



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA ALIMENTAÇÃO
DE CORDEIROS**

Autor: Marcus Andrade Wanderley Junior
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristiane Leal dos Santos

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2018

MARCUS ANDRADE WANDERLEY JUNIOR

**COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA ALIMENTAÇÃO
DE CORDEIROS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientadora: Prof. Dr^a Cristiane Leal dos Santos

Co-orientadores: Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva
Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2018

636.085 Wanderley Junior, Marcus Andrade.

W215a Coprodutos agroindustriais na alimentação de cordeiros. / Marcus Andrade Wanderley Junior. – Itapetinga-BA: UESB, 2018.

98f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação da Prof^ª. D.Sc. Cristiane Leal dos Santos e coorientação do Prof. D.Sc. Herymá Giovane de Oliveira Silva e Prof. D.Sc. Márcio dos Santos Pedreira.

1. Cordeiros – Coprodutos - Análise de componentes principais. 2. Cordeiros – Alimentação - Carço de algodão. 3. Cordeiros - Alimentação - Farelo de girassol. 4. Cordeiros - Alimentação - Torta de mamona. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Santos, Cristiane Leal dos. III. Silva, Herymá Giovane de Oliveira. IV. Pedreira, Márcio dos Santos. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Cordeiros – Coprodutos - Análise de componentes principais
2. Cordeiros – Alimentação - Carço de algodão
3. Cordeiros - Alimentação - Farelo de girassol
4. Cordeiros - Alimentação - Torta de mamona

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Coprodutos agroindustriais na alimentação de cordeiros".

Autor (a): Marcus Andrade Wanderley Júnior

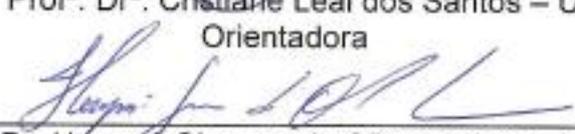
Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Leal dos Santos

Co-orientador (a): Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva
Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira

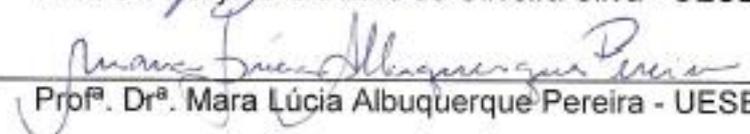
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



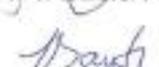
Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Leal dos Santos – UESB
Orientadora



Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva - UESB



Prof^ª. Dr^ª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira - UESB



Prof^ª. Dr^ª. Ivina Paula Almeida dos Santos – IF Baiano



Prof. Dr. Antônio Amando Pinto Garcia Júnior – UESB

Data de realização: 06 de março de 2018.

À minha amada esposa **Priscilla**, pelo apoio, compreensão, carinho, respeito e amor dedicado.

À minha filha **Giovanna**, por encher minha vida de amor, alegria, paz e esperança. Com minha filha, todas as dificuldades encontradas se tornaram pequenas!

Às minhas mães, **Heleni**, **Rita**, **Eunice** (*in memoriam*) e **Anésia** (*in memoriam*), pelos ensinamentos de vida e amor incondicional. Tudo o que sou, devo a elas!!

Aos meus irmãos, **Marianne** e **Marcio**, pelo amor e união.

Ao meu pai, **Marcus**, pelo amor, apoio e conselhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelas bênçãos alcançadas, sabedoria nos momentos de dificuldade e livramentos.

Ao **Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA**, por permitir o meu afastamento integral para dedicação aos estudos.

À **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB**, Campus Juvino Oliveira, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À minha orientadora, **Prof. Dra. Cristiane Leal dos Santos**, por acreditar, desde o primeiro momento em que solicitei a sua orientação, que eu, mesmo não apresentando a formação acadêmica específica do curso, seria capaz de realizar todas as atividades.

Aos meus queridos colegas e amigos de laboratório, **Jeferson, Leandro, Rodrigo e Thon**, pelo companheirismo e ajuda, durante toda a caminhada do Doutorado.

A todos os **alunos de IC**, que também contribuíram significativamente para o andamento das atividades.

Ao **Prof. Dr. Ivon**, pelos ensinamentos e, sobretudo, por me estender as mãos em um momento de dificuldade, possibilitando a realização das análises de ácidos graxos.

Aos meus sogros, **Severino e Lucia**, por me acolherem quando precisei realizar as análises de ácidos graxos na UESC.

À **Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC**, representada pelo Laboratório de Bioenergia e Meio Ambiente, pela possibilidade de realização das análises de ácidos graxos.

A todos os **Professores** das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos e formação científica.

Enfim, a todos que colaboraram com a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

OBRIGADO!

BIOGRAFIA

MARCUS ANDRADE WANDERLEY JUNIOR, filho de Heleni Teixeira Silveira e Marcus Andrade Wanderley, nasceu em Jequié - BA, no dia 25 de junho de 1980.

Em setembro de 2005, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB e, em novembro de 2008, obteve o título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Em março de 2014, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

Desde setembro de 2009 é servidor federal, atuando como docente do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFBA, Campus Porto Seguro, no curso Técnico de Alimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS	VI
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I– REFERENCIAL TEÓRICO	9
1.1. INTRODUÇÃO	9
1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
1.2.1. <i>Uso de coprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes</i>	<i>11</i>
<i>Torta de Mamona:.....</i>	<i>11</i>
<i>Caroço de Algodão:</i>	<i>14</i>
<i>Farelo de Girassol:</i>	<i>17</i>
1.2.2. <i>Lipídios e Ácidos Graxos.....</i>	<i>18</i>
1.2.2. <i>Perfil de ácidos graxos na Carne Ovina.....</i>	<i>23</i>
1.2.3. <i>Colesterol.....</i>	<i>25</i>
1.2.4. <i>Análise de Componentes Principais.....</i>	<i>26</i>
1.3. REFERÊNCIAS	30
II – OBJETIVOS GERAIS	41
III – CAPÍTULO I - Qualidade da gordura da carne de cordeiros Dorper x Santa Inês em dietas com coprodutos agroindustriais	42
RESUMO	42
ABSTRACT	43
3.1. INTRODUÇÃO	44
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	45
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.4. CONCLUSÃO.....	69
3.5. REFERÊNCIAS	70
IV – CAPÍTULO II - Correlação da dieta animal, desempenho e ácidos graxos da carne de cordeiros por análise de componentes principais.....	77
RESUMO	77
ABSTRACT.....	78
4.1. INTRODUÇÃO	79
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	81
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4.4. CONCLUSÃO.....	93
4.5. REFERÊNCIAS	94
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Processos envolvidos na produção do ácido linoleico conjugado (CLA) em animais ruminantes.....23
- FIGURA 2:** Pesos das variáveis em estudo (a) e distribuição das dietas experimentais (b) entre os dois primeiros componentes principais.....92

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.	46
TABELA 02: Teores médios de ácidos graxos dos concentrados e volumoso utilizados nas dietas experimentais.	48
TABELA 03: Teor médio de ácidos graxos saturados e seu grupamento maior, em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.	54
TABELA 04: Índices de atividade dessaturase em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.	56
TABELA 05: Teor médio de ácidos graxos monoinsaturados e seu grupamento maior, em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.	58
TABELA 06: Teor médio de ácidos graxos poli-insaturados e seu grupamento maior, em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.	61
TABELA 07: Índices de qualidade da gordura em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.	66
TABELA 08: Teor de colesterol ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.	67
TABELA 09: Consumo de matéria seca e parâmetros de desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas experimentais com coprodutos agroindustriais.	83
TABELA 10: Matriz de Covariâncias.	88
TABELA 11: Matriz de Correlação.	88
TABELA 12: Autovalores e percentual da variância explicada e cumulativa ao longo dos componentes principais (CP).	89
TABELA 13: Pesos das variáveis em estudo nos 3 primeiros componentes principais (CP).	90

RESUMO

WANDERLEY JUNIOR, Marcus Andrade. **Coprodutos agroindustriais na alimentação de cordeiros**. Itapetinga, BA: UESB, 2018. 98p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se avaliar o efeito do uso de coprodutos agroindustriais na dieta de cordeiros sobre a qualidade nutricional da gordura da carne de músculos com características metabólicas distintas. Ademais, melhorar a exposição e compreensão do conjunto de dados originais e a diferenciação ou agrupamento das dietas experimentais, por Análise de Componentes Principais (ACP). Vinte cordeiros Dorper x Santa Inês foram distribuídos entre quatro dietas experimentais: controle (C), ou dietas contendo caroço de algodão (CA), farelo de girassol (FG) ou torta de mamona (TM). Foi adotado um período experimental de 106 dias para avaliação do desempenho. Após este período, os animais foram abatidos. Amostras dos músculos *Biceps femoris* (BF), *Logissimus dorsi* (LD), *Semimembranosus* (SM) e *Triceps brachii* (TB) foram tomadas para as análises de ácidos graxos e colesterol. No Capítulo I, nota-se que as dietas TM e FG produziram carnes com menores teores de AGPI n-6, comparadas à dieta C. A dieta TM contribuiu para a redução tecidual dos AGPI n-3. Na carne do BF, a dieta TM proporcionou a menor concentração tecidual de colesterol. Menor concentração de CLA e razão P/S, e maior teor de AGS e Índice de Trombogenicidade foram características observadas na carne do LD. A carne do BF, na dieta CA, apresentou a maior concentração de colesterol. O FG mostrou ser mais indicado para alimentação de cordeiros, uma vez que reduziu os AGPI n-6 sem, contudo, diminuir os níveis de AGPI n-3. A carne do LD apresentou os mais baixos índices de qualidade de gordura. Carnes de músculos mais oxidativos, como o BF, geram carnes com maior concentração de colesterol. No Capítulo II, percebe-se que as dietas C e CA proporcionaram características similares de qualidade de gordura da carne e desempenho animal. As dietas FG e TM formaram grupos isolados, com características de gordura e desempenho distintas. Carnes com maior concentração de AGPI n-6 foram observadas nos animais das dietas C e CA. A dieta FG levou à produção de carnes com maior teor de AGS e colesterol. A dieta TM foi relacionada à melhoria das características de desempenho animal e ao menor teor de colesterol e AGPI n-6. A TM, por proporcionar melhores características de desempenho animal e qualidade de carne, foi o coproduto preferido para alimentação de cordeiros, nas porções empregadas neste experimento.

Palavras-chave: ácidos graxos; análise de componentes principais; caroço de algodão; colesterol; farelo de girassol; torta de mamona.

*Orientador: Cristiane Leal dos Santos, Dra. UESB e Co-orientadores: Herymá Giovane de Oliveira Silva, Dr. UESB e Márcio dos Santos Pedreira, Dr. UESB.

ABSTRACT

WANDERLEY JUNIOR, Marcus Andrade. **Agroindustrial coproducts in lambs feed.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 98p. Thesis. (PhD in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production).*

This work aimed to evaluate the effect of using agroindustrial co-products in the diet of lambs, about the nutritional quality of meat fat of muscles with different metabolic characteristics. In addition, to improve the exposure and comprehension of the original data set and the differentiation or grouping of experimental diets by Principal Component Analysis (PCA). Twenty Dorper x Santa Inês lambs were distributed into four experimental groups and fed a control diet (C), or diets containing cottonseed (CS), sunflower meal (SFM), and castor cake (CC). It was used an experimental period of a hundred and six days for performance evaluation. After this period, the animals were slaughtered and samples of Biceps femoris (BF), Longissimus dorsi (LD), Semimembranosus (SM), and Triceps brachii (TB) muscles were taken for fatty acid and cholesterol analysis. Chapter I - The CC and SFM diets produced meat with lower levels of n-6 Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs) compared to the C diet. The CC diet contributed to the reduction of n-3 PUFAs. In BF meat, the CC diet provided the lowest tissue concentration of cholesterol. Lower Conjugated Linoleic Acid (CLA) concentration and P/S (polyunsaturated to saturated) ratio and higher Saturated Fatty Acid (SFA) content and Thrombogenicity Index were observed in LD meat. BF meat in the CS diet presented the highest concentration of cholesterol. SFM was shown to be more suitable for lamb feeding, since it reduced n-6 PUFAs without, however, decreasing n-3 PUFA levels. LD meat had the lowest fat quality indexes. More oxidative muscle meats, such as BF, generate meats with a higher concentration of cholesterol. Chapter II – The C and CS diets provided similar fat quality and animal performance characteristics. The SFM and CC diets formed isolated groups with different fat and performance characteristics. Meat with higher concentration of n-6 PUFA was observed in the diets C and CS. The SFM diet led to the production of meat with higher levels of SFA and cholesterol. The CC diet was related to the improvement of animal performance characteristics and lower cholesterol content and n-6 PUFA. The TM diet was the preferred co-product for lamb feeding by providing better animal performance and meat quality characteristics in the proportions employed in this experiment.

Key words: castor cake, cholesterol, cottonseed, fatty acids, principal component analysis, sunflower meal.

*Advisor: Cristiane Leal dos Santos, Dr. UESB and Co-Advisors: Herymá Giovane de Oliveira Silva, Dr. UESB and Márcio dos Santos Pedreira, Dr. UESB.

I– REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro, com um efetivo de 11,62 milhões de ovinos, concentra 63,5% de todo o rebanho nacional (IBGE, 2016). Nesta região, a ovinocultura é uma das mais importantes atividades econômicas, embora ainda seja caracterizada como uma atividade de baixo rendimento, principalmente devido à predominância do tipo de exploração extensiva, a qual é dependente das condições climáticas.

A região Nordeste do Brasil, particularmente a semiárida, caracteriza-se por chuvas irregulares e prolongados períodos de estiagem, o que compromete o fornecimento de pastagens naturais e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes no sistema de produção, acarretando baixa produtividade, elevada taxa de mortalidade de animais jovens e idade tardia ao abate (Silva et al., 2010; Nunes et al., 2007). Assim, o confinamento dos animais surge como uma alternativa para atenuar a carência nutricional nos períodos de seca prolongada, com efeito direto no rendimento de produção e qualidade de carne.

Neste sentido, a busca por alimentos alternativos com potencial para a substituição completa ou parcial dos concentrados convencionais representa uma forma de maximizar a produção da carnes, minimizar os gastos com a alimentação animal (Rodrigues e Rondina, 2013) e, não menos importante, contribuir com a melhoria da qualidade sensorial e nutricional da carne.

Existe, hoje, uma variedade de alimentos que pode ser utilizada como fonte proteica na alimentação de ovinos, como, por exemplo, os coprodutos do processamento de oleaginosas – como a torta de mamona (Alves et al., 2016; Pompeu et al., 2012) e o farelo de girassol (Louvandini et al., 2007; Irshaid et al., 2003) – e os da indústria têxtil – como o caroço de algodão (Paim et al., 2014; Dayani et al., 2011).

Esses coprodutos, além de boa fonte proteica, apresentam em sua composição um elevado teor de extrato etéreo, constituído principalmente por ácidos graxos poli-insaturados; apresentando, assim, potencial para modificação no perfil lipídico da carne, com consequência direta em seu valor nutricional e aceitabilidade.

Estratégias para modificação lipídica da carne são importantes, uma vez que, o consumo de carne vermelha tem sido frequentemente associado ao risco de infarto do

miocárdio (Pacheco et al., 2018; Wang et al., 2017), devido à quantidade e qualidade de sua fração gordurosa.

A melhoria nutricional da fração gordurosa da carne passa basicamente por uma redução na concentração de AGS, de estreita relação com doenças coronarianas (Zong et al., 2016), e de AGPI n-6, de ação pró-inflamatória. Por outro lado, busca-se um aumento nos teores de AGPI n-3, com efeito anti-inflamatório, e isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA), que estão associados à proteção contra o câncer, a diabetes e doenças cardiovasculares (Yang et al., 2015; Grosso et al., 2014; Santos et al., 2013; Yamasakia e Yanagita, 2013; Patterson et al., 2012; Carmo e Correia, 2009).

Assim, dietas experimentais que contribuam para uma modificação positiva do perfil de ácidos graxos da carne ovina sem, contudo, comprometer os parâmetros de desempenho animal são de extrema relevância para o fortalecimento da ovinocultura.

1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1. Uso de coprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes

▪ **Torta de Mamona:**

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família *Euforbiaceae*, originária de países tropicais, proveniente da região Leste da África. No Brasil, destaca-se como uma das culturas mais tradicionais cultivadas na região semiárida, com relevância econômica e social (Falasca et al., 2012; Diniz et al., 2011; Vasconcelos et al., 2010).

Sua semente contém entre 40% e 60% de óleo, basicamente na forma de triacilgliceróis, com predominância do ácido ricinoléico, que representa cerca de 90% (Falasca et al., 2012; Nunes et al., 2008). Como características, o óleo da mamona apresenta elevada viscosidade, coloração variando de um amarelo claro a incolor, odor suave e sabor altamente desagradável (Falasca et al., 2012).

