spp, cultivar Tifton-85), com fornecimento *ad libitum* de concentrado (15,35% de proteína bruta e 2,85 Mcal de energia metabolizável.kg MS⁻¹) em *creepfeeders*. Os mesmos foram desmamados com aproximadamente 60 dias de idade, quando foram identificados, desverminados, vacinados contra clostridioses e suplementados com ferro e vitaminas A, D e E, seguindo o protocolo do Laboratório de Produção Ovina. Em seguida foram alojados em baias individuais, de aproximadamente 1,0 m², com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro individuais e instaladas em galpão coberto.

Os cordeiros foram distribuído aleatoriamente nos tratamentos de acordo com as dietas, C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina e FAG: concentrado com 10% de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as porcentagens de inclusão na matéria seca (Tabela 1). As dietas continham teores semelhantes de proteína (17,47%) e energia (2,72 Mcal de energia metabolizável kg⁻¹ na matéria seca), estas foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 300 g/dia. Adotou-se a relação volumoso concentrado de 40:60, sendo a silagem de milho o volumoso.

Para determinação da composição química das dietas, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 55 °C por 72 horas. Após a secagem, estas foram moídas em moinho de faca (Wiley, AH Thomas, Philadelphia, PA), com peneira de crivo de 1 mm e analisadas para determinação dos teores de matéria seca (AOAC, 1995; método 930.15), matéria mineral (AOAC, 1990; método 981.10) e extrato etéreo (AOAC, 1990; método 930.15). As fibras em detergente neutro e ácido foram determinadas segundo metodologia proposta por Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando um ANKOM 2000 analisados de fibra (ANKOM Technologies, Macedon, NY), com adição de alfa-amilase termo estável na fibra em detergente neutro.

A matéria orgânica foi obtida por diferença (100 – matéria mineral) e a energia metabolizável (EM) calculada a partir da energia digestível (ED) de acordo com o NRC

(2007), segundo a equação ($EM = ED \times 0,82$). Para a obtenção da ED foi determinada a energia bruta (EB) pela combustão das amostras em bomba calorimétrica adiabática PARR Instruments. Os valores obtidos foram inseridos na equação, $ED = EB - (EB \times 20\%)$. Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela equação: $CHOT = 100 - (\% \text{ proteína bruta} + \% \text{ extrato etéreo} + \% \text{ matéria mineral})$.

A glicerina (83,9% de glicerol; 12,1% de água; 3,79% de sais minerais e 0,28% de extrato etéreo), proveniente da empresa Cargil Agrícola S. A., Três Lagoas, MS, foi pesa e misturada ao concentrado no momento do fornecimento das dietas aos cordeiros. O farelo de amendoim, obtido junto à empresa Sementes Esperança, Jaboticabal, SP foi misturado previamente ao concentrado. A alimentação foi fornecida às sete e 17 horas, de forma a permitir no mínimo 10% de sobras em função do consumo do dia anterior. Para os distintos tratamentos observou-se ingestão de matéria seca ($P > 0,05$) de 0,69; 0,68; 0,70 e 0,72 gramas por dia. Tendo o confinamento durado 64 dias.

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

Composição	Dieta experimental			
	C	FA	G	FAG
Ingrediente (%MS)				
Silagem de milho	40,00	40,00	40,00	40,00
Glicerina bruta	0,00	0,00	25,00	12,50
Farelo de amendoim	0,00	20,00	0,00	10,00
Farelo de soja	21,00	0,00	32,35	16,00
Milho em grão moído	36,25	37,00	0,00	18,66
Fosfato bicálcico	1,45	1,90	1,50	1,70
Calcário calcítico	0,30	0,10	0,15	0,14
Suplemento mineral e vitamínico ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Químico-bromatológica				
Matéria seca (MS)	65,41	66,21	65,37	65,79
Matéria orgânica ²	93,58	93,86	92,29	93,07
Proteína bruta ²	17,37	17,78	17,26	17,46
Extrato etéreo ²	4,02	3,94	1,77	2,86
Matéria mineral ²	6,42	6,14	7,71	6,93
Fibra em detergente neutro ²	26,39	30,20	21,37	25,79
Fibra em detergente ácido ²	14,87	16,53	13,05	14,78
Carboidratos totais ²	72,19	72,14	73,26	72,75
Energia metabolizável (Mcal. kg ⁻¹ MS) ³	2,80	2,74	2,64	2,68

C: volumoso + concentrado padrão; FA: volumoso + concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: volumoso + concentrado com 25% de glicerina; FAG: volumoso + concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina baseados na matéria seca; ¹Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120 g, cloro 90 g, sódio 62g, 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% da MS. ³EM=0,82*ED (SNIFFEN et al., 1992).

O abate humanitário, as avaliações de pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), perdas de peso por descongelamento (PPD), perdas de peso à cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC), foram realizadas no 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 comprimento de sarcômero foram realizadas no Laboratório de Patologia Veterinária, pertencente ao Departamento de Medicina Veterinária, a aceitação sensorial no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, e as de ácido graxo no Laboratório de Microrganismos e Plantas, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia, sendo todos os laboratórios pertencentes a Unesp-Campus de Jaboticabal.

2.2. Abate, carcaça e coleta de amostras de carne

O abate foi realizado nas dependências do Laboratório de Produção Ovina (Departamento de Zootecnia), quando os animais atingiam $32 \pm 0,662$ kg de peso corporal, e após jejum de sólidos por 16 horas eram então insensibilizados com 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 (MAPA, 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 24 horas, as carcaças foram divididas longitudinalmente e músculos *longissimus lumborum* retirado, identificado, armazenado em sacos plásticos, embalado a vácuo e congelado a -18 °C.