Embora não comestível, o óleo da semente de mamona é matéria-prima para inúmeras aplicações industriais, como, por exemplo, na indústria de cosméticos, lubrificante para indústria automotiva, fabricação de plásticos, resinas, fibras sintéticas e produção de biodiesel (Diniz et al., 2011; Cangemi et al., 2010).

Em termos de produtividade, a Índia é o maior produtor mundial de mamona, com 1.554.000 toneladas em 2016, seguida por Moçambique, com 77.424 toneladas e China, com 40.000 toneladas. O Brasil encontra-se na quarta posição do ranking mundial de produção de mamona, com 24.620 toneladas (FAOSTAT, 2018).

Do processo da extração do óleo das sementes da mamona, obtém-se dois coprodutos principais, a torta e o farelo. A torta é o coproduto obtido após o processo de prensagem das sementes (método físico), enquanto que o farelo, após extração do óleo por solvente (método químico) (Matos Junior et al., 2011).

O teor de óleo no coproduto pode variar, a depender do método de extração (Bomfim et al., 2009). Quando a extração é física, o coproduto (torta) vai apresentar um maior teor de óleo. Todavia, quando o solvente é utilizado, a quantidade de óleo residual no coproduto (farelo) é muito baixa; a torta de mamona apresenta em torno de 10,2% de extrato etéreo, enquanto que o farelo da mamona cerca de 5% (Matos Junior et al., 2011).

O elevado teor de extrato etéreo presente na torta de mamona pode ser um fator prejudicial no consumo de matéria seca pelos animais, por dois motivos básicos: capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos e recobrimento das partículas alimentares com gordura, ocasionando a redução do contato destas com agentes de digestão (efeito físico). No entanto, dietas com inclusão da torta de mamona com percentuais de extrato etéreo abaixo de 6% na dieta total não é um fator limitante (Furtado et al., 2012).

Tanto a torta quanto o farelo de mamona apresentam-se como uma boa fonte proteica para alimentação animal. O farelo de mamona contém entre 34% e 42% de proteína bruta em matéria seca (Oliveira et al., 2015a; Silva et al., 2014; Diniz et al., 2011), enquanto que a torta de mamona apresenta percentuais entre 20% e 39% de proteína bruta (Ribeiro et al., 2014; Furtado et al., 2012; Pompeu et al., 2012; Akande et al., 2011). De acordo com Nagalakshmi e Dhanalakshmi (2015), a grande variação encontrada na literatura em relação ao percentual proteico da torta de mamona pode ser decorrente do grau de descorticação da semente.

No entanto, apesar do elevado teor proteico, esses coprodutos apresentam limitações para uso como fonte proteica em dietas animais, devido à presença de componentes tóxicos, como a ricina (proteína), ricinina (alcaloide) e CB-1A (complexo alergênico) (Dubois et al., 2013; Barnes et al., 2009; Anandan et al., 2005).

A ricina é uma glicoproteína altamente tóxica, solúvel em água e de baixa estabilidade térmica, encontrada exclusivamente no endosperma das sementes da mamona (Fonseca e Soto-Blanco, 2014; Cangemi et al., 2010). É a toxina mais letal presente na torta de mamona, apresentando ação inativadora de ribossomos, sendo capaz de inativar 1500 ribossomos por minuto, o que interrompe a síntese proteica nas células eucariotas, ocasionando a morte celular (Fonseca e Soto-Blanco, 2014; Demant et al., 2012; Anandan et al., 2005).

Aslani et al. (2007), avaliando um rebanho misto de 207 animais, formado por ovinos e caprinos, reportaram 17 mortes e quarenta e cinco casos de intoxicação clínica por ricina após a ingestão de mamona. Os principais sintomas clínicos relacionados foram: fraqueza, salivação, diarreia aquosa profusa, desidratação, dilatação da pupila, depressão, ranger de dentes, taquicardia, falta de ar, hipotermia e decúbito. No entanto, a quantidade de torta de mamona ingerida pelos animais não foi determinada.

Dados quantitativos sobre os teores de ingestão de ricina por ovinos foram reportados por Oliveira et al. (2015b). Animais, quando alimentados com $70,73 \pm 1,41$ g

de torta de mamona por dia – o que corresponde a um consumo diário de $3,54 \pm 0,07$ mg de ricina por animal, cerca de 0,13 mg de ricina/kg de peso vivo –, não apresentam sinais clínicos de toxicidade. De acordo com os autores, em pequenos ruminantes, os sinais clínicos de toxicidade são observados a partir do consumo de 1,4 mg de ricina por kg de peso vivo.

Outro composto tóxico presente na mamona é a ricinina ($C_8H_8N_2O_2$), conhecido quimicamente como 1,2-dihidro-4-metoxi-1-metil-2-oxo-3-piridinocarbonitrila, um alcaloide encontrado nas sementes, mas com ocorrência também nas folhas da planta (Cangemi et al., 2010). A contribuição da ricinina para a toxicidade da torta é muito pequena, por este apresentar baixa atividade tóxica e estar presente em concentração reduzida (Anandan et al., 2005).

Por sua vez, o complexo alergênico CB-1A, formado por um grupo de proteínas e polissacarídeos, apesar de não tóxico, apresenta elevada ação alergênica. Este composto está presente na semente em torno de 3% a 6% (Santos et al., 2013; Cangemi et al., 2010).

Assim, para uso como ração animal, os coprodutos da mamona (torta e farelo), apesar de serem boa fonte proteica, devem ser utilizadas após serem destoxificados. Vários são os métodos encontrados na literatura para destoxificação dos coprodutos da mamona para uso como ração animal. Destes, podem ser citados a destoxificação por autoclavagem, cozimento, fermentação e o uso de álcalis (Furtado et al., 2012; Akande et al., 2011; Beltrão e Oliveira, 2009; Anandan et al., 2005).

Akande et al. (2011), ao avaliarem três métodos de destoxificação da torta de mamona – lixiviação (com água aquecida), fermentação anaeróbica e imersão em água sob aquecimento –, verificaram, em todos eles, uma redução significativa nos teores de ricina, sendo a lixívia o método mais efetivo, com 55% de redução.

Resultados mais expressivos foram reportados por Anandan et al. (2005), que relataram uma redução de 100% da ricina quando da utilização de autoclavagem (15 psi por 60 min) e de 91% quando do cozimento em água a 100°C por 60 minutos; ambos os tratamentos baseiam-se no fato de a ricina apresentar baixa estabilidade térmica e ser solúvel em água (Cangemi et al., 2010). Similarmente, Barnes et al. (2009) observaram uma completa eliminação da ricina em tortas de mamona tratadas por autoclavagem (121°C a 15 psi por 10 minutos) e cozimento em água (100°C por 10 min).

No entanto, Furtado et al. (2012), utilizando-se dos parâmetros estabelecidos por Anandan et al. (2005), autoclavagem a 15 psi por 60 min., não conseguiram uma

eliminação completa da ricina. Segundo os autores, a menor na eficácia do processo deu-se em decorrência do maior teor de ricina presente na torta de mamona utilizada.

Entre os tratamentos químicos, o uso dos álcalis cal e hidróxido de sódio são os mais eficientes, eliminando, respectivamente, 100% e 91% dos teores de ricina na torta de mamona (Anandan et al., 2005).

Contudo, de acordo com Matos Junior et al. (2011), os coprodutos da mamona, mesmo após processo de destoxificação, permanecem com o complexo alergênico CB-1A, que, apesar de não tóxico para os animais, causam reações alérgicas em humanos. Portanto, recomenda-se o uso de máscaras, luvas e roupas de proteção ao manusear estes produtos.

Segundo Pompeu et al. (2012), a torta de mamona quando destoxificada pelo método da autoclavagem apresenta potencial para uso em dietas para ovinos em terminação, podendo ser adicionada, em níveis de até 67% de substituição, ao farelo de soja, sem comprometer as características de carcaça. Resultados similares também foram reportados por Alves et al. (2016), que, ao avaliarem a performance de ovinos com inclusão de torta de mamona destoxificada por autoclavagem na dieta, em substituição completa ao farelo de soja, não detectaram variação no ganho médio diário e ganho de peso total.

Em termos de parâmetros de qualidade da carne, Oliveira et al. (2015b) reportaram, em cabras, que a inclusão, por longos períodos, de torta de mamona não destoxificada na dieta promove a redução plasmática do colesterol total, assim como uma modificação no perfil de ácidos graxos na carne, sem, contudo, comprometer a sua qualidade.

Assim, o uso da torta de mamona em substituição a concentrados convencionais na dieta de ovinos parece não comprometer as características de desempenho animal ou a qualidade da gordura da carne.

▪ **Caroço de Algodão:**

O algodão (*Gossypium* spp.) é uma planta arbórea pertencente à família das *Malvaceae* (Cianchetta e Davis, 2015; Gadelha et al., 2014). Trata-se de uma cultura de importância econômica significativa, por ser utilizada tanto para produção de fibra natural, para as indústrias têxteis, como para extração de óleo de suas sementes (Argyrokastritis et al., 2015; Cianchetta e Davis, 2015).

Boa parte da produção da fibra do algodão é oriunda do cultivo de duas espécies de algodoeiro: *Gossypium hirsutum* (Upland) e *Gossypium barbadense* (Pima), oriundas da península de Yucatan e Andes peruanos, respectivamente. De menor importância comercial, encontram-se a *Gossypium herbaceum* e a *Gossypium arboretum*, espécies nativas da Índia e Ásia Oriental (Cianchetta e Davis, 2015; Robinson et al., 2001).

Do processo de extração da fibra do algodão, são obtidas as sementes, coproduto utilizado como fonte de óleo vegetal; em sua maioria, para fins comestíveis. Quando da extração do óleo das sementes por prensagem, obtém-se a torta do caroço de algodão, frequentemente utilizada como uma fonte proteica para animais (Robinson et al., 2001; Nergiz et al., 1997).

A China é o país com maior produção mundial de sementes de algodão, apresentando, em 2014, cerca de 12 milhões e 320 mil toneladas, seguido por Índia, com 12 milhões e 300 mil toneladas, e Estados Unidos da América, com 4 milhões e 649 mil toneladas. O Brasil encontra-se na quinta posição, com cerca de 2 milhões e 669 mil toneladas de sementes de algodão produzidas em 2014 (FAOSTAT, 2018).

Assim como a torta do caroço de algodão, a semente de algodão pode ser utilizada diretamente na alimentação animal, sem extração do óleo, destacando-se assim, como uma fonte alternativa de proteína e energia na dieta animal, por apresentar elevada quantidade de ácidos graxos (Paim et al., 2010).

O caroço de algodão apresenta entre 21 e 28% de proteína bruta e entre 12 e 25% de extrato etéreo (Rufino Junior et al., 2015; De Oliveira et al., 2011; Paulino et al., 2002). Apesar de boa fonte proteica e energética, a utilização do caroço de algodão na alimentação animal é limitada, devido à presença do gossipol ($C_{30}H_{30}O_8$), um componente polifenólico, de natureza tóxica, que é parte integrante do sistema de defesa da planta do algodão (Paim et al., 2010; Scheffler e Romano, 2008).

Os ruminantes, em particular, possuem a capacidade, até certos níveis de ingestão, de destoxificar o gossipol, por promover a ligação de proteínas solúveis dentro do rúmem ao gossipol livre, tornando-o fisiologicamente inativo (Gadelha et al., 2011). Segundo Paim et al. (2014), em ovinos, uma dieta contendo 16,32 mg de gossipol livre/kg de peso corporal/dia não causa qualquer sinal de intoxicação. Dessa forma, os efeitos tóxicos do gossipol são maiores nos não-ruminantes, ou seja, nos monogástricos, como suínos e aves, que são bastante suscetíveis à toxicidade do gossipol (Gadelha et al., 2011).

De acordo com Lima Junior et al. (2010), apesar do efeito tóxico reduzido na nutrição de ruminantes, o gossipol é responsável pela diminuição da eficiência reprodutiva do rebanho. Nesse sentido, os machos são mais afetados por esse fator antinutricional que as fêmeas, apresentando diminuição da qualidade espermática e degeneração testicular.

Buscando alternativas que possibilitem uma maior inclusão de coprodutos do algodão na alimentação animal, Pelitire et al. (2014) avaliaram o uso de solventes (etanol e acetona) e de ácidos para extração do gossipol livre no farelo de caroço de algodão. De uma concentração inicial de gossipol no farelo de 1,17%, os autores reportaram uma redução de 90 a 95% nos níveis de gossipol pelo uso dos solventes, na presença de ácido fosfórico.

Nayefi et al. (2014) também estudaram a possibilidade de redução nos níveis de gossipol no farelo do caroço de algodão, porém, fazendo uso da radiação eletromagnética e gama. Os autores reportaram que ambas as radiações, eletromagnética e gama, promovem, igualmente, uma redução de 40,6% no conteúdo de gossipol total, quando empregada com uma dose de 40 kGy.

Outra alternativa para a redução dos níveis de gossipol é a fermentação microbiana em estado sólido do farelo de caroço de algodão autoclavado. Segundo Zhang et al. (2007), esse tipo de procedimento promove uma redução significativa nos níveis de gossipol livre, diminuindo, dessa forma, a toxicidade desse substrato.

Apesar da possibilidade de destoxificação dos coprodutos do algodão, o emprego destes, na dieta de ruminantes, sem serem detoxificados é a forma mais usual (Paim et al., 2014; Piona et al., 2012; Dayani et al., 2011; Cunha et al., 2008).

Ao avaliarem o efeito da inclusão de níveis crescentes de caroço de algodão integral (0; 20; 30 e 40%, com base na matéria seca) na dieta de ovinos Santa Inês, Cunha et al. (2008) reportaram que, com o incremento de caroço de algodão na dieta, houve uma redução no ganho de peso e eficiência alimentar. Todavia, a redução do ganho de peso foi de apenas 0,01kg/dia para cada aumento de 1% de caroço de algodão integral na dieta. Resultados similares foram reportados por Dayani et al. (2011), segundo os quais cordeiros submetidos a dietas experimentais contendo 20% de caroço de algodão apresentaram uma menor ganho de peso total e ganho médio diário.

De acordo com Piona et al. (2012), a inclusão de caroço de algodão na dieta de ovinos, em substituição ao milho e ao farelo de soja, aumenta o consumo de FDN, devido ao elevado teor deste composto no caroço de algodão (53,17%), com efeito

negativo sobre a digestibilidade de nutrientes. Os autores sugeram a inclusão de caroço de algodão em até o nível de 10% na dieta de ovinos em confinamento.

No que diz respeito a parâmetros de qualidade da carcaça, Paim et al. (2014) verificaram que a inclusão de 20% de caroço de algodão na dieta de ovinos Santa Inês não promove modificações no peso da carcaça a quente, a frio nem na área de olho de lombo, em relação à dieta controle. De forma contrária, e fazendo-se uso dos mesmos 20% de caroço de algodão nas dietas experimentais de ovinos, Dayani et al. (2011) verificaram um decréscimo no peso da carcaça quente, a frio, e na conversão alimentar.

Em termos de qualidade da carne, Paim et al. (2014) relataram uma modificação negativa no perfil lipídico, no músculo *Longissimus dorsi*, de ovinos submetidos a dietas com caroço de algodão, como aumento percentual de ácidos graxos saturados e redução no grupamento de ácidos graxos da família $\omega 3$.

Dessa forma, contrário à torta de mamona, o caroço de algodão, na dieta de ovinos, parece atuar de forma negativa, tanto para parâmetros de desempenho animal como para os de qualidade de carne.

▪ Farelo de Girassol:

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família *Asteraceae*, originária do continente americano, tendo como centro de origem o México. É uma espécie produtora de grãos, de onde se obtém o óleo e a forragem, este último utilizado na ração animal (Lira et al., 2011).

De fácil adaptação às diferentes condições climáticas e de solo (Lira et al., 2011), o girassol encontra-se como uma das plantas oleaginosas mais cultivadas em todo o mundo, podendo ser utilizada como alimento para o homem e os animais e, ainda, na produção de biocombustíveis (Brighenti, 2012).

Contrário à sua produção de mamona e sementes de algodão, o Brasil não figura entre os principais produtores mundiais de semente de girassol, encontrando-se na 27ª posição, com uma produção, em 2016, de 80.695 toneladas. A Ucrânia é o principal país produtor mundial de sementes de girassol, com 13.626.890 toneladas, seguido pela Rússia, com 11.010.197 toneladas, e a Argentina, com 3.000.367 toneladas, segundo dados estatísticos do ano de 2016 da FAOSTAT (2018).

Apesar da 24ª posição, o Brasil tem aumentado a produção de sementes de girassol nos últimos cinco anos (CONAB, 2015) em decorrência do crescente incentivo governamental para a produção de biocombustíveis.

Com isso, têm sido geradas quantidades cada vez maiores de coprodutos do girassol com potencial para uso na alimentação animal, como o farelo de girassol, obtido após processo de extração do óleo das sementes e que apresenta alto teor de proteína degradável (De Ávila et al., 2013); o farelo de girassol apresenta percentuais proteicos em matéria seca variando de 30% a 34% (Zagorakis et al., 2015; Van Cleef et al., 2012; Mendes et al., 2005; Nadeem et al., 2005; Garcia et al., 2004).

Avaliando a substituição parcial (50%) ou total do farelo de soja pelo farelo de girassol em dietas para cordeiros, Irshaid et al. (2003) não detectaram efeito da substituição sobre a digestibilidade dos principais nutrientes avaliados, assim como sobre os parâmetros de desempenho, ganho de peso médio diário e total. Os autores relatam ainda que a ausência de variação no consumo médio de ração por animal, entre as dietas experimentais, indica uma boa palatabilidade do farelo de girassol. De forma similar, contudo fazendo-se o uso da torta de girassol na dieta de ovinos Santa Inês, Santos et al. (2013) não verificaram variação nas características de carcaça e qualidade da carne (ácidos graxos e colesterol) pela a inclusão deste coproduto nas dietas.

Todavia, Majewska et al. (2016) verificaram que, com a inclusão de coprodutos do girassol na dieta de ovinos, houve redução do valor nutritivo da carne, particularmente promovida pela diminuição dos níveis de AGPI n-3.

De forma geral, verifica-se que os coprodutos do girassol podem ser utilizados na alimentação de ovinos sem comprometer as características de carcaça e o desempenho animal; porém, com possibilidade de redução do valor nutricional da gordura da carne.

1.2.2. Lipídios e Ácidos Graxos

Os lipídios são biomoléculas orgânicas que possuem em comum o fato de serem solúveis em solventes orgânicos (clorofórmio, éter etílico e de petróleo, acetona, benzeno e álcoois) e levemente solúveis em água (Gomide et al., 2013; Ramalho e Suarez, 2013; Voet et al., 2008; Cecchi, 2003). São os principais componentes do tecido adiposo e, junto com as proteínas e carboidratos, constituem os principais componentes estruturais das células vivas (Fennema, 2000).

Neste grupo, podem ser encontradas substâncias como os óleos, ésteres, gorduras, ceras, esteroides (como o colesterol e hormônios sexuais), terpenos (como o geraniol), sabões, detergentes e sais biliares (Curi et al., 2002).

Estas substâncias desempenham importantes funções biológicas nos organismos vivos, como, por exemplo, reserva energética, componentes da bile e das membranas celulares; também são precursoras da síntese de hormônios, participam de complexos sistemas de sinalização intracelular, atuam como isolantes térmicos, além de desempenharem funções sensoriais, contribuindo para melhorar o sabor e a palatabilidade dos alimentos (Gomide et al., 2013; Lottenberg, 2009).

As gorduras e os óleos existentes em plantas e animais constituem-se, em sua maioria (cerca de 90%), de misturas de triacilgliceróis, também chamados de triglicerídeos. Essas substâncias apolares e insolúveis em água são triésteres de glicerol com ácidos graxos, ou seja, ésteres de glicerol contendo três ácidos graxos (Voet et al., 2008; Araújo, 2011). Dessa forma, a estrutura chave dos lipídios são os ácidos graxos ou estruturas diretamente a eles relacionadas, como os álcoois, aldeídos ou aminas (Curi et al., 2002).

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias de hidrocarbonetos (grupo R), geralmente não ramificadas e com número par de carbonos, variando de 4 a 36 (C₄ a C₃₆), podendo ser tais ácidos representados pela fórmula RCO₂H (Appolinário et al., 2011; Curi et al., 2002).

Devido à presença, ou não, de instaurações na cadeia hidrocarbônica, os ácidos graxos podem ser classificados como: saturados (contendo apenas ligações simples), monoinsaturados (uma ligação dupla) ou poli-insaturados (duas ou mais ligações duplas) (Appolinário et al., 2011; Araujo, 2011; Curi et al., 2002).

Os ácidos graxos saturados presentes nos organismos vivos, a depender do tamanho da cadeia hidrocarbônica, são subdivididos em: cadeia curta (de quatro a dez átomos de carbono), cadeia média (de doze a quatorze átomos de carbono), cadeia longa (de dezesseis a vinte e dois átomos de carbono) e cadeia muito longa (maior que vinte e dois átomos de carbono) (Araújo, 2011).

Quanto maior o tamanho da cadeia hidrocarbônica do ácido graxo, maior será a sua insolubilidade e ponto de fusão, sendo, assim, mais sólido à temperatura ambiente (Gomide et al., 2013; Araújo, 2011). A conformação linear dos ácidos graxos saturados, ou seja, a sua forma estendida, permite um maior empacotamento destes, aumentando a interação entre as moléculas. Como consequência, os ácidos graxos saturados possuem um ponto de fusão maior que os ácidos graxos insaturados (Curi et al., 2002).

Os principais ácidos graxos saturados de cadeia média e longa são: mirístico (14:0), encontrado no leite e seus derivados; palmítico (16:0), cujas principais fontes

são a gordura animal e o óleo de palma; e o esteárico (18:0), presente na gordura do cacau. Destes, o ácido palmítico é o mais abundante na alimentação humana (Santos et al., 2013).

Segundo Santos et al. (2013), de forma geral, a gordura saturada (C12:0, C14:0 e C16:0) eleva a concentração plasmática de colesterol, especialmente o C14:0, enquanto o C18:0 é neutro em seus efeitos sobre o colesterol.

Por sua vez, os ácidos graxos insaturados, representados pelos ácidos graxos mono e poli-insaturados, pertencem a diferentes séries ou classes, definidas pela localização da primeira dupla ligação na cadeia de carbono a partir do terminal metila, identificado pela letra ω . Dessa forma, esses ácidos graxos são classificados nas séries ω -3, ω -6, ω -7 e ω -9 (Lottenberg, 2009; Curi et al., 2002).

Dentro de cada série existe uma família de ácidos graxos. Cada membro desta família pode ser sintetizado a partir de outro ácido graxo fornecido na dieta, desde que este seja pertencente à mesma família; os ácidos graxos de uma série não podem ser convertidos em outra série (Curi, 2002).

Os principais ácidos graxos pertencentes à série ω -3 são o ácido linolênico (C18:3), encontrado em linhaça, soja e canola, eicosapentenoico - EPA (C20:5) e docosahexaenoico - DHA (C22:6), encontrados na gordura dos peixes de águas frias e profundas (Santos et al., 2013; Lottenberg, 2009). Os ácidos graxos da família ω -3, principalmente os de cadeia longa, exercem inúmeros efeitos sobre diferentes aspectos fisiológicos e do metabolismo, os quais podem influenciar a chance do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, são exemplos: melhora da função autonômica, antiarrítmico, diminuição da agregação plaquetária e da pressão arterial, melhora da função endotelial, estabilização da placa de ateroma e de triglicérides (Santos et al., 2013).

Quanto à série ω -6, o ácido graxo mais abundante é o linoleico (C18:2), seguido do araquidônico (C20:4), presentes principalmente nos óleos de milho e girassol (Lottenberg, 2009).

Os ácidos graxos das séries ω -3 e ω -6 são tidos como essenciais, pois não podem ser gerados pelo organismo, devido à carência de enzimas dessaturases e hidrogenases, mas são necessários ao seu funcionamento (Grosso et al., 2014; Simopulos, 2010; Carmo e Correia, 2009).

Os ácidos graxos essenciais, linoleico e linolênico, são precursores de ácidos graxos de cadeia mais longa, com 20 a 22 átomos de carbono (Simopulos, 2010). O

ácido linoleico é metabolizado a ácido araquidônico, enquanto que o ácido linolênico é metabolizado a ácido eicosapentenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA), por alongação (enzimas elongases) e dessaturação (enzimas dessaturases) da cadeia carbônica. Assim, o ácido linoleico é precursor dos ácidos graxos da série ω -6 e o ácido linolênico precursor dos ácidos graxos da série ω -3 (Patterson et al., 2012; Simopulos, 2010).

Estas duas séries de ácidos graxos essenciais apresentam funcionalidades diferentes, tendo, na maioria das vezes, funções fisiológicas opostas. Em geral, os eicosanoides derivados da série ω -6 são pró-inflamatórios, enquanto que os eicosanoides derivados da série ω -3 são anti-inflamatórios (Grosso et al., 2014; Patterson et al., 2012; Simopulos, 2010). Nesse sentido, a ingestão de quantidades excessivas de ácidos graxos ω -6 ou uma relação muito alta de ω -6/ ω -3 pode potencializar processos inflamatórios, por alterar a produção de importantes mediadores e reguladores de respostas inflamatórias e autoimunes, para um perfil pró-inflamatório (Patterson et al., 2012), levando, assim, ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, câncer, obesidade, diabetes, doenças autoimunes, artrite, além de comprometer o desenvolvimento normal do cérebro (Gómes Candela et al., 2011; Simopulos, 2010).

O ácido graxo da família ω -9 mais comum na natureza é o oleico (C18:1). Trata-se de um ácido graxo monoinsaturado encontrado em maior concentração no óleo de oliva (Santos et al., 2013).

Adicionalmente, os ácidos graxos insaturados também podem apresentar, a depender da posição dos grupos alquila, duas configurações: cis ou trans. A configuração cis é a principal forma encontrada na maioria das fontes naturais de gordura (Araújo, 2011). Na configuração isométrica cis, os átomos de hidrogênio adjacentes à dupla ligação encontram-se do mesmo lado, provocando uma dobra na cadeia. De forma contrária, na dupla ligação trans, os dois átomos de hidrogênio ligados aos átomos de carbono estão localizados em lados opostos da cadeia carbônica, formando uma molécula linear, mais rígida, com maior ponto de fusão (Nestel, 2014; Curi et al., 2002).

De acordo com Nestel (2014), na sua forma natural, os ácidos graxos trans são formados no rúmen dos animais, pela ação de bactérias sobre os ácidos graxos poliinsaturados da dieta. Destes, o ácido vacênico (C18:1 trans-11) é o principal ácido graxo trans encontrado em produtos alimentares oriundos de ruminantes.

Os ácidos graxos poli-insaturados também podem apresentar-se sob a forma de ácidos graxos conjugados, termo utilizado para isômeros posicionais e geométricos de ácidos graxos com duplas ligações conjugadas (Miranda et al., 2014).

Nos alimentos, os ácidos graxos poli-insaturados mais abundantemente encontrados apresentam uma base de metileno (-CH₂-) entre as duplas ligações de carbono (-C=C-C-C=C-), todas com configurações cis. De forma contrária, as duplas ligações nos ácidos graxos conjugados não são separadas por um grupo metileno (-C=C-C=C-), apresentando, assim, duplas ligações conjugadas em isômeros posicionais múltiplos (tais como 9 e 11 e 10 e 12) e geométricos (cis e trans) (Koba e Yanagita, 2014).

No ambiente natural, existem vários ácidos graxos conjugados, dentre estes, o ácido linoleico conjugado (CLA), o ácido linolênico conjugado e o ácido eicosapentanóico conjugado (Koba e Yanagita, 2014). Destes, os isômeros de ácidos linoleicos conjugados (CLA) são os mais comumente estudados, por serem atribuídos a esse grupo de ácidos graxos muitos benefícios à saúde (Miranda et al., 2014).

Os ácidos linoleicos conjugados (CLA) representam um grupo de isômeros posicionais (7 e 9; 8 e 10; 9 e 11; 10 e 12; 11 e 13) e geométricos (cis e trans) do ácido linoleico. As principais fontes naturais são a carne de animais ruminantes, o leite e seus derivados lácteos, além de uma gama de produtos enriquecidos com CLA. Os dois principais isômeros que se encontram na forma natural nos alimentos e de maior atividade biológica são o cis9-trans11 e o tras10-cis12 (Malinska et al., 2015; Zhan et al., 2015; Haro et al., 2006).

O CLA encontrado no leite e na carne de ruminantes é originado de duas fontes: pela biohidrogenação ruminal do ácido linoleico, devido à ação de microrganismos anaeróbicos, e pela síntese tecidual, através do trans-11 C18:1 (ácido vacênico), um intermediário da biohidrogenação de ácidos graxos insaturados (Figura 1). Dessa forma, o CLA em produtos derivados de ruminantes está relacionado à incompleta biohidrogenação de ácidos graxos insaturados da dieta no rúmen (Bauman et al., 1999).

Em estudos em ratos com hipertriacilglicerolemia (elevado teor de lipídios no sangue) suplementados ou não com uma mistura contendo proporções iguais (1:1) dos isômeros de CLA cis9-trans11 (ácido rumênico) e tras10-cis12, Malinska et al. (2015), encontraram os seguintes efeitos positivos para os animais suplementados: redução dos níveis de lipídeos no sangue, do peso do tecido adiposo visceral e da gordura

abdominal, melhoria na sensibilidade à insulina e tolerância à glicose, aumento da oxidação da glicose muscular e diminuição do estresse oxidativo.

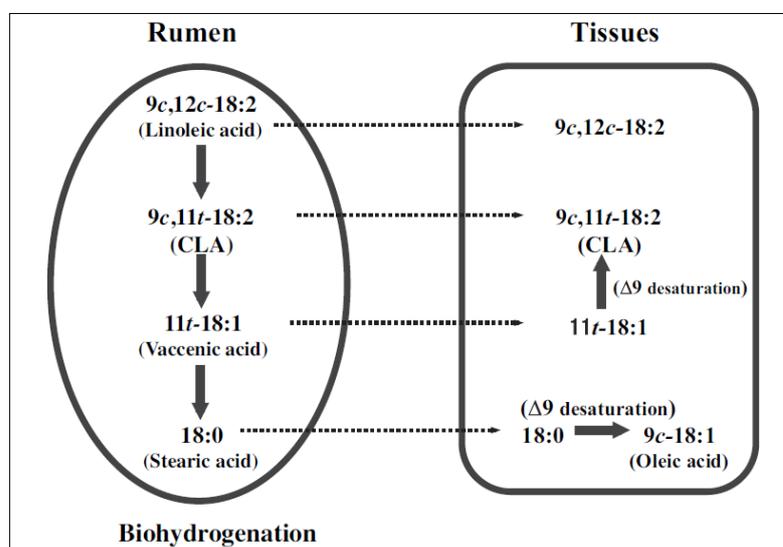


Figura 1: Processos envolvidos na produção do ácido linoleico conjugado (CLA) em animais ruminantes. **Fonte:** Koba e Yanagita, 2014.

Resultados positivos também foram reportados por Pierre et al. (2013), ao observarem a capacidade do isômero *trans*-10-*cis*-12 em induzir a morte de células cancerígenas do cólon, sem afetar a viabilidade das células normais.

De uma forma geral, o CLA exerce importantes efeitos benéficos à saúde humana, como antiobesidade, antidiabético e anti-hipertensivos (Koba e Yanagita, 2014). No entanto, os efeitos do CLA em humanos são inferiores aos reportados em animais de laboratórios; muito provavelmente, pelas maiores concentrações de CLA fornecidas a estes animais (Yang et al., 2015).

1.2.2. Perfil de ácidos graxos na Carne Ovina

A carne ovina, assim como as demais carnes de animais ruminantes, é caracterizada por apresentar elevada proporção de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, e menor teor de ácidos graxos poli-insaturados (Carneiro et al., 2016; Liu et al., 2015; Alizadeh et al., 2013).

De uma forma geral, o perfil de ácidos graxos característicos deste tipo de carne é de 45% a 54% de ácidos graxos saturados, 39% a 47% de ácidos graxos

monoinsaturados e 5% a 11% de ácidos graxos poli-insaturados (Carneiro et al., 2016; Liu et al., 2015; Alizadeh et al., 2013; D'Alessandro et al., 2012).

O ácido graxo presente em maior proporção na gordura intramuscular da carne de ovinos é o ácido oleico (C18:1 cis-9), representando de 27% a 40%; seguido pelos ácidos graxos saturados palmítico (C16:0), entre 17 a 28%; e esteárico (C18:0), de 12 a 17% (Addis et al., 2013; Alizadeh et al., 2013; D'Alessandro et al., 2012). O ácido oleico, é caracterizado por apresentar ação anticarcinogênica, suprimindo a expressão do Her-2/neu, um dos genes relacionados ao câncer de mama (Menendez et al., 2005), e hipocolesterolêmica, promovendo a redução do colesterol total e LDL (Schwingshackl e Hoffmann, 2012; Kris-Etherton, 1999). Todavia, o ácido palmítico, o segundo ácido graxo em maior proporção na carne ovina, está relacionado ao aumento de colesterol sérico total e LDL (Zock et al., 1994). Já o ácido esteárico parece não contribuir com o aumento dos níveis plasmáticos de colesterol, sendo considerado um ácido graxo “neutro” (Marset et al., 2009).