2.3. Análises qualitativas da carne

Para realização das análises qualitativas, o músculo foi descongelado a 10°C em incubadora B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) por 12 horas.

2.3.1. pH e cor

Para determinação do pH, utilizou-se peagômetro digital Testo 205 acoplado a eletrodo de penetração, com medidas aos 45 minutos e 24 horas após o abate. A cor do músculo foi determinada trinta minutos após o seccionamento deste para a exposição da mioglobina ao oxigênio, de acordo com metodologia de Cañeque e Sañudo (2000), utilizando colorímetro Minolta CR-400 (iluminante D65) para determinação das coordenadas L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo), avaliados pelo sistema de cores CIE L* a* b* (CIE, 2004). Tanto o pH quanto a cor, foram avaliados em três pontos do músculo, calculando-se o valor médio.

2.3.2. Capacidade de retenção de água, perda de peso por descongelamento, perda por cocção, força de cisalhamento e comprimento de sarcômero

Na determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi utilizada a metodologia descrita por Hamm (1986), 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 da perda de peso

ao descongelamento (PPD), as amostras embaladas em saco plástico foram pesadas, e então abriu-se o saco e retirou-se o exsudato, pesando separadamente o saco e a carne, por subtração tem-se o peso por descongelamento.

Para determinação da perda por cocção (PPC), as amostras foram pesadas e submetidas ao cozimento em grill elétrico da marca George Foreman® com 1100 watts de potência, sendo que este foi pré-aquecido por 10 minutos. As amostras foram assadas por aproximadamente oito minutos, sendo monitoradas com termômetro digital tipo espeto até que atingissem a temperatura interna de 75 °C no seu centro geométrico, sendo em seguida retiradas do grill elétrico e, após atingirem temperatura ambiente, pesadas novamente para cálculo da PPC, em porcentagem.

Após a determinação da PPC, foram retirados das amostras, com auxílio de um vazador, seis cilindros de 1,27 cm de diâmetro de forma paralela a orientação das fibras musculares, 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 Newton (valor em kgf x 9,80665) . O valor médio dos seis cilindros de cada amostra foi adotado para maciez (Wheeler et al., 2005).

Para medições do comprimento de sarcômero, amostras de cinco gramas do músculo *longissimus lumborum* foram retiradas 24 horas após o abate, sendo estas colocadas em frascos plásticos contendo formalina tamponada 10% (50 mL) e após a fixação, clivadas, desidratadas, clarificadas, incluídas em parafina e seccionadas em micrômetro (Pika-Seiko), com espessura de oito micra. Os cortes histológicos (longitudinais) 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 três diferentes miofibrilas, totalizando 30 sarcômeros por amostra.

2.3.3. Análise centesimal e perfil de ácidos graxos

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 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). Os dados foram expressos como porcentagem da área de cada ácido graxo. Foi analisada também a composição percentual dos ácidos graxos do farelo de amendoim, glicerina e das dietas (Tabela 2).

A concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) foi determinada conforme Rhee (1992). As atividades das enzimas Δ^9 dessaturases e elongase foram calculadas de acordo com Malau-Aduli et al. (1997). Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade foram determinados conforme Ulbricht e Southgate (1991), indicando o risco de doenças cardiovasculares, e a relação hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (h:H). Para os cálculos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

AGD = ácidos graxos monoinsaturados + ácidos graxos poliinsaturados + C18:0;

Δ^9 dessaturase 16 = $100 [(C16:1cis9)/(C16:1cis9 + C16:0)]$;

Δ^9 dessaturase 18 = $100 [(C18:1cis9)/(C18:1cis9 + C18:0)]$;

Elongase = $100 [(C18:0 + C18:1cis9)/(C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$;

Aterogenicidade = $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(\Sigma AGS + \Sigma AGPI)$;

Trombogenicidade = $[(C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma n-6 + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3/\Sigma n-6))]$ e

$h:H = (C18:1cis9 + C18:2n-6 + C18:3n-3 + 20:4n-6 + C20:5n-3 + C22:5n-3 + C22:6n-3)/(C14:0 + C16:0)$.

Tabela 2. Composição percentual dos ácidos graxos do farelo de amendoim, glicerina e das dietas

Ácido graxo	Nomenclatura	AM	GL	Dieta experimental			
				C	FA	G	FAG
Cáprico	C10:0	0,05	0,00	0,15	0,12	0,41	0,28
Laurico	C12:0	0,00	0,00	0,11	0,09	0,12	0,10
Mirístico	C14:0	0,04	0,40	0,16	0,13	0,27	0,20
Pentadecanoico	C15:0	0,03	0,00	0,04	0,03	0,09	0,06
Palmítico	C16:0	12,30	19,34	15,45	14,58	28,51	24,98
Palmitoleico	C16:1	0,06	0,13	0,16	0,14	0,15	0,16
Heptadecanoico	C17:0	0,13	0,31	0,14	0,13	0,26	0,21
Heptadecenoico	C 17:1	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06
Estearico	C18:0	2,54	13,92	3,23	3,08	6,47	5,09
Oleico	C18:1n9c	56,30	35,29	31,21	37,19	22,67	28,01
Cis-Vacênico	C18:1n7	0,62	2,25	0,73	0,71	1,13	0,88
Linoleico	C18:2n6c	21,28	24,49	41,83	37,38	33,83	34,60
γ Linolenico	C18:3n6	0,00	0,00	0,06	0,05	0,02	0,02
α Linolenico	C18:3n3	0,22	1,73	4,60	3,22	3,00	2,51
Araquídico	C 20:0	0,93	0,57	0,72	0,85	0,98	1,06
Eicosenoico	C20:1n9	1,22	0,27	0,30	0,50	0,22	0,25
Behênico	C22:0	2,52	0,77	0,42	0,84	0,78	0,62
Tricosanoico	C23:0	0,08	0,12	0,10	0,09	0,22	0,16
Lignocérico	C24:0	1,62	0,35	0,52	0,80	0,79	0,75

AM: farelo de amendoim; GL: glicerina; C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca.