Dos ácidos graxos poli-insaturados, a gordura intramuscular de ovinos é constituída, principalmente, pelos ácidos linoleico (C18:2n6c) (6 a 10% dos ácidos graxos), isômeros de ácido linoleico conjugado - CLA (0,3 a 1,3% dos ácidos graxos) e linolênico (C18:3n3) (0,15 a 0,55% do total de ácidos graxos) (Carneiro et al., 2016; Sun et al., 2015; Urrutia et al., 2015; Whitney e Smith, 2015; Ferreira et al., 2014; Paim et al., 2014; Ekiz et al., 2013). O C18:2n6c e o C18:3n3 são tidos como ácidos graxos essenciais, uma vez que não podem ser sintetizados pelo tecido humano (Cabrera e Saadoun, 2014).

Na carne ovina, os isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA) são representados principalmente pelo C18:2 n9c11t (Haro et al., 2006), que apresenta ação anticarcinogênica (Koba e Yanagita, 2014).

O valor nutricional da gordura da carne depende, além de sua composição individual de ácidos graxos, do percentual de algumas classes de ácidos graxos, como os ácidos graxos das famílias ω 3 (n-3) e ω 6 (n-6). Os ácidos graxos da família n-3, representados principalmente pelo ácido linolênico, eicosapentenoico – EPA e docosahexaenoico – DHA, respondem por 0,5 a 3,5% do total de ácidos graxos da carne ovina (Urrutia et al., 2015; Paim et al., 2014). Em maior percentual na carne ovina, os ácidos graxos da família n-6 compreendem de 9,5 a 16% do total de ácidos graxos (Urrutia et al., 2015; Paim et al., 2014).

Esses dois grupamentos de ácidos graxos apresentam ações opostas na regulação de processos inflamatórios. Os eicosanóides da família n-3 são tidos como anti-inflamatórios, enquanto que os AGPI n-6, próinflamatórios (Grosso et al., 2014; Patterson et al., 2012; Simopoulos, 2010). Nesse sentido, valores elevados da relação n-6/n-3 estão associados ao aumento de doenças crônicas inflamatórias, tais como doenças cardiovasculares, obesidade, doenças inflamatórias intestinais, artrite reumatoide e doença de Alzheimer (Patterson et al., 2012).

O perfil de ácidos graxos da carne ovina, assim como de outros animais ruminantes, pode sofrer variações em função de diversos fatores, como, por exemplo, sexo, idade, genótipo e alimentação (Santos-Cruz et al., 2012; Scerra et al., 2011; Costa et al., 2009).

1.2.3. Colesterol

O colesterol é uma substância pertencente ao grupo dos lipídios, produzida pelo próprio organismo animal, em particular no fígado; é também fornecido na dieta através da ingestão de produtos de origem animal, como carnes, ovos e produtos lácteos (Ma, 2006).

A maior parte do colesterol do organismo humano, aproximadamente 70%, é proveniente da síntese biológica (colesterol endógeno), sendo que apenas 30% é fornecido pela dieta (colesterol exógeno) (Bragagnolo, 2001).

No organismo humano, o colesterol desempenha importantes funções biológicas, como a síntese de ácidos biliares, os quais são essenciais para a absorção de gorduras, síntese de hormônios (como a testosterona, estrogênio, progesterona e cortisol), produção de vitamina D, elemento estrutural das membranas celulares, além de contribuir para a condução de impulsos nervosos (Colpo, 2005).

Devido à sua insolubilidade em água, o colesterol é transportado para os diversos tecidos por lipoproteínas. As principais lipoproteínas envolvidas no transporte do colesterol são: lipoproteína de baixa densidade (LDL), cuja principal função é o transporte do colesterol do fígado para o interior das membranas celulares, e lipoproteína de alta densidade (HDL), que conduz o “velho” colesterol, descartado pelas células, novamente para o fígado, a fim de que seja reciclado ou excretado (Colpo, 2005).

Assim, o colesterol LDL representa o “mau colesterol”, uma vez que corresponde ao colesterol que será transportado do fígado para a corrente sanguínea, favorecendo a sua acumulação nos órgãos e tecidos. De forma oposta, o colesterol HDL é tido como o “bom colesterol”, pois está relacionado ao colesterol que será transportado da corrente sanguínea para o fígado, onde será catabolizado.

Quando as LDL não são prontamente retiradas da corrente sanguínea, um acúmulo de colesterol nos vasos sanguíneos (aterosclerose) é observado, devido à captura destas por receptores presentes nas células arteriais, aumentando, assim, o risco de doenças cardiovasculares (Wardlaw e Smith, 2013). Dessa forma, níveis elevados de colesterol HDL estão frequentemente relacionados à redução do risco de doenças cardiovasculares. De acordo com Barter et al. (2007), existe uma relação inversamente proporcional entre os níveis de colesterol HDL e os eventos cardiovasculares. No entanto, não é claro se esta associação é mantida a níveis muito baixos de LDL.

No músculo, a concentração de colesterol é relacionada ao tipo de fibra muscular. Músculos mais oxidativos apresentam uma maior concentração de colesterol, quando comparados a músculos mais glicolíticos (Alasnier et al., 1996).

A relação entre tipo de fibra muscular e concentração de colesterol pode ser justificada, em partes, pela proporção fosfolipídica. Músculos oxidativos são mais ricos em fosfolipídios; logo, apresentam maior concentração de colesterol (Alasnier et al., 1996). Em seu artigo de revisão, Chizzolini, et. al. (1999) descrevem que o colesterol auxilia na ordenação das cadeias fosfolipídicas, contribuindo para manter a fluidez da membrana em uma faixa estreita.

A variação da concentração tecidual de colesterol entre músculos com características metabólicas diferentes também pode ser fundamentada em fatores estruturais. Fibras oxidativas, devido ao seu menor diâmetro (Alasnier et al., 1996), conseguem um maior empacotamento no músculo, logo, um maior perímetro de sarcolema, com conseqüente aumento do colesterol (Chizzolini, et. al., 1999).

1.2.4. Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais é uma das técnicas multivariadas mais importantes e utilizadas, uma vez que, dentre outros fatores, constrói a base onde se fundamentam a maioria dos outros métodos multivariados de análise de dados (Lyra et al., 2010).

Essa técnica fundamenta-se essencialmente na transformação do conjunto original de variáveis em outro, os componentes principais (CP), através das combinações lineares das variáveis originais (Zou et al., 2006; Pereira e Pereira, 2004). Esse novo conjunto formado apresenta dimensão equivalente ao conjunto original, ou seja, se tivermos analisando um conjunto de p variáveis relacionadas, teremos p componentes principais que devem ser mutuamente não correlacionados, consequência da ortogonalidade (Ferreira, 2011; Silva e Padovani, 2006).

Cada componente principal gerado contém uma quantidade máxima de variação em relação aos dados originais, que não são explicadas pelos demais componentes, uma vez que estes não apresentam correlação. Assim, as informações totais dos dados originais estão contidas nos componentes principais gerados, sendo que cada componente retém uma porcentagem da variância original (Pacheco et al., 2013; Borgognone et al., 2001).

Os componentes principais são obtidos em ordem decrescente de máxima variância. Dessa forma, o componente principal 1 é a combinação linear de maior variância, detendo mais informação dos dados originais que o componente principal 2, que, por sua vez, tem mais informação que o componente principal 3, e assim por diante (Ferreira, 2011; Borgognone et al., 2001; Neto e Moita, 1998). Com isso, podemos sumarizar as principais propriedades dos componentes principais como: cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, são eles independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados.

Existem duas formas de obtenção dos componentes principais: por matriz de covariância (S) ou de correlação (R) (Ferreira, 2011; Borgognone et al., 2001). Assim, para o cálculo dos componentes principais, a primeira etapa consiste em transformar a matriz de dados originais de n amostras (linhas) por p variáveis (colunas) em uma matriz de covariância ou de correlação. Qualquer uma das duas matrizes é de ordem $p \times p$ (Borgognone et al., 2001).

Uma matriz de covariância (S) estimada a partir dos dados originais apresenta pares estimados (λ_m, ω_m) de autovalores (λ) - autovetores (ω), sendo $m = 1, \dots, p$. A soma total dos autovalores representa a variabilidade total das variáveis originais, que é igual à variabilidade total dos componentes principais. Com isso, o primeiro CP corresponde ao primeiro autovalor e este explica um percentual da variabilidade total dos dados, e assim por diante.

Da mesma forma, os componentes principais podem ser obtidos dos autovetores da matriz de correlação estimada das variáveis originais. Neste caso as variáveis são padronizadas e, portanto, as suas variações são todas iguais a 1; o número de autovetores é igual ao número de variáveis (Borgognone et al., 2001). A padronização dos dados faz-se necessária antes da obtenção dos componentes principais, quando as variáveis apresentam escalas de medidas diferentes, evitando-se assim a predominância na representação dos componentes principais, por parte de algumas variáveis com grandes variâncias. Neste tipo de situação, utiliza-se a matriz de correlação, que equivale a usar variáveis padronizadas, eliminando as diferenças nas dimensões e na variação das variáveis (Boik, 2013; Ferreira, 2011; Silva e Padovani, 2006; Pereira e Pereira, 2004; Borgognone et al., 2001).

No entanto, se as variáveis estudadas são mensuradas usando a mesma escala, é razoável utilizar a matriz de covariância para obtenção dos componentes principais (Borgognone et al., 2001).

Em geral, quando se utiliza a matriz de correlação (R) para explicação da variância total, necessita-se de um número maior de componentes principais para explicar a mesma quantidade de variância obtida utilizando-se uma matriz de covariância (Mingoti, 2005).

Ao se realizar uma análise de componentes principais, espera-se que quase a totalidade das informações das variáveis originais esteja guardada nos primeiros componentes principais, promovendo assim uma simplificação estrutural dos dados, ao mesmo tempo que preserva ao máximo as informações originais (Pacheco et al., 2013; Pereira e Pereira, 2004). Esse tipo de simplificação facilita a realização de inferências a respeito de algum fenômeno, sobre todo o grupo de variáveis (Ferreira, 2011).

No entanto, um dos principais problemas na análise de componentes principais (ACP) é a estimativa do número correto de componentes para reter. A escolha desta dimensionalidade é um passo crucial para a interpretação dos resultados ou análises posteriores, uma vez que poderá levar a uma perda de informação (subestimação) ou à introdução de ruído aleatório (superestimação) (Dray, 2008).

Segundo Silva e Padovani (2006), dentre os principais critérios encontrados na literatura para escolha do número de componentes principais, destacam-se: Diagrama de Autovalores, Critério de Kaiser e Fatores Interpretáveis. A escolha por um destes critérios é uma decisão do pesquisador e, portanto, pode levar a resultados diferentes, o que torna a análise, em partes, subjetiva.

O diagrama de autovalores consiste na utilização de um gráfico denominado *scree plot*, em que é postada a ordem dos k componentes principais na abscissa e o seu autovalor estimado na ordenada (Ferreira, 2011). A interpretação do gráfico é baseada nas alterações das variâncias provocadas pelos componentes principais, ou seja, o gráfico é uma representação da porcentagem da variância explicada por componente. Quando um componente principal não provoca alterações expressivas na variância, o segmento de reta atinge um patamar em que o coeficiente angular se aproxima de zero, ponto de estabilização, não havendo alterações significativas nos valores de suas variâncias (Ferreira, 2011). Assim, o número de componentes principais escolhidos seria igual ao número de autovalores anteriores ao ponto de estabilização (Mingoti, 2005).

No critério de Kaiser, quando utilizada uma matriz de correlação, o número de componentes principais retidos deve ser igual ao número de autovalores maiores que 1 (Ledesma e Valero-Mora, 2007; Mingoti, 2005). Quando a análise é realizada com matriz de covariâncias, a determinação do número de componentes pode ser baseada na média aritmética dos autovalores estimados da matriz de covariância. Assim, selecionam-se os componentes relacionados aos autovalores que são maiores ou iguais à média aritmética (Ferreira, 2011 e Mingoti, 2005).

Por sua vez, a técnica de fatores interpretáveis é um critério empírico, que considera conservar os componentes que podem representar com maior fidelidade as respostas do problema. Trata-se de um critério subjetivo, no qual a quantidade de variância acumulada é observada e um nível de corte é estabelecido, representando o total da variância contabilizada pelos componentes principais (Silva e Padovani, 2006). Segundo autores citados por Silva e Padovani (2006) e Ferreira (2011), adota-se, em geral, um valor mínimo como ponto de corte, entre 70% e 90% de explicação da variação dos dados.

1.3. REFERÊNCIAS

- ADDIS, M.; FIORI, M.; MANCA, C.; RIU, G.; SCINTU, M.F. Muscle colour and chemical and fatty acid composition of “Agnello di Sardegna” PGI suckling lamb. **Small Ruminant Research**, v.115, p.51-55, 2013.
- AKANDE, T.O.; ODUNSI, A.A.; ADEDEJI, O.S. Toxicity and Nutritive assessment of Castor (*Ricinus cummunis*) Oil and Processed Cake in Rate Diet. **Asian Journal of Animal Science**, v.5, n.5, p.330-339, 2011.
- ALASNIER, C.; REMIGNON, H; GANDEMER, G. Lipid Characteristics Associated with Oxidative and Glycolytic Fibres in Rabbit Muscles. **Meat Science**, v.43, n3-4, p.213-224, 1996.
- ALIZADEH, A.; SHAHNEH, A.Z.; YOUSEFI, A.R.; OMRAN, M.H.; CAMPBELL, A.W. Determining the effect of the fat-tail and carcass weight on meat fatty acid composition of Iranian lambs. **Small Ruminant Research**, v.115, p.34-39, 2013.
- ALVES, F.J.L.; FERREIRA, M.A.; URBANO, S.A.; DE ANDRADE, R.P.X.; DA SILVA, A.E.M.; DE SIQUEIRA, M.C.B.; DE OLIVEIRA, J.P.F.; SILVA, J.L. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.4, p.145-150, 2016.
- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G.K.; GHOSH, J; RAMACHANDRA, K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, p.159-168, 2005.
- APPOLINÁRIO, P.P.; DEROGIS, P.B.M.C.; YAMAGUTI, T.H.; MIYAMOTO, S. Metabolismo, oxidação e implicações biológicas do ácido docosahexaenoico em doenças neurodegenerativas. **Química Nova**, v.34, n.8, p.1409-1416, 2011.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 5ª ed. atual. ampl., Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 601p.
- ARGYROKASTRITISA, I.G.; PAPASTYLIANOUB, P.T.; ALEXANDRISA, S. Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index variation for full and deficit irrigated cotton in Mediterranean conditions. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v.4, p.463-470, 2015.
- ASLANI, M.R.; MALEKI, M.; MOHRI, M.; SHARIFI, K.; NAJJAR-NEZHAD, V; AFSHARI, E. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, v.49, p.400-406, 2007.
- BARNES, D.J.; BALDWIN, B.S.; BRAASCH, D.A. Degradation of ricin in castor seed meal by temperature and chemical treatment. **Industrial Crops and Products**, v.29, p.509–515, 2009.

BARTER, P. et al. (2007). HDL cholesterol, Very Low Levels of LDL Cholesterol, and cardiovascular events. **The new england journal of medicine**, v.357, n.13, p.1301-1310.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 1999. Disponível em: <<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/documents/CLA.pdf>>. Acesso em: 09 de jul de 2015.

BELTRÃO, N.E.M.; DE OLIVEIRA, M.I.P. **Detoxicação e Aplicações da Torta de Mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 35p.

BOIK, R.J. Model-based principal components of correlation matrices. **Journal of Multivariate Analysis**, v.116, p.310-331, 2013.

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

BORGOGNONE, M.G.; BUSSI, J.; HOUGH, G. Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix? **Food Quality and Preference**, v.12, p. 323–326, 2001.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. **In: 2a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Concórdia, SC, Brasil, 2001.

BRIGHENTI, A.M. Resistência do girassol a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.225-230, 2012.

CABRERA, M.C.; SAADOUN, A. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. **Meat Science**, v.98, p.435-444, 2014.

CANGEMI, J.M.; DOS SANTOS, A.M.; NETO, S.C. A revolução verde da mamona. **Química Nova na Escola**, v.32, n.1, p.3-8, 2010.

CARMO, M.C.N.S.; CORREIA, M.I.T.D. A Importância dos Ácidos Graxos Ômega-3 no Câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.55, n.3, p.279-287, 2009.

CARNEIRO, M.M.Y.; GOES, R.H.T.B.; DA SILVA, L.H.X.; FERNANDES, A.R.M.; DE OLIVEIRA, R.T.; CARDOSO, C.A.L.; HIRATA, A.S.O. Quality traits and lipid composition of meat from crossbreed Santa Ines ewes fed diets including crushed crambe. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.45, n.6, p.319-327, 2016.

CECCHI, H.M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2ª ed. rev., Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 208p.

CHIZZOLINI, R.; ZANARDI, E.; DORIGONI, V.; GHIDINI, S. Caloric value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, p.119-128, 1999.

CIANCHETTA, A.N.; DAVIS, R.M. Fusarium wilt of cotton: Management strategies. **Crop Protection**, v.73, p.40-44, 2015.

COLPO, A. LDL Cholesterol: Bad Cholesterol, or Bad Science? **Journal of American Physicians and Surgeons**, v.10, n.3, p.83-89, 2005.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Indicadores da Agropecuária**, Ano XXIV, n.8, 2015. p.98. Disponível em: <www.conab.gov.br>.

COSTA, R.G.; BATISTA, A.S.M.; DE AZEVEDO, P.S.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S.; FILHO, J.T.A. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.532-538, 2009.

CUNHA, M.G.G.; DE CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

CURI, R.; POMPÉIA, C.; MIYASAKA, C.K.; PROCOPIO, J. **Entendendo a Gordura: Os Ácidos Graxos**. 1ª ed. brasileira, Barueri, SP: Editora Malone Ltda, 2002. 580p.

D’ALESSANDRO, A.G.; MAIORANO, G.; KOWALISZYN, B.; LOIUDICE, P.; MARTEMUCCI, G. How the nutritional value and consumer acceptability of suckling lambs meat is affected by the maternal feeding system. **Small Ruminant Research**, v.106, p.83-91, 2012.

DAYANI, O.; DADVAR, P.; AFSHARMANESH, M. Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v.97, p.48–54, 2011.

DE ÁVILA, S.C.; MARTINS, A.A.; KOZLOSKI, G.V.; ORLANDI, T.; MEZZOMO, M.P.; STEFANELLO, C.M.; HENTZ, F.; CASTAGNINO, P.S. Suplementação com farelo de girassol para ovinos alimentados com silagem de bagaço de sorgo sacarino. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1245-1250, 2013.

DEMANT, C.A.R.; AULD, D.; DEMANT, A.R.M. Development of a bioassay to quantify the ricin toxin content of castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.34, n.4, p.397-402, 2012.

DE OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C.; SANTOS, J.S.; NETO, F.C.V. Composição físico-química de sementes de linhagens de algodoeiro herbáceo cultivadas em regime de sequeiro. **Agropecuária Técnica**, v.32, n.1, p.16-20, 2011.

DINIZ, L.L.; VALADARES FILHO, S.C.; DE OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; DA SILVA, L.D.; BENEDETI, P.B.; BAIÃO, G.F.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D. Castor bean meal for cattle finishing: Nutritional parameters. **Livestock Science**, v.135, p.153-167, 2011.

DRAY, S. On the number of principal components: A test of dimensionality based on measurements of similarity between matrices. **Computational Statistics & Data Analysis**, v.52, p.2228-2237, 2008.

DUBOIS J.; PICCIRILLI, A.; MAGNE, J.; HE, X. Detoxification of castor meal through reactive seed crushing. **Industrial Crops and Products**, v.43, p.194-199, 2013.

EKIZ, B.; DEMIREL, G.; YILMAZ A.; OZCAN, M.; YALCINTAN, H.; KOCAK, O.; ALTINEL, A. Slaughter characteristics, carcass quality and fatty acid composition of lambs under four different production systems. **Small Ruminant Research**, v.114, p.26-34, 2013.

FAOSTAT (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org> > Acesso em: 06 de março de 2017.

FALASCA, S.L.; ULBERICH, A.C., ULBERICH, E. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.). **Industrial Crops and Products**, v.40, p.185-191, 2012.

FENNEMA, O.R. **Química de los Alimentos**. 2ª ed., Zaragoza, Editorial Acribia, 2000. 1258p.

FERREIRA, D.F. **Estatística Multivariada**. 2ª Ed. Revisada e Ampliada, Lavras: Ed. UFLA, 2011. 676p.

FERREIRA, E.M.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; GENTIL, R.S.; PARENTE, M.O.M.; NOLLI, C.P.; MENEGHINI, R.C.M.; MENDES, C.Q.; RIBEIRO, C.V.D.M. Growth, feed intake, carcass characteristics, and meat fatty acid profile of lambs fed soybean oil partially replaced by fish oil blend. **Animal Feed Science and Technology**, v.187, p.9-18, 2014.

FONSECA, N.B.S.; SOTO-BLANCO, B. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1415-1424, 2014.

FURTADO, R.N.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, F.H.T.; PEREIRA, E.S.; POMPEU, R.C.F.F.; SOMBRA, W.A. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de detoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.155-162, 2012.

GADELHA, I.C.N.; FONSECA, N.B.S.; OLORIS, S.C.S.; MELO, M.M.; SOTO-BLANCO, B. Gossypol Toxicity from Cottonseed Products. **The Scientific World Journal**, p.1-11, 2014.

GADELHA, I.C.N.; RANGEL, A.H.N.; SILVA, A.R.; SOTO-BLANCO, B. Efeitos do gossipol na reprodução animal. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.2, p.129-135, 2011.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; DE MELO, G.M.P.; MARTINS, A.S.; SETTI, M.C. Digestibilidade aparente do farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.3, p.123-129, 2004.

GÓMEZ CANDELA, C.; BERMEJO LÓPEZ, L.M.; LORIA KOHEN, V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. **Nutrición Hospitalaria**, v.26, n.2, p.323-329, 2011.

GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e Qualidade da Carne: fundamentos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.197p.

GROSSO, G.; GALVANO, F.; MARVENTANO, S.; MALAGUARNERA, M.; BUCOLO, C.; DRAGO, F.; CARACI, F. Omega-3 Fatty Acids and Depression: Scientific Evidence and Biological Mechanisms. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, p.1-16, 2014.

HARO, A.M.; ARTACHO, R.; CABRERA-VIQUE, C. Ácido linoleico conjugado: interés actual en nutrición humana. **Medicina Clínica (Barcelona)**, v.127, n.13, p.508-515, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Pecuária Municipal**, 2016.

IRSHAID, R.H.; HARB, M.Y.; TITI, H.H. Replacing soybean meal with sunflower seed meal in the ration of Awassi ewes and lambs. **Small Ruminant Research**, v.50, p.109–116, 2003.

KOBA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). **Obesity Research & Clinical Practice**, v.8, p.525-532, 2014.

KRIS-ETHERTON, P.M. Monounsaturated Fatty Acids and Risk of Cardiovascular Disease. **Circulation**, v.100, p.1253-1258, 1999.

LEDESMA, R.D.; VALERO-MORA. Determining the Number of Factors to Retain in EFA: an easy-to-use computer program for carrying out Parallel. **Analysis, Practical Assessment, Research & Evaluation**, v.12(2), p.1-11, 2007.

LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N.; MACIEL, M.V.; OLIVEIRA, S.E.O.; FREIRE, D.A. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

LIRA, M.A.; DE CARVALHO, H.W.L.; DAS CHAGAS, M.C.M.; BRISTOT, G.; DANTAS, J.A.; DE LIMA, J.M.P. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino**. Natal- RN: EMPARN, 2011. 40 p.

LIU, J.; GUO, J.; WANG, F.; YUE, Y.; ZHANG, W.; FENG, R.; GUO, T.; YANG, B.; SUN, X. Carcass and meat quality characteristics of Oula lambs in China. **Small Ruminant Research**, v.123, p.251-259, 2015.

LOTTENBERG, A.M.P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v.53, n.5, p.595-607, 2009.

LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; MCMANUS, C.; COSTA, D.M.; DE ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.

LYRA, W.S.; SILVA, E.C. da; ARAÚJO, M.C.U. de; FRAGOSO, W.D.; VERAS, G. Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. **Química Nova**, v.33(7), p.1594-1597, 2010.

MA, H. Cholesterol and Human Health. **The Journal of American Science**, v.2, n.1, p.46-50, 2006.

MAJEWSKA, M.P.; PAJAK, J.J.; SKOMIAŁ, J.; KOWALIK, B. The effect of different forms of sunflower products in diets for lambs and storage time on meat quality. **Animal Feed Science and Technology**, v.222, p.227-235, 2016.

MALINSKA, H.; HÜTTL, M.; OLIYARNYK, O.; BRATOVA, M.; KAZDOVA, L. Conjugated linoleic acid reduces visceral and ectopic lipid accumulation and insulin resistance in chronic severe hypertriacylglycerolemia. **Nutrition**, v.31, p.1045-1051, 2015.

MARSET, J.B.; COMAS, M.T.; BASSOLS, M.M.; RODRÍGUEZ, E.B. Ácido esteárico y salud cardiovascular. **Actividad Dietética**, v.13, n.4, p.161-172, 2009.

MATOS JÚNIOR, J.B.; DIAS, A.N.; BUENO, C.F.D., RODRIGUES, P.A.; VELOSO, A.L.C.; DE FARIA FILHO, D.E. Metabolizable energy and nutrient digestibility of detoxified castor meal and castor cake for poultry, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2439-2442, 2011.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; BOCCHI, A.L.; QUEIRÓZ, M.A.A.; FEITOSA, J.V. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.679-691, 2005.

MENENDEZ, J.A.; VELLON, L.; COLOMER, R.; LUPU, R. Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/*neu* (erb B-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptine) in breast cancer cells with Her-2/*neu* oncogene amplification. **Annals of Oncology**, v.16, p.359-371, 2005.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 297p.

MIRANDA, J.; ARIASA, N.; FERNÁNDEZ-QUINTELA, A.; PORTILLO, M.P. Are conjugated linolenic acid isomers an alternative to conjugated linoleic acid isomers in obesity prevention? **Endocrinología y Nutrición**, v.61, n.4, p.209-219, 2014.

NADEEM, M.A.; GILANI, A.H.; KHAN, A.G.; NISA, M.U. True Metabolizable Energy Values of Poultry Feedstuffs in Pakistan. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.7, n.6, p.990-994, 2005.

NAGALAKSHMI, D.; DHANALAKSHMI, K. Effect of Feeding Castor Seed Cake Based Diets on Growth, Nutrient Utilization, Immune Response and Carcass Traits in Lambs. **Asian Journal of Animal Sciences**, v.9, n.6, p.293-305, 2015.

NAYEFI, M.; SALARI, S.; SARI, M.; BEHGAR, M. Treatment by gamma or electron radiation decreases cell wall and gossypol content of cottonseed meal. **Radiation Physics and Chemistry**, v.99, p.23-25, 2014.

NERGIZ, C.; YALCIN, H.; YILDIZ, H. Some analytical characters of cottonseed varieties grown In Turkey. **Grasas y Aceites**, v.48, n.6, p. 411-414, 1997.

NESTEL, P. Trans Fatty Acids: Are Its Cardiovascular Risks Fully Appreciated? **Clinical Therapeutics**, v.36, n.3, p.315-321, 2014.

NETO, J.M.M.; MOITA, G.C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v.21(4), p.467-469, 1998.

NOORI, M.; DARABI, M.; RAHBANI, A.R.M.; ABADI, N.A.; DARABI, M.; GHATREHSAMANI, K. Fatty acid composition of HDL phospholipids and coronary artery disease. **Journal of Clinical Lipidology** v.3, p.39-44, 2009.

NUNES, H., ZANINE, A. de M.; MACHADO, T. M. M.; CARVALHO, F. C. de. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: Uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.15, n.4, p.147-158, 2007.

NUNES, M.R.S.; MARTINELLI, M.; PEDROSO, M.M. Epoxidação do óleo de mamona e derivados empregando o sistema catalítico VO(acac)/TBHP. **Química Nova**, v.31, n.4, p.818-821, 2008.

OLIVEIRA, A.C.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, H.C.; ALMEIDA, V.V.S.; SILVA, R.R.; NASCIMENTO FILHO, C.S.; ABREU FILHO, G. Chemical composition and fermentation characteristics of sugar cane silage enriched with detoxified castor bean meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.181-188, 2015a.

OLIVEIRA, C.H.A.; SILVA, A.M.; SILVA, L.M.; VAN TILBURG, M.F.; FERNANDES, C.C.L.; MOURA, A.A.; MORENO, F.B.M.B.; MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O.; MOREIRA, R.A.; BEZERRA, F.J.; RONDINA, D. Meat quality assessment from young goats fed for long periods with castor de-oiled cake. **Meat Science**, v.106, p.16-24, 2015b.

PACHECO, D.A.Q.; SOOKTHAI, D.; WITTENBECHER, C.; GRAF, M.E.; SCHÜBEL, R.; JOHNSON, T.; KATZKE, V.; JAKSZYN, P.; KAAKS, R.; KÜHN, T.. Red meat consumption and risk of cardiovascular diseases—is increased iron load a possible link? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.107, p.113–119, 2018.

PACHECO, J.; CASADO, S.; PORRAS, S. Exact methods for variable selection in principal component analysis: Guide functions and pre-selection. **Computational Statistics and Data Analysis**, v.57, p. 95–111, 2013.

PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L. Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.13, n.1/2/3, p.24-37, 2010.

PAIM, T.P.; VIANA, P.; BRANDÃO, E.; AMADOR, S.; BARBOSA, T.; CARDOSO, C.; DANTAS, A.M.M.; DE SOUZA, J.R.; MCMANUS, CONCEPTA; ABDALLA, A.L.; LOUVANDINI, H. Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, v.116, p.71-77, 2014.

PATTERSON, E.; WALL, R.; FITZGERALD, G. F.; ROSS, R. P.; STANTON, C. Health Implications of High Dietary Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids. **Journal of Nutrition and Metabolism**, p.1-16, 2012.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Soja Grão e Caroço de Algodão em Suplementos Múltiplos para Terminação de Bovinos Mestiços em Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.484-491, 2002.

PELITIRE, S.M.; DOWD, M.K.; CHENG, H.N. Acidic solvent extraction of gossypol from cottonseed meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.195, p.120-128, 2014.

PIERRE, A.S.; MINVILLE-WALZ, M.; FÈVRE, C.; HICHAMI, A.; GRETI, J.; PICHON, L.; BELLENGER, S.; BELLENGER, J.; GHIRINGHELLI, F.; NARCE, M.; RIALLAND, M. Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid induced cell death in human colon cancer cells through reactive oxygen species-mediated ER stress. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1831, p.759-768, 2013.

PEREIRA, E. B. B.; PEREIRA, M. B. Um critério para o descarte de variáveis na análise de componentes principais. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências Exatas e da Terra. Seropédica, RJ, EDUR, v.23, n. 1-2, p. 1-7, 2004.

PIONA, M.N.M.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G; GALATI, R.L.; CAETANO, G.G.G.P.; SILVA, A. R. Níveis de Caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.110-122, 2012.

POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S. S.; ROGÉRIO, M.C.P.; SOMBRA, W.A.; LOPES, M.N. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.726-733, 2012.

RAMALHO, H.F.; SUAREZ, P.A.Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual de Química**, v.5, n.1, p.2-15, 2013.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; DE CARVALHO, G.G.P.; PEREIRA, M.L.A.; DOS SANTOS, A.B.; ROCHA, L.C. Características fermentativas, composição química e fracionamento de carboidratos e proteínas de silagem de capim-elefante emurchecido ou com adição de torta de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, p.1447-1462, 2014.

ROBINSON, P.H.; GETACHEW, G.; DE PETERS, E.J.; CALHOUN, M.C. Influence of variety and storage for up to 22 days on nutrient composition and gossypol level of pima cottonseed (*Gossypium* spp.). **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.149-156, 2001.

RODRIGUES, F. V.; RONDINA, D. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.2, p.91-99, 2013.

RUFINO JUNIOR, J.; DE CARVALHO, D.M.G.; DE SOUZA, J.G.; CABRAL, L.S.; DA SILVA, J.J.; RIBEIRO, M.D.; ARNOLDO, T.L.Q.; DE OLIVEIRA, A.S.; SOARES, J.Q. Carço de algodão em dietas sem volumoso para cordeiros confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n. 4, p.2727-2738, 2015.

SANTOS-CRUZ, C.L.; DA CRUZ, C.A.C.; LIMA, T.R.; PÉREZ, J.R.O.; JUNQUEIRA, R.S.; DA CRUZ, B.C.C. Correlation between lipid, cholesterol and fatty acid contents in the shoulder of castrated and non-castrated Santa Inês lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1775-1783, 2012.

SANTOS, P.A.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; DOS SANTOS, M.J.B.; MELO, A.G.S.; OLIVEIRA, A.C.; Cavalcanti, A.S.A. Farelo de mamona na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.10, n.6, p.2814- 2827, 2013.

SANTOS R.D.; GAGLIARDI A.C.M.; XAVIER H.T.; MAGNONI C.D.; CASSANI R.; LOTTENBERG A.M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.100, n.1, p.1-40, 2013.

SCHEFFLER, J.A.; ROMANO, G.B. Modifying Gossypol in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.): A Cost Effective Method for Small Seed Samples. **The Journal of Cotton Science**, v.12, p.202–209, 2008.