2.4. Aceitação sensorial

Para aceitação 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 a cocção, 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 consumidores água (para beber entre a degustação de cada amostra) e uma planilha, na qual os 100 consumidores não treinados avaliaram os seguintes atributos: aspecto geral, odor, sabor, textura, suculência e intenção de compra, 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).

2.5. Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (C, FA, G e FAG) e 10 repetições, sendo que na aceitação sensorial utilizou-se 100 repetições. Para as comparações entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey a 5%. Para as análises estatísticas foi utilizado o procedimento MIXED, do Programa Computacional SAS (2003), e o modelo matemático:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

γ_{ij} : representa as variáveis dependentes;

μ : média geral de todas as observações;

τ_i : efeito do i-ésimo tratamento;

ε_{ij} : erro aleatório residual, NIID (0, σ^2).

3. Resultados

3.1. Qualidade da carne e aceitação sensorial

O pH inicial (45 minutos após o abate) e o final (24 horas após o abate) não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel (Tabela 3), bem como os parâmetros de cor (luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo).

Tabela 3. Valores de pH (inicial e final) e cor (L^* , a^* e b^*) do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Variável	Dieta experimental				EPM ¹	P - valor
	C	FA	G	FAG		
pH inicial ²	6,42	6,40	6,28	6,40	0,030	0,35
pH final ³	5,56	5,46	5,54	5,56	0,023	0,45
L^* ⁴	39,08	39,76	38,94	38,40	0,577	0,89
a^* ⁵	15,22	15,04	16,68	15,88	0,320	0,27
b^* ⁶	3,34	3,42	3,38	3,40	0,254	0,99

¹EPM: erro padrão da média; ²pH aferido aos 45 minutos após o abate; ³pH aferido as 24 horas após o abate; ⁴luminosidade; ⁵intensidade de vermelho; ⁶intensidade de amarelo; C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca.

Os valores de CRA, PPD, PPC e FC não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel, bem como o comprimento de sarcômero (CS) (Tabela 4).

Tabela 4. Capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por descongelamento (PPD), perda de peso na cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e comprimento de sarcômero (CS) do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Variável	Dieta experimental				EPM ¹	P - valor
	C	FA	G	FAG		
CRA (%)	57,64	59,62	60,64	58,18	0,867	0,64
PPD (%)	1,44	1,10	2,00	0,88	0,212	0,28
PPC (%)	28,63	30,21	26,84	30,76	0,841	0,37
FC (N)	29,51	26,69	26,21	27,65	0,806	0,52
CS (μ m)	1,71	1,82	1,80	1,84	0,023	0,26

¹EPM: erro padrão da média; N: Newton; C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca.

A inclusão dos coprodutos do biodiesel não afetou ($P>0,05$) a aceitação sensoriais da carne (Tabela 5).

Tabela 5. Aceitação Sensorial do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Variável	Dieta experimental				EPM	P - valor
	C	FA	G	FAG		
Aspecto Geral	7,18	7,18	6,94	6,82	0,104	0,52
Odor	7,20	7,06	7,20	7,38	0,097	0,71
Sabor	6,86	6,94	6,76	7,20	0,116	0,58
Textura	6,82	6,86	6,98	7,18	0,115	0,69
Suculência	6,56	6,86	6,70	6,66	0,123	0,86
Intenção de Compra	6,68	6,70	6,56	6,58	0,129	0,97

C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as percentagens de inclusão baseadas na matéria seca.

3.2. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne

A inclusão de coprodutos do biodiesel não influenciou ($P>0,05$) os teores de umidade, proteína, matéria mineral e gordura da carne (Tabela 6).

Tabela 6. Composição centesimal do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Variável	Dieta experimental				EPM ¹	P - valor
	C	FA	G	FAG		
Umidade ²	73,50	74,18	74,80	74,88	0,313	0,33
Proteína ²	21,32	21,60	20,42	21,10	0,258	0,44
Gordura ²	4,12	3,10	3,76	2,94	0,230	0,23
Matéria Mineral ²	1,06	1,12	1,02	1,08	0,016	0,18

¹Erro padrão da média. C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo o percentual de inclusão baseados na matéria seca; ²em g/ 100 g de carne;

Os ácidos graxos saturados pentadecanóico e esteárico não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel (Tabela 7), enquanto os demais ácidos foram. As concentrações dos ácidos cáprico, láurico e mirístico foram menores na carne dos animais alimentados com G e FAG. As maiores concentrações do ácido graxo palmítico foram observadas na carne dos animais alimentados com C e FA. Já para o ácido heptadecanoico, esta foi observada na carne dos animais alimentados com G. A carne dos animais alimentados com G e FAG tiveram menor e maior concentrações do ácido graxo saturado araquídico, respectivamente.

Tabela 7. Perfil de ácidos graxos saturados (%) do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Ácido Graxo	Nomenclatura	Dieta experimental				EPM ¹	P - Valor
		C	FA	G	FAG		
Cáprico	C10:0	0,08a	0,07a	0,06ab	0,05b	0,004	<0,01
Láurico	C12:0	0,07b	0,11a	0,04c	0,05c	0,006	<0,01
Mirístico	C14:0	2,74a	2,38ab	1,77b	1,75b	0,125	<0,01
Pentadecanoico	C15:0	0,32	0,34	0,40	0,35	0,016	0,37
Palmítico	C16:0	24,38a	23,53ab	22,60bc	21,55c	0,309	<0,01
Heptadecanoico	C17:0	1,00c	1,00c	2,18a	1,61b	0,113	<0,01
Esteárico	C18:0	21,02	21,50	19,86	20,68	0,449	0,66
Araquídico	C 20:0	0,12ab	0,12ab	0,10b	0,13a	0,004	0,02

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹EPM-erro padrão da média.. C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as percentagens de inclusão baseadas na matéria seca.

Na Tabela 8 encontram-se os valores dos ácidos graxos monoinsaturados bem como os poliinsaturados. O ácido graxo monoinsaturado palmitoleico e os poliinsaturados α -linolenico, γ -linolênico e eicosapentaenoico (EPA) não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel (Tabela 8), enquanto os demais ácidos diferiram ($P < 0,05$). As concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados miristoleico, heptadecenoico e oleico foram maiores ($P < 0,05$) na carne dos animais alimentados com G, sendo a concentração de oleico semelhante na carne dos animais alimentados com FAG. A concentração do ácido graxo cis-vacênico na carne oriunda dos animais alimentados com FA foi semelhante aos alimentados com C e superior ($P < 0,05$) aos G e FAG. As carnes dos animais alimentados com FA e G tiveram maior e menor concentrações do ácido graxo eicosenoico, respectivamente. Já para o ácido nervônico, a maior concentração ocorreu na carne dos animais alimentados com C e FAG.

Tabela 8. Perfil de ácidos graxos insaturados (%) do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Ácido Graxo	Nomenclatura	Dieta experimental				EPM ¹	P - Valor
		C	FA	G	FAG		
Monoinsaturados							
Miristoleico	C14:1	0,09c	0,082c	0,17a	0,11b	0,008	<0,01
Palmitoleico	C16:1	1,29	1,12	1,34	1,25	0,037	0,18
Heptadecenoico	C 17:1	0,47d	0,52c	1,24a	0,76b	0,070	<0,01
Oleico	C18:1n9c	38,20b	38,22b	44,05a	42,70a	0,783	<0,01
Cis-Vacênico	C18:1n7	1,83ab	1,90a	1,60c	1,64bc	0,038	<0,01
Eicosenoico	C20:1n9	0,08ab	0,09a	0,07b	0,08ab	0,003	0,02
Nervônico	C24:1n9	0,23ab	0,20bc	0,19c	0,24a	0,004	<0,01
Poliinsaturados							
Linoleico	C18:2n6c	4,00ab	4,81a	2,45c	3,72b	0,230	<0,01
α-Linolenico	C18:3n3	0,26	0,24	0,19	0,25	0,015	0,47
γ-Linolenico	C18:3n6	0,07	0,08	0,05	0,07	0,004	0,19
Linoleico Conjugado (CLA)	C18:2c9,t11	0,67a	0,57ab	0,42b	0,49ab	0,033	0,02
Eicosadienoico	C20:2	0,04ab	0,05a	0,02c	0,03bc	0,002	<0,01
Eicosatrienoico (Cis - 8, 11, 14)	C20:3n6	0,17a	0,14ab	0,10b	0,15ab	0,008	<0,01
Araquidônico	C20:4n6	1,56a	1,58a	1,17b	1,57a	0,053	<0,01
Eicosapentaenoico (EPA)	C20:5n3	0,10	0,10	0,08	0,10	0,003	0,16
Docosatetraenoico (DTA)	C22:4n6	0,16b	0,20a	0,12c	0,14bc	0,008	<0,01
Docosahexaenoico (DHA)	C22:6n3	0,03b	0,05a	0,03b	0,04 ab	0,002	0,02

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹EPM- erro padrão da média. C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as percentagens de inclusão baseadas na matéria seca.

A carne dos animais alimentado com FA teve a maior ($P<0,05$) concentração dos ácido graxo linoleico, eicosadienoico e docosatetraenoico (DTA). O linoleico conjugado (CLA) teve a maior concentração na carne dos animais alimentados com G. Nestes mesmos animais observou-se a menor concentração do ácido graxo araquidônico. O ácido graxo docosahexaenoico (DHA) foi superior na carne dos animais alimentados com as dietas FA e FAG.

Na Tabela 9 pode-se observar que a concentração de AGMI e a relação AGMI:AGS foram superiores ($P<0,05$) nas carnes dos animais alimentados com as dietas G e FAG. Já a concentração de AGD foi superior ($P<0,05$) na carne dos animais alimentados com a dieta FAG e menor no C. As demais concentrações e relações não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel.

Tabela 9. Concentrações (%) e relações dos ácidos graxos do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Variável	Dieta experimental				EPM ¹	P - valor
	C	FA	G	FAG		
AGS ¹	49,96	49,17	46,98	46,17	0,596	0,07
AGI ²	50,04	50,83	53,02	53,84	0,592	0,06
AGMI ³	42,10b	42,15b	48,50a	46,99a	0,831	<0,01
AGPI ⁴	7,94	8,68	4,52	6,85	0,650	0,11
AGD ⁵	70,99b	72,23ab	72,81ab	74,43a	0,411	0,01
AGI:AGS	1,00	1,04	1,13	1,17	0,026	0,07
AGMI:AGS	0,85b	0,86b	1,04a	1,02a	0,026	<0,01
AGPI:AGS	0,16	0,18	0,10	0,15	0,014	0,20
n-3 ⁶	0,40	0,46	0,28	0,55	0,049	0,28
n-6 ⁷	6,90	7,65	3,83	5,78	0,598	0,11
n-6/n-3	17,38	18,11	13,56	11,92	0,955	0,05

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). ¹EPM- erro padrão da média; C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as percentagens de inclusão baseadas na matéria seca.