SCERRA, M.; CAPARRA, P.; FOTI, F.; CILIONE, C.; ZAPPIA, G.; MOTTA, C.; SCERRA, V. Intramuscular fatty acid composition of lambs fed diets containing alternative protein sources. **Meat Science**, v.87, p.229-233, 2011.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. Monounsaturated Fatty Acids and Risk of Cardiovascular Disease: Synopsis of the Evidence Available from Systematic Reviews and Meta-Analyses. **Nutrients**, v.4, p.1989-2007, 2012.

SILVA, L.M.; SILVA, A.M.; OLIVEIRA, C.H.A.; CARNEIRO, H.A.V.; DE SOUZA, P.T.; BESERRA, F.J.; DA SILVA, C.M.G.; RONDINA, D. Reproductive responses and productive characteristics in ewes supplemented with detoxified castor meal for a long period. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.8, p.419-427, 2014.

SILVA, N.R.; PADOVANI, C.R. Utilização de componentes principais em experimentação agrônômica. **Energ. Agric. Botucatu**, v.21(4), p.98-113, 2006.

SILVA, N.V. da; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G. de; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L. dos S. Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.233-241, 2010.

SIMOPOULOS, A.P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. **OCL**, v.17, n.5, p.267-275, 2010.

SUN, H.X.; ZHONG, R.Z.; LIU, H.W.; WANG, M.L.; SUN, J.Y.; ZHOU, D.W. Meat quality, fatty acid composition of tissue and gastrointestinal content, and antioxidant status of lamb fed seed of a halophyte (*Suaeda glauca*). **Meat Science**, v.100, p.10-16, 2015.

URRUTIA, O.; SORET, B.; INSAUSTI, K.; MENDIZABAL, J.A.; PURROY, A.; ARANA, A. The effects of linseed or chia seed dietary supplementation on adipose tissue development, fatty acid composition, and lipogenic gene expression in lambs. **Small Ruminant Research**, v.123, p.204-211, 2015.

VAN CLEEF, E.H.C.B.; EZEQUIEL, J.M.B.; GONÇALVES, J.S.; FONTES, N.A.; OLIVEIRA, P.S.N.; STIAQUE, M.G. Fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou à ureia em dietas para novilhos. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.235, p. 415-423, 2012.

VASCONCELOS, G.C.L.; MEDEIROS, K.A.A.L.; MEDEIROS, O.S.; RIBEIRO, V.V.; ARRIEL, N.H.C. Qualidade fisiológica de sementes e biometria de plântulas de mamona. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS**, 1, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 2144-2148.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **Fundamentos de Bioquímica: A vida em nível molecular**. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2008. 1264p.

YAMASAKI, M.; YANAGITA, T. Adipocyte response to conjugated linoleic acid. **Obesity Research & Clinical Practice**, v.7, p.235-242, 2013.

YANG, B.; CHEN, H.; STANTON, C.; ROSS, R.P.; ZHANG, H.; CHEN, Y.Q.; CHEN, W. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. **Journal of Functional Foods**, v.15, p.314-325, 2015.

WANG, D.; CAMPOS, H.; BAYLIN, A. Red meat intake is positively associated with non-fatal acute myocardial infarction in the Costa Rica Heart Study. **British Journal of Nutrition**, v.118, p.303-311, 2017

WARDLAW, G.M.; SMITH, A.M. **Nutrição contemporânea**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 768 p.

WHITNEY, T.R.; SMITH, S.B. Substituting redberry juniper for oat hay in lamb feedlot diets: Carcass characteristics, adipose tissue fatty acid composition, and sensory panel traits. *Meat Science*, v.104, p.1-7, 2015.

ZAGORAKIS, K.; LIAMADISA, D.; MILIS, C.; DOTAS, V.; DOTAS, D. Nutrient digestibility and in situ degradability of alternative soybean meal protein sources for sheep. *Small Ruminant Research*, v.124, p.38-44, 2015.

ZHAN, Y.; SHI, H.; CALIGIURI, S.P.B.; WU, Y.; DECLERCQ, V.; TAYLOR, .G.; ZAHRADKA, P.; OGBORN, M.R.; AUKEMA, H.M. Trans-10,cis-12-conjugated linoleic acid worsens renal pathology and alters cyclooxygenase derived oxylipins in obesity-associated nephropathy. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v.26, p.130-137, 2015.

ZHANG, W.; XU, Z.; ZHAO, S.; SUN, J.; YANG, X. Development of a microbial fermentation process for detoxification of gossypol in cottonseed meal. *Animal Feed Science and Technology*, v.135, p.176-186, 2007.

ZOCK, P.L.; DE VRIES, J.H.M.; KATAN, M.B. Impact of Myristic Acid Versus Palmitic Acid on Serum Lipid and Lipoprotein Levels in Healthy Women and Men. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, v.14, n.4, p.567-575, 1994.

ZONG, G.; LI, Y.; WANDERS, A.J.; ALSSEMA, M.; PETER, L.Z.; WILLET, W.C.; HU, F.B.; SUN, Q. Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. *BMJ*, 2016; 355:i5796.

ZOU, H.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. Sparse Principal Component Analysis. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, v.15(2), p.265–286, 2006.

II – OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o efeito da inclusão de coprodutos agroindustriais (caroço de algodão, farelo de girassol e torta de mamona), como fonte proteica, na dieta de cordeiros Dorper x Santa Inês.

2.1. Objetivos Específicos

- Verificar o efeito do uso de coprodutos agroindustriais na alimentação de cordeiros Dorper x Santa Inês sobre a qualidade nutricional da gordura da carne (ácidos graxos e colesterol);
- Estudar a relação da carne oriunda de músculos com características metabólicas distintas sobre a síntese e deposição tecidual de ácidos graxos e colesterol;
- Promover a simplificação estrutural dos dados gerados, a fim de facilitar a realização de inferências sobre todo o grupo de variáveis;
- Avaliar a relação entre as variáveis de campo e a qualidade de carne.

III – CAPÍTULO I

QUALIDADE DA GORDURA DA CARNE DE CORDEIROS DORPER X SANTA INÊS EM DIETAS COM COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito do uso de coprodutos agroindustriais na dieta de cordeiros sobre a qualidade nutricional da gordura da carne. Ademais, estudar a variação de parâmetros de qualidade da gordura em função do tipo de músculo. Vinte cordeiros Dorper x Santa Inês foram distribuídos entre quatro dietas experimentais: controle (C), ou dietas contendo caroço de algodão (CA), farelo de girassol (FG) ou torta de mamona (TM). Após 106 dias de período experimental, os animais foram abatidos. Amostras dos músculos *Bíceps femoris* (BF), *Logissimus dorsi* (LD), *Semimembranosus* (SM) e *Tríceps brachii* (TB) foram tomadas para as análises de ácidos graxos e colesterol. As dietas TM e FG produziram carnes com menores teores de AGPI n-6, comparadas à dieta C. A dieta TM contribuiu para redução tecidual dos AGPI n-3. Menor concentração de CLA e razão P/S e maior teor de AGS e Índice de Trombogenicidade foram observadas na carne do LD. Dos co-produtos estudados, apesar da dieta CA reduzir os níveis de colesterol no músculo BF, o FG mostrou ser mais indicado para alimentação de cordeiros, uma vez que reduziu os AGPI n-6 (propriedades pró-inflamatórias) sem, contudo, diminuir os níveis de AGPI n-3 (anti-inflamatórias). A carne do LD apresentou os mais baixos índices de qualidade de gordura. Carnes de músculos mais oxidativos, como o BF, geram carnes com maior concentração de colesterol.

Palavras-chave: ácidos graxos; caroço de algodão; colesterol; farelo de girassol; torta de mamona.

QUALITY OF MEAT FAT FROM LAMBS DORPER X SANTA INÊS FED DIETS CONTAINING AGROINDUSTRIAL CO-PRODUCTS

Abstract - This work aimed to evaluate the effect of using agroindustrial co-products in the diet of lambs about the nutritional quality of meat fat and to study the variation of fat quality parameters based on the type of muscle. Twenty Dorper x Santa Inês lambs were distributed into four experimental groups and fed a control diet (C), or diets containing cottonseed (CS), sunflower meal (SFM), and castor cake (CC). It was used an experimental period of a hundred and six days for performance evaluation. After this period, the animals were slaughtered and samples of *Biceps femoris* (BF), *Longissimus dorsi* (LD), *Semimembranosus* (SM), and *Triceps brachii* (TB) muscles were taken for fatty acid and cholesterol analysis. The CC and SFM diets produced meats with lower levels of n-6 PUFAs compared to the C diet. The CC diet contributed to tissue reduction of n-3 PUFAs. Lower CLA concentration and P/S ratio, and higher SFA content and Thrombogenicity Index were observed in LD meat. From the co-products studied, despite the CC diet reduced cholesterol levels in BF muscle, SMF was identified as the preferred choice for lamb feeding, since it reduced n-6 PUFAs (pro-inflammatory properties) without, however, decreasing n-3 PUFAs (anti-inflammatory properties). LD meat had the lowest fat quality indexes. More oxidative muscles, such as BF, generate meats with higher cholesterol concentrations.

Key Words: castor cake, cholesterol, cottonseed, fatty acids, sunflower meal.

3.1. INTRODUÇÃO

A qualidade nutricional da gordura animal é determinada pela sua composição de ácidos graxos. Em ruminantes, algumas estratégias têm sido utilizadas com o intuito de promover alterações benéficas no perfil de ácidos graxos da carne, como a modificação da alimentação animal.

O uso de coprodutos agroindustriais – como tortas, farelos e sementes de oleaginosas – tem sido objeto de estudo na alimentação de ruminantes. O interesse por estes coprodutos fundamenta-se, em sua maioria, em uma possível redução de custos de produção, por serem fontes proteicas alternativas ao farelo de soja. Todavia, devido à crescente demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis, a utilização destes coprodutos tem sido também avaliada sobre a perspectiva de promover modificações no perfil de ácidos graxos da carne (Oliveira et al., 2015; Paim et al., 2014).

Dentre os coprodutos de oleaginosas utilizados na alimentação de ovinos, com potencial para promover melhorias no perfil de ácidos graxos da carne, têm-se: a torta de mamona (Alves et al., 2016; Pompeu et al., 2012), o farelo de girassol (Louvandini et al., 2007; Irshaid et al., 2003) e o caroço de algodão (Paim et al., 2014; Dayani et al., 2011).

A melhoria nutricional da fração gordurosa da carne passa basicamente por uma redução na concentração de AGS, de estreita relação com doenças coronarianas (Zong et al., 2016), e de AGPI n-6, de ação pró-inflamatória. Por outro lado, busca-se um aumento nos teores de AGPI n-3, com efeito anti-inflamatório, e isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA), que estão associados à proteção contra o câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (Yang et al., 2015; Grosso et al., 2014; Santos et al., 2013; Yamasakia e Yanagita, 2013; Patterson et al., 2012; Carmo e Correia, 2009).

Não apenas a dieta animal pode promover modificações na qualidade da carne. Músculos metabolicamente e fisiologicamente diferentes podem apresentar variação na síntese e deposição tecidual de ácidos graxos e colesterol (Serra et al., 2014; Peña et al., 2011; Enser et al., 1998).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito do uso de coprodutos agroindustriais (caroço de algodão, farelo de girassol e torta de mamona) sobre a qualidade nutricional da gordura da carne em função do tipo de músculo.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Todo procedimento experimental envolvendo animais foi realizado após aprovação pelo Conselho de Ética do Uso de Animais - CEUA da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Protocolo N° 24/2013.

3.2.1. Animais e dietas experimentais

O estudo foi realizado no município de Itapetinga, BA, Brasil. A região está localizada a 15° 14' 56" de latitude sul, 40° 12' 10" de longitude oeste e 270 m de altitude. Foram utilizados 20 cordeiros F1 Dorper x Santa Inês, castrados, com idade aproximada de 90 dias e peso corporal médio de $20,1 \pm 2,5$ kg. O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo os animais distribuídos entre quatro dietas experimentais (tratamentos), perfazendo um total de cinco animais (repetições) por dieta; os animais foram confinados em baias individuais de 1,5m x 1,0m, dotadas de cocho e bebedouro, em estábulo coberto.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas de acordo com Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRC, 2007, Washington DC, USA), para ganho médio diário de 200 g. Foi utilizado concentrado convencional (dieta controle - C) à base de milho moído, farelo de soja, ureia e suplemento mineral, com substituição parcial do farelo de soja e milho, em percentual de matéria seca, por três coprodutos agroindustriais, caracterizando os demais tratamentos: caroço de algodão (CA), farelo de girassol (FG) ou torta de mamona (TM) destoxificada com solução aquosa de hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2$ 1:10 (w/v)] (Oliveira et al., 2007); as dietas foram formuladas mantendo-se um balanço proteico e energético e com uma relação volumoso:concentrado de 50:50, sendo o volumoso o feno de capim Tifton 85 (*Cynodon* spp).

As dietas foram fornecidas *ad libitum* em uma quantidade de 4,5 % do peso corporal, na forma de mistura completa. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em porções iguais, às 7:00 h e às 15:00 h, admitindo-se 20 % de sobras; o total fornecido foi ajustado diariamente em função da quantidade das sobras do dia anterior, a fim de proporcionar um consumo voluntário.

Tabela 01: Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

	Dietas			
	C	CA	FG	TM
Ingredientes (g kg⁻¹ matéria seca)				
Feno de Tifton 85	500,0	500,0	500,0	500,0
Milho Moido	365,0	305,0	345,0	345,0
Farelo de Soja	120,0	80,0	60,0	60,0
Caroço de Algodão	-	100,0	-	-
Farelo de Girassol	-	-	80,0	-
Torta de Mamona	-	-	-	80,0
Uréia	10,0	10,0	10,0	10,0
Suplemento Mineral ¹	5,0	5,0	5,0	5,0
Composição Química (g kg⁻¹ matéria seca)				
Matéria Seca	861,8	866,3	874,4	858,1
Matéria Orgânica	944,1	942,8	942,9	936,7
Proteína Bruta	166,8	166,6	165,6	166,9
Extrato Etéreo	28,5	23,4	20,2	22,1
Matéria Mineral	55,9	57,2	57,1	63,3
Fibra em Detergente Neutro	591,1	594,8	571,1	579,3
Fibra em Detergente Ácido	313,7	331,1	318,1	323,9
Carboidratos não fibrosos	317,7	317,5	339,9	341,4
Carboidratos Totais	748,8	752,8	757,1	747,7

¹Composição (por kg de suplemento)=Cálcio-155g, Fósforo-65g, Sódio-155g, Enxofre-12g, Magnésio-6g, Cobre-100mg, Cobalto-175mg, Ferro-1000mg, Iodo-175mg, Manganês-1400mg, Selênio-27mg, Zinco-6000mg, Níquel-42mg, Flúor-650mg.

C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona.

Fonte: Silva (2015)

Foi adotado um período experimental de 106 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às condições experimentais (dieta e manejo) e 92 dias de coleta de dados; durante o período de adaptação, os animais foram identificados e vermifugados.

3.2.2. Abate dos Animais e Obtenção das Carnes

Ao final do período experimental, os animais foram mantidos em jejum sólido por 16 horas e, após, submetidos ao procedimento de abate, de acordo com as normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal-RIISPOA (Brasil, 1997).

O abate foi realizado pelo método de insensibilização por concussão cerebral, seguido por sangria, pelo corte das veias jugular e carótida. Após, os animais foram esfolados e eviscerados, com posterior retirada das patas, cabeça e testículos, para

obtenção da carcaça inteira do animal. As carcaças inteiras foram conduzidas à câmara fria, a uma temperatura de 4°C, por 24 horas.

Após este período, as carcaças inteiras foram seccionadas longitudinalmente, e, da meia carcaça direita, retiradas as carnes oriundas dos músculos *Biceps femoris* (BF), *Longissimus dorsi* (LD), *Semimembranosus* (SM) e *Tríceps brachii* (TB).

Imediatamente após remoção, as carnes foram recobertas com filme plástico de policloreto de vinila (PVC), envoltas em papel alumínio, identificadas, acondicionadas em embalagem plástica de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e submetidas a congelamento (-10°C) até realização das análises físico-químicas.

3.2.3. Análises Físico-Químicas

3.2.3.1. Perfil e Quantificação de Ácidos Graxos

A fração lipídica das carnes foi obtida pelo método Bligh e Dyer (1959), enquanto que, para as dietas experimentais, utilizou-se a metodologia proposta por Folch, Stanley e Lee (1957).

Após extração, os lipídeos foram transesterificados (método 5509; ISO, 1978) para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG). Aproximadamente 200 mg de gordura foram pesadas em um tubo de vidro com tampa rosqueável, e os seguintes reagentes adicionados: 2 mL de n-heptano; 1 mL de uma solução a 2 mg mL⁻¹ do padrão interno tridecanoato de metila (C13:0); e 2 mL de uma solução a 2 M de KOH em metanol. O tubo foi fechado, agitado vigorosamente por 5 min e deixado em repouso durante 1 h para separação das fases. Uma alíquota de cerca de 1,5 mL foi transferida para um vial e estocada a -10 °C, até as análises cromatográficas.