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

²AGI=(C14:1+C16:1+C17:1+C18:1n-9+C18:1n-7+C20:1n-9+C24:1n-9+C18:2n-6+C18:3n-3+C18:23n-6+C18:2c9,t11+C20:2+C20:3n-6+C20:4n-6+C20:5n-3+C22:4n-6+C22:6n-3);

³AGMI= (C14:1+C16:1+C17:1+C18:1n-9+C18:1n-7+C20:1n-9+C24:1n-9);

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

⁵AGD= (AGMI+AGPI+C18:0);

⁶n-3= (C18:3n-3+ C20:5n-3+ C22:6n-3);

⁷n-6= (C18:2n-6+ C18:3n-6+ C20:3n-6+ C20:4n-6+ C22:4n-6).

Na Tabela 10 encontram-se os índices, somas e relações dos ácidos graxos, sendo que as atividades das enzimas dessaturases não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel na dieta dos cordeiros, bem como o índice de trombogenicidade e o somatório dos ácidos graxos neutros. A atividade da enzima enlogase foi maior na carne dos animais alimentados com FAG em relação aos alimentados com C e FA. O índice de aterogenicidade foi maior ($P<0,05$) na carne dos animais alimentados com a dieta C e menor com a FAG. A soma dos ácidos graxos hipercolesterolêmicos (H) tiveram o mesmo comportamento.

A carne dos animais alimentados com as dietas C e FA tiveram as maiores ($P<0,05$) quantidades de ácidos graxos hipocolesterolêmicos (h). Já a relação h:H foi menor ($P<0,05$) na carne dos animais alimentados com a dieta FAG e maior no C.

Tabela 10. Índices, somas e relações dos ácidos graxos do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento, recebendo dietas sem ou com inclusão de coprodutos do biodiesel e do amendoim

Variável	Dieta experimental				EPM ¹	P - valor
	C	FA	G	FAG		
Δ^9 dessaturase 16 ¹	4,79	4,55	5,61	5,49	0,169	0,05
Δ^9 dessaturase 18 ²	64,42	64,19	68,93	67,34	0,758	0,06
Elongase ³	69,77c	70,72bc	72,73ab	73,55a	0,442	<0,01
Aterogenicidade ⁴	0,72a	0,67ab	0,57bc	0,54c	0,022	<0,01
Trombogenicidade ⁵	7,00	7,50	4,67	6,51	0,440	0,11
Hipocolesterolêmicos (h) ⁶	44,75b	44,67b	47,66a	48,48a	0,511	<0,01
Hipercolesterolêmicos (H) ⁷	27,26a	26,02ab	24,47bc	23,30c	0,428	<0,01
h:H	1,64c	1,72cb	1,95ab	2,08a	0,049	<0,01
Neutros ⁸	21,10	21,55	19,91	20,71	0,450	0,65

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

¹EPM- erro padrão da média; C: dieta controle com concentrado padrão; FA: concentrado com 20% de farelo de amendoim; G: concentrado com 25% de glicerina bruta e FAG: concentrado com 10% de farelo de amendoim e 12,5% de glicerina, sendo as percentagens de inclusão baseadas na matéria seca.

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

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

⁵Trombogenicidade= $[(C14:0 + C16:0 + C18:0) / ((0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma n-6 + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6))]$;

⁶h= $(C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:4)$; ⁷H= $(C14:0 + C16:0)$; ⁸Neutros= $C10:0 + C18:0$.

4. Discussão

4.1. Qualidade da carne e aceitação sensorial

Os valores observados para pH e cor (Tabela 3) encontram-se dentro da normalidade para carne ovina. Segundo Wulf et al. (2002), o pH inicial fica em torno de 7,0, caindo para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5-5,8 após 24 horas *post mortem*. Valores de pH final acima de 6 são característicos de animais que sofreram estresse pré-abate (Silva Sobrinho et al., 2005), fato esse que não ocorreu nesse trabalho, visto que a média do pH às 24 horas *post mortem* foi de 5,53. Trabalhando com ovinos da raça Santa Inês alimentados com quatro níveis de inclusão de glicerina (7,5; 15,0; 22,5 e 30% da dieta), Carvalho et al. (2015) observaram valores médios de pH inicial e final de 6,48 e 5,81 respectivamente, sendo que a glicerina não promoveu alteração ($P > 0,05$) para tal variável.

De acordo com Gomide, Ramos & Fontes (2013), o pH é o principal indicador da qualidade final da carne, modificando, direta ou indiretamente cor, aparência, sabor, aroma, maciez, suculência, propriedades funcionais, capacidade de retenção de água e capacidade emulsionante. O fato de o pH não ter sido influenciado ($P > 0,05$) pela inclusão dos coprodutos do biodiesel e ter-se mantido em valores aceitáveis para carnes consideradas de qualidade, corroborou com os valores considerados aceitáveis para cor, CRA, PPD, PPC, FC e CS, visto que o pH têm influência sobre essas características.

Sañudo et al. (2000) relataram que, para os parâmetros de cor da carne ovina, são considerados dentro da normalidade variações de 30,03 a 49,47 para L^* , de 8,24 a 23,53 para a^* e de 3,38 a 11,10 para b^* . Os valores observados neste trabalho estiveram dentro deste intervalo reportado: 39,05 para L^* ; 15,71 para a^* e 3,38 para b^* . Trabalhando com ovinos Ile de France alimentados sem e com dois níveis de glicerina (10 e 20% da dieta), Borghi et al. (2016) não observaram alteração ($P > 0,05$) na cor do músculo *longissimus lumborum*, que exibiram valores médios de 39,37 para L^* , 13,50 para a^* e 3,54 para b^* .