Os EMAG foram analisados usando um cromatógrafo a gás (Varian CP-38000) equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP-SIL 88 (100 m, 0,25 mm diâmetro interno e 0,2 µm de espessura). O tempo total da análise cromatográfica foi 71,25 min, dividido em três rampas de aquecimento, como segue: 120 °C (10 min), 190 °C (3 °C min⁻¹, 5 min); 210 °C (1 °C min⁻¹); and 240 °C (10 °C min⁻¹, 10 min). A temperatura do injetor e detector foram, respectivamente, 250 e 290 °C, a razão de divisão da amostra 1:120 e o volume de injeção 1,0 µL.

A identificação dos ácidos graxos das dietas experimentais (Tabela 2) e das carnes foi baseada na comparação do tempo de retenção dos EMAG da amostra, com

uma mistura padrão de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (18919 Supelco, EUA) e isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O5632 Sigma, EUA).

A quantificação dos ácidos graxos (AG) em g 100 g⁻¹ de lipídeos totais (LT) deu-se em relação ao padrão interno tridecanoato de metila (C13:0) da Sigma. Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme Visentainer e Franco (2006):

$$AG (g 100 g^{-1}) = \frac{A_x \cdot M_{13:0} \cdot F_{RT}}{A_{13:0} \cdot M_A \cdot F_{CT}}$$

Onde:

- A_x Área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos
- $A_{13:0}$ Área do padrão interno;
- $M_{13:0}$ Massa do padrão interno adicionado a amostra (mg);
- M_A Massa da amostra (g);
- F_{RT} Fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos (AG)
- F_{CT} Fator de conversão para expressar os resultados em mg de AG g⁻¹ de LT.

Tabela 02: Teores médios de ácidos graxos dos concentrados e volumoso utilizados nas dietas experimentais.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	C	CA	FG	TM	Volumoso*
C12:0 (ácido láurico)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
C14:0 (ácido mirístico)	0,04	0,35	0,07	0,08	0,30
C15:0 (ácido pentadecílico)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
C16:0 (ácido palmítico)	11,91	16,08	10,36	11,44	7,61
C16:1 (ácido palmitoleico)	0,11	0,26	0,13	0,12	0,19
C17:0 (ácido margárico)	0,07	0,09	0,08	0,09	0,19
C17:1 (ácido heptadecanóico)	0,00	0,03	0,09	0,02	0,00
C18:0 (ácido esteárico)	1,95	2,10	1,98	1,97	2,38
C18:1 n9t (ácido eleídico)	0,00	0,12	0,00	0,02	0,00
C18:1 n9c (ácido oleico)	24,84	19,37	24,59	22,96	5,15
C18:2 n6c (ácido linoleico)	34,90	39,35	30,34	28,58	4,01
C20:0 (ácido araquídico)	0,49	0,32	0,43	0,46	0,35
C20:1 (ácido gadoleico)	0,18	0,10	0,17	0,16	0,00
C18:3 n3 (ácido linolênico)	1,18	0,60	0,79	0,79	6,49
C22:0 (ácido bahênico)	0,22	0,15	0,23	0,20	0,39
C20:3 n6 (ácido di-homo- γ -linolênico)	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
C20:4 n6 (ácido araquidônico)	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08
C24:0 (ácido lignocérico)	0,19	0,12	0,18	0,18	0,39
C22:6 n3 (ácido docosahexanóico)	0,04	0,01	0,04	0,06	0,00
AGS (Ácidos Graxos Saturados)	14,88	19,21	13,34	14,49	11,84
AGPI (Ácidos Graxos Poli-insaturados)	36,14	39,96	31,18	29,43	10,58

*Feno de Capim Tifton-85; C=controle; CA=caroço de algodão; FG=farelo de girassol; TM= torta de mamona.

Os ácidos graxos, depois de identificados e quantificados, foram utilizados para determinação da quantidade total ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) de ácidos graxos saturados ($\sum\text{AGS}$), monoinsaturados ($\sum\text{AGMI}$), poli-insaturados ($\sum\text{AGPI}$), $\sum\text{AGPI n-3}$ e $\sum\text{AGPI n-6}$. Alguns índices de importância nutricional foram também calculados, incluindo a razão entre os $\sum\text{AGPI n-6}$ e $\sum\text{AGPI n-3}$ ($n6/n3$), a razão entre os AGPI e os AGS (P/S), segundo equação proposta por Enser et al. (1996), e os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), de acordo com Ulbricht e Southgate (1991). As equações encontram-se dispostas abaixo:

$$n-6/n-3 = \frac{\sum \text{AGPI n-6}}{\sum \text{AGPI n-3}}$$

$$P/S = \frac{C18:2n6c + C18:3n3}{C14:0 + C16:0 + C18:0}$$

$$IA = \frac{C12:0 + 4.C14:0 + C16:0}{\sum \text{AGPI}(n-3 \text{ e } n-6) + \sum \text{AGMI}}$$

$$IT = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0.5(\sum \text{MUFA}) + 0.5(\sum \text{AGPI n-6}) + 3(\sum \text{AGPI n-3}) + (\sum \text{AGMI n-3} / \sum \text{AGPI n-6})}$$

Adicionalmente, foram determinados os índices de $\Delta-9$ dessaturase, seguindo as equações propostas por Bichi et al. (2012) e Malau-Aduli et al. (1997), conforme equações abaixo:

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } C14 = 100 \cdot \frac{C14:1}{C14:1 + C14:0}$$

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } C16 = 100 \cdot \frac{C16:1}{C16:1 + C16:0}$$

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } C18 = 100 \cdot \frac{C18:1n9c}{C18:1n9c + C18:0}$$

Onde, C18:2n6c=ácido linoleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C18:3n3=ácido linolênico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C12:0=ácido láurico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C14:0=ácido mirístico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C16:0=ácido

palmitico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C18:0=ácido esteárico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C14:1=ácido miristoleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C16:1=ácido palmitoleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) e C18:1n9c= ácido oleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$).

3.2.3.2. Colesterol

A análise colesterol foi realizada nas carnes em 2 etapas: preparo da amostra (saponificação direta e extração da fração insaponificável), de acordo com as metodologias proposta por Saldanha et al. (2004 e 2006), com algumas modificações, e quantificação cromatográfica do colesterol.

Em um tubo de ensaio com tampa rosqueável, adicionou-se 2g de carne, previamente triturada, 4 mL de uma solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) 50% e 6mL de álcool etílico P.A. Após, a mistura foi agitada em vórtex por 1 min e deixada em repouso, na ausência da luz, por 22 horas, para a completa reação de saponificação. Seguidamente, foram adicionados 5mL de água destilada e 10mL de hexano P.A., e os tubos novamente agitados por 5 minutos, quando foram deixados em repouso por 1 hora na ausência da luz, até a separação das fases. A fração hexânica superior foi coletada, transferida para um balão de fundo chato e evaporada em rotavapor (banho-maria a 33-34°C). O resíduo remanescente no balão, após evaporação, foi diluído em 2,5mL da fase móvel (acetonitrila:isopropanol na proporção de 85:15, grau de pureza cromatográfico), filtrado, com o auxílio de uma seringa, em um microfiltro (CHROMAFIL®) de 25mm, com membrana filtrante de Politetrafluoroetileno (PTFE) e porosidade de 0,45 μm , e analisado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) para quantificação do colesterol.

Foi utilizado um cromatógrafo líquido (Shimadzu), com uma coluna analítica C18 (15cm x 4,6mm x 5 μm), acoplado a um detector de arranjo de diodos a 202 nm. A temperatura do forno foi ajustada para 40°C e o tempo de análise a 10min. A fase móvel utilizada foi acetonitrila:isopropanol 85:15 (v/v), com vazão constante de 2,0 mL min^{-1} . Foram realizadas injeções de 100 μL , em duplicata, e as áreas dos picos do colesterol, determinadas através do software LCSolution®. O colesterol foi identificado através da comparação do tempo de retenção dos picos das amostras com o do padrão colesterol (Cholesterol, cód. C8667 - Sigma-Aldrich®). A quantificação foi realizada integrando-se às áreas dos picos obtidos e calculada sua concentração ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) por uma equação de reta obtida através de uma curva padrão montada com o padrão de colesterol.

3.2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística

Foi adotado o esquema de parcela subdividida no espaço, com as dietas experimentais (A_i) inteiramente casualizadas na parcela, e os músculos (B_j) e a interação $[(AB)_{ij}]$, na sub-parcela, com 5 repetições, conforme segue:

$$Y_{ijk} = m + A_i + \delta_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo o efeito principal da parcela (A_i) avaliado com o erro experimental associado a esta (δ_{ik}), e o efeito principal da subparcela (B_j) e a interação $(AB)_{ij}$, testados em relação ao erro experimental da subparcela (e_{ijk}). A interação, quando significativa ($P < 0,05$), foi desmembrada, fazendo-se uso do e_{ijk} para comparação entre os níveis de B ao mesmo nível de A e de um erro combinado, como proposto por Satterthwait (1946), para testar os níveis de A em cada nível de B, conforme equações abaixo:

$$GLRes(a, b) = \frac{[QMRes(a) + (J - 1) \cdot QMRes(b)]^2}{\frac{QMRes(a)^2}{GLRes(a)} + \frac{[(J - 1) \cdot QMRes(b)]^2}{GLRes(b)}}$$

$$QMRes(a, b) = \frac{QMRes(a) + (J - 1) \cdot QMRes(b)}{J}$$

Onde:

GLRes(a, b)	Grau de Liberdade do Resíduo Combinado
GLRes(a)	Grau de Liberdade do Resíduo associado a parcela
GLRes(b)	Grau de Liberdade do Resíduo associado a subparcela
QMRes(a, b)	Quadrado Médio do Resíduo Combinado
QMRes(a)	Quadrado Médio do Resíduo associado a parcela;
QMRes(b)	Quadrado Médio do Resíduo associado a subparcela;
J	Número de repetições;

Quando significativos ($P < 0,05$) os desmembramentos das interações, as médias dos fatores, em cada nível do outro fator, foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os fatores individuais (A e B) só foram avaliados quando não houve interação significativa. Neste caso, as médias dos fatores, quando significativamente diferentes

($P < 0,05$), foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ($P < 0,05$). O procedimento GLM do pacote estatístico SAS (University Edition) foi utilizado para todas as análises.

3.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Ácidos Graxos

Não houve ($P>0.05$) efeito da interação músculo x dieta (M^*D) na concentração dos AGS (Tabela 3).

O uso de coprodutos agroindustriais, com exceção do ácido behênico (C22:0), que teve sua concentração reduzida ($P<0,05$) pelas dietas CA e TM, não alterou ($P>0,05$) a concentração tecidual dos principais AGS encontrados (Tabela 3).

Como esperado, houve variação ($P<0,05$) na concentração tecidual para os AGS láurico (C12:0), pentadecílico (C15:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), araquídeo (C20:0) e C22:0, entre as carnes oriundas dos músculos BF, LD, SM e ST (Tabela 3). Destes, maior atenção tem sido dada ao C12:0, por estudos recentes associá-lo a efeitos anticancerígenos (Lappano et al., 2017; Weng et al., 2016); ao C16:0, devido ao potencial de ação hipercolesterolêmica (Zock et al., 1994); e ao C18:0, por proporcionar uma redução nos níveis de colesterol HDL (Schwab et al., 1996). Juntos, o C12:0, o C16:0 e o C18:0 representaram cerca de 91% dos AGS e 44% de todos os ácidos graxos identificados.

Menor concentração de C12:0 foi encontrada na carne do LD em comparação à do BF. Todavia, a carne do LD apresentou maior proporção de C16:0 que a do BF, e de C18:0 em relação às carnes dos músculos BF, SM e TB.

Variação na concentração tecidual de C16:0 deve-se, fundamentalmente, à síntese endógena de ácidos graxos, conhecida como síntese de *novo* ou lipogênese, que, em ruminantes não lactantes, ocorre principalmente no tecido adiposo. Para este processo, 50 a 80% de todo o NADPH necessário é oriundo da oxidação da glicose pela via pentose fosfato (Nafikov e Beitz, 2007; D'Mello, 2000). Dessa forma, músculos predominantemente oxidativos, como o BF, tendem a proporcionar carnes com menores teores de C16:0, por apresentarem menor concentração de glicogênio em relação a músculos de atividade metabólica intermediária à glicolítica, como o LD (Gomide et al., 2013; Johnsen et al., 2013; Briand et al., 1981).

Por outro lado, a maior concentração de C18:0 na carne do LD está relacionada ao seu menor ($P<0.05$) índice de Δ -9 dessaturase C18 em relação à do BF, SM e TB (Tabela 4). A Δ -9 dessaturase C18 é responsável pela dessaturação do C18:0 a ácido oleico (C18:1n9c) (Choi et al., 2013).

Tabela 3: Teor médio de ácidos graxos saturados e seu grupamento maior, em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
C10:0 Ácido Cáprico	BF	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07±0,00	0,642	0,235	0,440
	LD	0,08	0,07	0,09	0,08	0,08±0,00			
	SM	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08±0,00			
	TB	0,08	0,07	0,09	0,07	0,08±0,00			
	Média±EPM	0,07±0,00	0,07±0,00	0,08±0,00	0,07±0,00				
C12:0 Ácido Láurico	BF	0,08	0,12	0,07	0,09	0,09 ^A ±0,01	0,548	0,002	0,267
	LD	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06 ^B ±0,01			
	SM	0,06	0,08	0,09	0,07	0,07 ^{AB} ±0,01			
	TB	0,06	0,09	0,09	0,07	0,08 ^{AB} ±0,01			
	Média±EPM	0,06±0,00	0,09±0,01	0,08±0,01	0,07±0,01				
C14:0 Ácido Mirístico	BF	1,75	1,99	1,54	1,70	1,74±0,10	0,874	0,066	0,304
	LD	1,55	1,69	1,79	1,67	1,67±0,09			
	SM	1,76	1,96	2,03	1,63	1,84±0,10			
	TB	1,90	1,90	1,92	1,81	1,88±0,09			
	Média±EPM	1,74±0,08	1,88±0,05	1,82±0,13	1,70±0,10				
C15:0 Ácido Pentadecílico	BF	0,30	0,35	0,23	0,29	0,29 ^A ±0,02	0,368	0,000	0,427
	LD	0,22	0,25	0,23	0,22	0,23 ^B ±0,01			
	SM	0,28	0,35	0,29	0,27	0,30 ^A ±0,02			
	TB	0,26	0,30	0,27	0,27	0,28 ^A ±0,01			
	Média±EPM	0,27±0,01	0,31±0,01	0,25±0,01	0,27±0,02				
C16:0 Ácido Palmítico	BF	18,74	18,41	17,57	17,86	18,14 ^B ±0,50	0,645	0,021	0,967
	LD	22,45	19,84	20,84	19,93	20,76 ^A ±1,03			
	SM	19,85	17,52	19,96	17,51	18,71 ^{AB} ±0,66			
	TB	20,26	18,42	19,61	18,70	19,25 ^{AB} ±0,67			
	Média±EPM	20,32±1,17	18,55±0,52	19,50±0,56	18,50±0,55				

Tabela 3: Continuação

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
C17:0 Ácido Margárico	BF	0,84	0,90	0,73	0,87	0,84±0,03	0,631	0,358	0,390
	LD	0,70	0,80	0,76	0,75	0,78±0,03			
	SM	0,78	0,91	0,87	0,85	0,85±0,03			
	TB	0,76	0,80	0,84	1,02	0,85±0,05			
	Média±EPM	0,79±0,03	0,85±0,03	0,80±0,03	0,87±0,05				
C18:0 Ácido Estearico	BF	14,46	15,35	11,61	12,25	13,42 ^B ±0,65	0,094	<0,000	0,419
	LD	18,37	18,38	14,15	13,45	16,09 ^A ±1,13			
	SM	11,82	13,59	12,53	11,11	12,26 ^B ±0,42			
	TB	11,00	13,36	12,31	10,32	11,75 ^B ±0,49			
	Média±EPM	13,91±1,22	15,17±0,61	12,65±0,47	11,78,0±0,60				
C20:0 Ácido Araquídico	BF	0,09	0,08	0,06	0,08	0,08 ^A ±0,00	0,717	0,000	0,412
	LD	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08 ^A ±0,00			
	SM	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06 ^B ±0,00			
	TB	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06 ^B ±0,00			
	Média±EPM	0,07±0,00	0,07±0,00	0,07±0,00	0,07±0,00				
C22:0 Ácido Behênico	BF	0,15	0,09	0,17	0,11	0,13 ^A ±0,01	0,001	0,023	0,277
	LD	0,14	0,08	0,10	0,09	0,10 ^B ±0,01			
	SM	0,16	0,11	0,11	0,10	0,12 ^{AB} ±0,01			
	TB	0,17	0,09	0,15	0,09	0,12 ^{AB} ±0,01			
	Média±EPM	0,15 ^a ±0,01	0,09 ^c ±0,01	0,13 ^{ab} ±0,01	0,10 ^{bc} ±0,00				
AGS	BF	36,48	37,36	32,07	33,32	34,81 ^B ±1,10	0,530	0,003	0,822
	LD	43,72	41,27	38,11	36,34	39,86 ^A ±2,11			
	SM	34,85	34,65	36,04	31,66	34,30 ^B ±0,96			
	TB	34,55	35,10	35,35	32,42	34,35 ^B ±1,16			
	Média±EPM	37,40±2,29	37,10±0,96	35,3,92±1,06	33,44±1,12				

Média (n=20)±Erro Padrão da Média. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas (a-c) ou nas colunas (A-C), não diferem (P>0,05) pelo teste de tukey; BF=*Biceps femoris*; LD=*Longissimus dorsi*; SM=*Semimembranosus*; TB=*Triceps brachii*; C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona; AGS= ΣÁcidos Graxos Saturados.