Os valores observados para FC são característicos de carne de maciez mediana, visto que, de acordo com Cezar e Sousa (2007), a carne ovina pode ser classificada como macia quando apresentar FC abaixo de 22,26 N, de maciez mediana com FC de 22,26 a 35,60 N; duras se apresentarem FC maior do que 35,60 N e se for superior a 53,35 N é classificada como extremamente dura. Ramos e Gomide (2007) afirmaram que entre as características que contribuem para a qualidade da carne ovina, a maciez é considerada a característica de maior importância na determinação da aceitabilidade e satisfação do consumidor. Queiroz et al (2008) avaliando diferentes fontes proteicas

(farelo de soja, amendoim, canola e algodão) na dietas de cordeiros Santa Inês não observaram influência ($P>0,05$) da dieta na FC do músculo *longissimus*, com média de 3,95 kg.

De acordo com Wheeler & Koohmaraie (1994), a determinação do tamanho de sarcômero demonstra correlação positiva entre sua dimensão e o desenvolvimento do *rigor mortis*, bem como da maciez da carne. Sabe-se que quanto maior o comprimento do sarcômero, menor é a força empregada para cisalhar a carne, visto que o comprimento do sarcômero é correlacionado positivamente com a maciez da carne ($r=0,80$). Borghi et al. (2016) observaram 1,81; 1,81 e 1,80 μm para comprimento de sarcômero de cordeiros Ile de France alimentados sem e com 10 e 20% de glicerina em porcentagem da matéria seca, sendo semelhantes aos resultados encontrados no presente estudo.

A aceitação sensorial da carne não foi influenciada ($P>0,05$) pela inclusão do farelo de amendoim e glicerina (Tabela 5), podendo ser observado ainda que as notas atribuídas ao aspecto geral foram consideradas altas, com média de 6,92. As características sensoriais da carne podem variar com a espécie, raça, idade, sexo, alimentação e manejo pós-mortem, sendo que o pH e o perfil de ácidos graxos influenciam diretamente a aceitação sensorial da carne (Osório, et al, 2009, Ribeiro et al., 2011). Como neste trabalho não foram observadas diferenças nos valores de pH e nas concentrações totais de ácidos graxos saturados e insaturados, é justificável a inexistência de alterações ($P<0,05$) na aceitação sensorial.

A composição centesimal da carne ovina pode oscilar em função de fatores como raça, sexo, peso ao abate, ambiente, dieta e estado de acabamento do animal, resultando em variações das porcentagens de proteína, água e gordura. A adição de farelo de amendoim e glicerina na dieta dos cordeiros não influenciou a composição centesimal da carne (Tabela 6), sendo que esta permaneceu dentro dos padrões aceitáveis para carne ovina, que segundo Tornberg (2005) é de 75% de umidade, 20% de proteína e 3% de gordura.

4.2. Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos saturados mirístico (14:0) e palmítico (16:0), considerados causadores do aumento do colesterol em humanos, foram observados em maiores quantidades ($P<0,05$) na carne dos animais alimentados com a dieta C (Tabela 7). Classificando este tratamento como o mais indesejável no sentido de carne saudável,

fato este atribuído a estes ácidos representarem 27,3% do total dos ácidos graxos da carne dos animais deste tratamento e, por juntamente com o ácido graxo saturado láurico (12:0), serem considerados os responsáveis pelo efeito hipercolesterolêmico e desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido a sua menor ação sobre a atividade dos receptores hepáticos para lipoproteínas de baixa densidade (LDL), o que aumenta sua fração circulante no plasma (Dietschy, 1998),

O ácido graxo monoinsaturado oleico (18:1) foi observado em maior concentração ($P < 0,05$) na carne dos animais alimentados com as dietas G e FAG (Tabela 7), sendo este comportamento explicado pela possível redução da lipólise e biohidrogenação ruminal com a inclusão de glicerina na dieta dos cordeiros (Edwards et al., 2012).

A redução da concentração do ácido graxo palmítico (16:0) e aumento do oleico (18:1) com a inclusão da glicerina também foi observado por Avila-Stagno et al. (2013) e Carvalho et al. (2015), este comportamento é visto de forma favorável, uma vez que o ácido palmítico tem sido considerado prejudicial para as concentrações séricas de colesterol em humanos; diferente do ácido graxo oleico que tem sido associado positivamente com lipoproteína de alta densidade (HDL), benéfica às concentrações plasmáticas de colesterol (Gilmore et al., 2011; Scollan et al., 2006).

Contrariamente aos resultados observados neste estudo, Borghi et al. (2016) e San Vito et al. (2015), não observaram alteração nas concentrações do ácido graxo oleico (18:1) ao utilizarem glicerina na dieta de ovinos e bovinos respectivamente. Bezerra et al. (2016) e Correia et al. (2016) também não reportaram alteração nas concentrações deste ácido graxo na carne de animais das mesmas espécies quando incluíram torta de amendoim na dieta.

A concentração do ácido graxo linoleico (18:2) foi maior na carne dos animais alimentados com a dieta FA e menor com a G, resultado atribuído às concentrações deste ácido nas dietas (Tabela 2), que seguiu a mesma ordem na carne. Apesar dos maiores valores de linoleico na dieta serem observados no tratamento controle, na carne dos cordeiros este ácido foi predominante no FA, sendo este fato atribuído ao processo de biohidrogenação ruminal, onde pode ser constatado nos valores de CLA, que por sua vez foram maiores na carne dos animais alimentados com a dieta C (Tabela 8).

O termo CLA refere-se a um grupo de ácidos graxos insaturados que são produzidos no rúmen durante a biohidrogenação dos ácidos linoleico e α -linolênico por

bactérias do gênero *Butyrivibrio fibrisolvens* ou por síntese do ácido vacênico (C18:1 trans-11), via enzima $\Delta 9$ -dessaturase (Onogi et al., 2015).

Os valores de CLA neste trabalho foram semelhantes aos citados por Carvalho et al. (2015) ao trabalharem com glicerina na alimentação de cordeiros (média de 0,55%), superiores aos observados por Bezerra et al. (2016) e Borghi et al. (2016), trabalhando com torta de amendoim e glicerina na alimentação de cordeiros (médias de 0,11 e 0,25%).

As porcentagens de ácidos graxos saturados, média de 48,07%, foram menores do que as de insaturados, média de 51,93% (Tabela 9), atribuindo à carne características diferenciadas ao propiciar aos consumidores redução na ingestão de gordura saturada. As concentrações de ácidos graxos monoinsaturados bem como sua relação com os ácidos graxos saturados foram maiores ($P < 0,05$) nas carnes dos animais alimentados com as dietas G e FAG (Tabela 9), comportamento desejável, visto que estes ácidos graxos monoinsaturados são considerados benéficos à saúde humana, quando comparados aos ácidos graxos saturados.

A atividade da enzima elongase foi maior ($P < 0,05$) nas carnes dos animais alimentados com as dietas G e FAG. Comportamento oposto foi observado para o índice de aterogenicidade (Tabela 10). A enzima elongase age adicionando dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia (Martin et al., 2006). O menor índice de aterogenicidade encontrado na carne de animais alimentados com glicerina (G e FAG) foi atribuído à tendência ($P = 0,06$) para maiores concentração de ácidos graxos insaturados, à menor ($P < 0,05$) concentração de ácido graxo palmítico (16:0) e às menores concentrações do ácido mirístico (14:0).

A carne dos animais alimentados com G e FAG tiveram maiores ($P < 0,05$) relações h:H, outro aspecto positivo atribuído à estas carnes, salientando ainda que a carne dos animais alimentados com a dieta C exibiu a menor relação h:H seguido do tratamento FA, evidenciando a contribuição positiva da inclusão de glicerina na dieta de cordeiros no tocante à produção de carne mais saudável. A relação h:H constitui um índice que considera a atividade funcional dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade está relacionado com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. De acordo com Santos-Silva et al. (2002), considera-se 2,0 como valor de referência para tal relação, valores superiores caracterizam produtos saudáveis, pois são compostos, em sua maior parte, de ácidos graxos hipocolesterolêmicos.

5. Conclusões

Na dieta de cordeiros o farelo de amendoim e a glicerina podem substituir o farelo de soja e o milho de forma parcial e a glicerina substituir o milho de forma total, sem que haja alterações na qualidade da carne e ainda melhorar o perfil lipídico desta. Evidenciado pelos maiores teores de ácidos graxos monoinsaturados, maior relação ácidos graxos monoinsaturados:saturados, maiores somas dos ácidos graxos hipocolesterolêmicos e menor relação n-6:n-3, resultando em um produto mais saudável para os consumidores.

6. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido (Processo nº 2013/ 23495-5).

7. Referências

Aletor, O. & Ojelabi, A. (2007). Comparative evaluation of the nutritive and functional attributes of some traditional Nigerian snacks and oil seed cakes. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(1), 99-103.

AMSA- American Meat Science Association (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago ational Livestock and Meat Boarn, IL.

AOAC (1990). Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists (15th ed.) (Washington, DC, USA).

AOAC (1995). Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists (16th ed.) (Arlington, VA, USA).

Avila-Stagno, J., Chaves, A.V., He, M.L., Harstad, O.M., Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., & Mcallister, T.A. (2013). 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*. 91, 829-837.

Behmer, O. A.; Jordens, J. Z.; Griffiths, D. T. & Benez, S. M. (1976). Manual de técnicas para histologia normal e patológica. Ed. EDART, São Paulo, Brazil.

- Berthelot, V. Bas, P. Schmidely, P. & Duvaux-Ponter C. (2001). Effect of dietary propionate on intake patterns and fatty acid composition of adipose tissues in lambs. *Small Ruminant Research*. 40, 29–36.
- Bezerra, L. S., Barbosa, A. M., Carvalho, G. G. P., Simionato, J. I., Freitas, J. E., Araújo, M. L. G. M. L., & Carvalho, B. M. A. (2016). Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. *Meat Science*. 121, 88-95.
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemical and Physiology* 37, 911-917.
- Boleman, S.J., Boleman, S.L., Miller, R.K., Taylor, J.F., Cross, H.R., Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., Shackelford, S.D., Miller, M.F., Johnson, D.D., & Savell, J.W. (1997). Consumer evaluation of beef of know categories of tenderness. *Journal of Animal Science*. 75, 1521- 1524.
- Borghi, T. H., Silva Sobrinho, A. G. D., Zeola, N. M. B. L., Almeida, F. A. D., Cirne, L. G. A., & Lima, A. R. C. (2016). Dietary glycerin does not affect meat quality of Ile de France lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 45, 554-562.
- Cañeque, V., & Sañudo, C. (2000). *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Instituto Nacional Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Carvalho, V. B., Leite, R. F., Almeida, M. T. C., Paschoaloto, J. R., Carvalho, E. B., Lanna, D. P. D., & Ezequiel, J. M. B. (2015). Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. *Meat science*. 110, 285-292.
- CIE – International Comissiono on Illumination. (2004). *Colorimetry technical report*.
- Correia, B. R., Carvalho, G. G. P., Oliveira, R. L., Pires, A. J. V., Ribeiro, O. L., Silva, R. R., & Carvalho, B. M. A. (2016). Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. *Meat science*. 118, 157-163.
- Dietschy, J.M. (1998) Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol. *Journal Nutrition*.128, 444-448.
- Edwards, H. D., Anderson, R. C., Miller, R. K., Taylor, T. M., Hardin, M. D., Smith, S. B., Krueger, N. A., & Nisbet, D.J.. (2012). Glycerol inhibition of ruminal lipolysis in vitro. *Journal of Dairy Science*. 959, 5176–5181.
- Ezekiel, C. N., Alabi, O. A., Anokwuru, C. P., & Oginni, O. (2011). Studies on dietary aflatoxin-induced genotoxicity using two in vivo bioassays. *Archives of Applied Science Research*, 3(2), 97-106.
- Favaro, V. R., Ezequiel, J. M. B., Almeida, M. T. C., D'Aurea, A. P., Paschoaloto, J. R., van Cleef, E. H. C. B., Carvalho, V. B., & Junqueira, N. B. (2016). Carcass traits and

meat quality of Nellore cattle fed different non-fiber carbohydrates sources associated with crude glycerin. *Animal*, 10(08), 1402-1408.

Gilmore, L. A., Walzem, R. L., Crouse, S. F., Smith, D. R., Adams, T. H., Vaidyanathan, V., Cao, X., & Smith, S. B. (2011). Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-cholesterol concentration but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. *Journal of Nutrition*, 141, 1188–1194.

Gomide, L. D. M., Ramos, E. M., & Fontes, P. R. (2013). Ciência e qualidade da carne: fundamentos. Viçosa: Editora UFV.

Hamm, R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In P. J. Bechtel (Ed.), *Muscle as food* (pp. 135–199). New York: Academic Press.

Hartman, L. & Lago, R. C. A. (1973). Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice* 22, 475-476.

Krueger, N. A., Anderson, R. C., Tedeschi, L. O., Callaway, T. R., Edrington, T. S., & Nisbet, D. J. (2010). Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. *Bioresource Technology*, 101(21), 8469–8472.

Lee SY, Lee SM, Cho YB, Kam DK, Lee SC, Kim CH & Seo S 2011. Glycerol as a feed supplement for ruminants: in vitro fermentation characteristics and methane production. *Animal Feed Science and Technology*. 166, 269–274.

Malau-Aduli, A. E. O., Siebert, B. D., Bottema, C. D. K. & Pitchford, W. S. (1997). A comparasion of the fatty acid composition of tryacilglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 48, 715-722.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S.D.A / M.A.A. *Diário Oficial da União*, Brasília. Sec.I.P.14-16.

Martin, C. A., Almeida, V. V., Ruiz, M. R., Visentainer, J. E. L., Matshushita, M., Souza, N. E., & Visentainer, J. V. (2006). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. *Revista de Nutrição*. 19, 761–770.

Moraes, M. A. C. (1993). Métodos para avaliação sensorial dos alimentos 8. Ed. Campinas: UNICAMP. 93P.

NRC - National Research Council. (2007). *Nutrient requeriments of small ruminants: sheep, goats, cervids and New World camelids*. National Academies Press, Washington, DC.

- Onogi, A., Ogino, A., Komatsu, T., Shoji, N., Shimizu, K., Kurogi, K., & Iwata, H. (2015). Whole-genome prediction of fatty acid composition in meat of Japanese Black cattle. *Animal Genetics*. 46, 557–559.
- Osório, J. C. D. S., Osório, M. T. M., & Sañudo, C. (2009). Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38, 292-300.
- Queiroz, M. A. Á., Susin, I., Pires, A. V., Mendes, C. Q., Gentil, R. S., Almeida, O. C. D., & Mourão, G. B. (2008). Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes proteicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 43, 1193-1200.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2007). Avaliação objetiva da cor. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias, Viçosa: Editora UFV*. 287-370.
- Rhee, K. S. (1992). Fatty acids in meats and meat products. In C. K. Chow (Ed.). *Fatty acids in foods and their health implications*. New York: Marcel Dekker, 65-93.
- Ribeiro, C. V. D. M., Oliveira, D. E., Juchem, S. O., Silva, T. M., & Nalério, É. S. (2011). Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(1), S121-S137.
- San Vito, E., Lage, J. F., Ribeiro, A. F., Silva, R. A., & Berchielli, T. T. (2015). Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. *Meat science*. 100, 17-23.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*. 77, 187-194.
- Sañudo, C., Enser, M.E., Campo, M.M., Nute, G.R., María, G., Sierra, I. E. & Wood, J.D. (2000). Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*. 54, 339-346.
- Scollan, N., Hocquette, J., Nuernberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I. and Moloney, A. (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*. 74,17-33.
- Silva Sobrinho, A. G., Purchas, R. W., Kadim, I. T., & Yamamoto, S. M. (2005). Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34, 1070-1078.
- Sniffen, C. J.; O’connor, J. D.; Van Soest, P. J.; Fox, D. G.; & Russel, J. B (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 70, 3562-3577.
- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*. 70,493-508.

Ulbricht, T. L. V., & Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*. 338, 985-992.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, and non starch polysaccharides in relations to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597

Wheeler, T.L. & Koohmaraie, M. (1994). Prerigor and *post rigor* changes in tenderness of ovine *Longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*. 72, 1232-1238.

Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2005). Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science*. 83, 196-207.

Wulf, D. M., Emmett, R. S., Leheska, J. M., & Moeller, S. J. (2002). Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal of Animal Science*. 80,, 1895-1903.