Tabela 4: Índices de atividade dessaturase em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.

	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
Δ-9 dessaturase C14	BF	2,80	2,61	3,39	2,73	2,88 ^B ±0,16	0,148	<0,000	0,098
	LD	2,23	1,63	2,87	2,57	2,32 ^C ±0,13			
	SM	3,75	3,48	3,24	3,50	3,49 ^A ±0,16			
	TB	3,91	3,05	3,44	3,37	3,44 ^A ±0,14			
	Média±EPM	3,17±0,21	2,69±0,18	3,24±0,15	3,04±0,16				
Δ-9 dessaturase C16	BF	7,57	6,70	7,64	7,54	7,36 ^A ±0,18	0,608	<0,000	0,087
	LD	5,64	5,41	6,58	6,62	6,06 ^B ±0,21			
	SM	8,04	8,43	7,67	7,70	7,96 ^A ±0,28			
	TB	8,81	7,37	7,33	7,14	7,66 ^A ±0,30			
	Média±EPM	7,51±0,33	6,98±0,37	7,30±0,15	7,25±0,28				
Δ-9 dessaturase C18	BF	69,18	67,55	75,08	72,69	71,12 ^B ±1,23	0,002	<0,000	0,053
	LD	64,30	62,95	72,09	71,36	67,67 ^C ±1,23			
	SM	73,97	70,46	73,54	73,97	72,98 ^{AB} ±0,61			
	TB	75,72	69,82	73,26	76,71	73,87 ^A ±0,78			
	Média±EPM	70,79 ^{ab} ±1,31	67,69 ^b ±1,11	73,49 ^a ±7,56	73,68 ^a ±0,81				

Média (n=20)±Erro Padrão da Média. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas (a-c) ou nas colunas (A-C), não diferem (P>0,05) pelo teste de tukey; BF=*Bíceps femoris*; LD=*Longissimus dorsi*; SM=*Semimembranosus*; TB=*Tríceps brachii*; C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona; AGS= ΣÁcidos Graxos Saturados.

De maneira geral, maior ($P < 0,05$) concentração de AGS foi verificada na carne do LD em comparação à do BF, SM e TB (Tabela 3). Segundo Noto et al. (2016), o consumo de AGS está relacionado ao aumento do colesterol sanguíneo.

Não houve ($P > 0,05$) efeito da interação (M*D) na concentração dos AGMI (Tabela 5).

Assim como para os AGS, os coprodutos agroindustriais utilizados não modificaram ($P < 0,05$) os níveis teciduais dos principais AGMI encontrados. Apenas o ácido gadoléico (C20:1) teve sua concentração reduzida com a inclusão do CA (Tabela 5).

Varição ($P < 0,05$) na concentração dos ácidos miristoleico (C14:1), palmitoleico (C16:1) e heptadecanóico (C17:1) foi observada entre as carnes analisadas. A carne do LD apresentou a menor concentração de C14:1 e C16:1, quando comparada à do SM e TB, assim como menor concentração de C17:1 em relação à do BF, SM e TB (Tabela 5). A menor concentração de C14:1 e C16:1 na carne do LD pode estar associada à sua menor ($P < 0,05$) atividade de $\Delta 9$ dessaturase C14 e C16 (Tabela 4). Segundo Smith et al. (2009), apenas a $\Delta 9$ dessaturase é capaz de atuar sobre os AGS convertendo-os em AGMI.

Não houve ($P > 0,05$) variação na concentração total de AGMI entre as carnes ou dietas experimentais estudadas (Tabela 5). Tal resultado reflete, basicamente, o C18:1n9c, que corresponde a 91,31 % dos AGMI e 44,51 % de todos os ácidos graxos identificados, sendo, quantitativamente, o ácido graxo mais importante. Resultados similares foram reportados por Carneiro et al. (2016), Costa et al. (2015) e D'Alessandro et al. (2012), que reportaram, na fração gordurosa do tecido muscular de ovinos, o C18:1n9c como o ácido graxo de maior representatividade, com concentração variando 36 % a 52 %.

Efeito ($P < 0,05$) da interação (M*D) foi verificado para o AGPI di-homo- γ -linolenico (C20:3n6) (Tabela 6).

A concentração dos AGPI linoleáidico (C18:2n6t), C18:2n6c (linoleico), araquidônico (C20:4n6) e eicosapentanóico (C20:5n3) foi modificada ($P < 0,05$) pelo emprego de coprodutos agroindustriais nas dietas experimentais (Tabela 6). Maior concentração de C18:2n6t foi promovida pela dieta CA em relação às dietas FG e TM. Os animais das dietas C e CA apresentaram maior concentração de C18:2n6c, comparados aos da dieta TM.

Tabela 5: Teor médio de ácidos graxos monoinsaturados e seu grupamento maior, em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
C14:1 Ácido Miristoléico	BF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05 ^B ±0,00	0,742	<0,000	0,293
	LD	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04 ^B ±0,00			
	SM	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07 ^A ±0,00			
	TB	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07 ^A ±0,00			
	Média±EPM	0,06±0,00	0,05±0,00	0,06±0,00	0,05±0,00				
C16:1 Ácido Palmitoléico	BF	1,53	1,32	1,45	1,44	1,44 ^{AB} ±0,05	0,206	0,000	0,085
	LD	1,26	1,13	1,47	1,41	1,32 ^B ±0,05			
	SM	1,74	1,56	1,66	1,46	1,60 ^A ±0,05			
	TB	1,92	1,47	1,54	1,46	1,60 ^A ±0,08			
	Média±EPM	1,61±0,08	1,37±0,06	1,53±0,05	1,44±0,06				
C17:1 Ácido heptadecenóico	BF	0,42	0,43	0,48	0,45	0,46 ^A ±0,02	0,645	<0,000	0,921
	LD	0,30	0,31	0,37	0,39	0,34 ^B ±0,01			
	SM	0,48	0,51	0,51	0,53	0,51 ^A ±0,02			
	TB	0,48	0,44	0,47	0,50	0,47 ^A ±0,02			
	Média±EPM	0,42±0,02	0,42±0,03	0,46±0,02	0,47±0,02				
C18:1n9t Ácido Elaidico	BF	1,43	1,56	0,84	1,05	1,22±0,13	0,087	0,253	0,351
	LD	1,02	1,38	0,91	0,97	1,07±0,07			
	SM	1,10	1,32	0,97	1,00	1,10±0,07			
	TB	1,02	1,35	1,07	0,95	1,10±0,06			
	Média±EPM	1,14±0,12	1,40±0,05	0,95±0,06	0,99±0,06				
C18:1n9c Ácido Oleico	BF	32,72	32,33	34,94	32,07	33,02±0,94	0,665	0,997	0,639
	LD	31,39	31,60	36,28	33,63	33,22±1,07			
	SM	33,83	32,55	34,77	31,55	33,18±1,03			
	TB	34,24	31,14	33,66	33,63	33,17±1,02			
	Média±EPM	33,05±1,29	31,91±1,10	34,91±0,69	32,72±0,73				

Tabela 5: Continuação.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
C20:1 Ácido Gadoléico	BF	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05±0,00	0,039	0,206	0,929
	LD	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04±0,00			
	SM	0,04	0,03	0,06	0,03	0,04±0,00			
	TB	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04±0,00			
	Média±EPM	0,04 ^{ab} ±0,00	0,03 ^b ±0,00	0,05 ^a ±0,00	0,04 ^{ab} ±0,00				
AGMI	BF	36,21	35,75	37,82	35,12	36,22±0,97	0,721	0,970	0,610
	LD	34,05	34,49	39,15	36,50	36,04±1,09			
	SM	37,26	36,04	38,04	34,63	36,49±1,08			
	TB	37,78	34,49	36,86	36,64	36,44±1,08			
	Média±EPM	36,32±1,31	35,19±1,15	37,97±0,76	35,72±0,79				

Média (n=20)±Erro Padrão da Média. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas (a-c) ou nas colunas (A-C), não diferem (P>0,05) pelo teste de tukey; BF=*Bíceps femoris*; LD=*Longissimus dorsi*; SM=*Semimembranosus*; TB=*Triceps brachii*; C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona; AGMI=ΣÁcidos Graxos Monoinsaturados.

Esse resultado deve-se ao maior fornecimento de C18:2n6c pelas dietas C (34,90 g.100g⁻¹) e CA (39,35 g.100g⁻¹), comparadas à dieta TM (28,58 g.100g⁻¹) (Tabela 2). O C18:2n6c, assim como o C18:3n3, é considerado um ácido graxo essencial, ou seja, que é requerido para processos fisiológicos específicos, mas que não é sintetizado pelo organismo, devido à ausência das enzimas Δ -12 e Δ -15 dessaturases, sendo, dessa forma, obtido exclusivamente da dieta (Syadati et al., 2012; NRC, 2007).

Contrário ao C18:2n6c, o maior teor do C18:3n3 no concentrado da dieta C (Tabela 2) não modificou ($P>0,05$) os percentuais desse ácido graxo nos tecidos. Tal particularidade pode estar associada ao elevado percentual de biohidrogenação ruminal do C18:3n3. Doreau e Ferlay (1994) reportaram um percentual médio de 92% de biohidrogenação ruminal para o ácido C18:3n3, superior ao C18:2n6c, que apresentou percentual médio de 80%. Ademais, o C18:2n6c é preferencialmente incorporado, em relação ao C18:3n3, na fração fosfolipídica dos tecidos musculares (Wood et al., 2008; Cooper et al., 2004). Assim, dietas com maiores proporções de C18:2n6c, como a dieta C, tendem a ter uma maior dificuldade de incorporação do C18:3n3.

Maior concentração de C20:4n6 foi observada nos animais da dieta C em relação aos das dietas CA, FG e TM. Tal resultado já era esperado, tendo em vista que a dieta C, assim como a CA, forneceu a maior concentração de C18:2n6c (Tabela 2), ácido graxo precursor dos AGPI n-6, pela ação das enzimas Δ -5 e Δ -6 dessaturases (Simopolus, 2010; Wood et al., 2008). Contudo, o mesmo efeito não foi observado nos animais da dieta CA, o que pode estar relacionado ao fato de as enzimas Δ -5 e Δ -6 dessaturases, assim como a Δ -9 dessaturase, terem redução de sua atividade na presença de ácidos graxos ciclopropenóides, como os ácido malválico e estercúlico, que estão presentes no óleo de algodão (Castaño et al., 2014; Bichi et al., 2012; Obert et al., 2007; Baião e Lara, 2005; Corl et al., 2001; Cao et al., 1993).

Quanto ao C20:5n3, apesar de encontrado em baixas concentrações teciduais, a inclusão de TM reduziu sua concentração tecidual, quando comparada à dieta C.

O maior fornecimento de AGPI e C18:2n6 pelas dietas C e CA, em comparação à TM (Tabela 2), proporcionaram, nos animais destas, maior ($P<0,05$) concentração tecidual de AGPI e AGPI n-6 (Tabela 6). Os animais da dieta C também apresentaram maior ($P<0,05$) concentração de AGPI n-3 em relação aos da dieta TM (Tabela 6).

Tabela 6: Teor médio de ácidos graxos poli-insaturados e seu grupamento maior, em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
C18:2n6t Ácido Linolelaídico	BF	0,11	0,13	0,10	0,09	0,11 ^A ±0,00	0,013	0,005	0,081
	LD	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09 ^B ±0,00			
	SM	0,12	0,13	0,10	0,09	0,11 ^A ±0,00			
	TB	0,12	0,12	0,09	0,10	0,11 ^A ±0,00			
	Média±EPM	0,11 ^{ab} ±0,01	0,12 ^a ±0,00	0,09 ^b ±0,00	0,09 ^b ±0,00				
C18:2n6c Ácido Linoléico	BF	1,70	1,70	1,82	1,30	1,63 ^A ±0,08	0,001	<0,000	0,063
	LD	1,34	1,44	1,19	1,11	1,27 ^B ±0,05			
	SM	1,69	1,63	1,14	1,16	1,41 ^B ±0,07			
	TB	1,69	1,57	1,32	1,16	1,44 ^B ±0,07			
	Média±EPM	1,61 ^a ±0,06	1,59 ^a ±0,05	1,37 ^{ab} ±0,08	1,18 ^b ±0,05				
C18:3n6 Acido γ-linolênico	BF	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01±0,00	0,222	0,899	0,119
	LD	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00±0,00			
	SM	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01±0,00			
	TB	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01±0,00			
	Média±EPM	0,01±0,00	0,01±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00				
C18:3n3 Ácido linolênico	BF	0,20	0,18	0,18	0,16	0,18 ^A ±0,01	0,356	<0,000	0,875
	LD	0,15	0,13	0,14	0,14	0,14 ^B ±0,00			
	SM	0,18	0,16	0,15	0,15	0,16 ^B ±0,01			
	TB	0,17	0,14	0,16	0,14	0,15 ^B ±0,01			
	Média±EPM	0,17±0,01	0,15±0,01	0,16±0,01	0,15±0,01				
CLA (cis9-trans11) Ácido Rumênico	BF	0,34	0,40	0,29	0,30	0,33 ^A ±0,02	0,327	<,000	0,543
	LD	0,23	0,28	0,25	0,24	0,25 ^B ±0,01			
	SM	0,30	0,38	0,29	0,28	0,31 ^A ±0,02			
	TB	0,29	0,35	0,30	0,30	0,31 ^A ±0,01			
	Média±EPM	0,29±0,02	0,35±0,01	0,28±0,02	0,28±0,01				

Tabela 6: Continuação.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
C20:3n6 Ácido di-homo-γ-linolenico	BF	0,03 ^a	0,01 ^{ab}	0,03 ^{aA}	0,00 ^b	0,02±0,00	0,015	0,041	0,041
	LD	0,02	0,01	0,01 ^B	0,01	0,01±0,00			
	SM	0,04 ^a	0,03 ^{ab}	0,01 ^{bA}	0,2 ^b	0,03±0,00			
	TB	0,04 ^a	0,02 ^{ab}	0,03 ^{abA}	0,01 ^b	0,02±0,00			
	Média±EPM	0,03±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,01±0,00				
C20:4n6 Ácido Araquidônico	BF	0,37	0,20	0,32	0,19	0,27±0,03	0,001	0,081	0,512
	LD	0,28	0,19	0,18	0,17	0,21±0,02			
	SM	0,38	0,32	0,22	0,24	0,29±0,02			
	TB	0,46	0,22	0,35	0,18	0,30±0,04			
	Média±EPM	0,37 ^a ±0,04	0,23 ^b ±0,00	0,27 ^b ±0,02	0,20 ^b ±0,01				
C20:5n3 Ácido Eicosapentanóico (EPA)	BF	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02 ^{AB} ±0,00	0,013	0,010	0,396
	LD	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01 ^B ±0,00			
	SM	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03 ^A ±0,00			
	TB	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02 ^{AB} ±0,01			
	Média±EPM	0,03 ^a ±0,00	0,02 ^{ab} ±0,00	0,02 ^{ab} ±0,00	0,01 ^b ±0,00				
C22:6n3 Ácido Docosahexanóico (DHA)	BF	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00	0,136	0,056	0,167
	LD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00			
	SM	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01±0,00			
	TB	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01±0,00			
	Média±EPM	0,01±0,00	0,00±0,00	0,01±0,00	0,00±0,00				

Tabela 6: Continuação

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
AGPI	BF	2,79	2,64	2,78	2,07	2,57 ^A ±0,12	0,001	<0,000	0,147
	LD	2,15	2,18	1,86	1,79	1,99 ^B ±0,08			
	SM	2,78	2,72	1,94	1,97	2,35 ^A ±0,11			
	TB	2,83	2,44	2,32	1,92	2,38 ^A ±0,12			
	Média±EPM	2,64 ^a ±0,12	2,50 ^a ±0,09	2,23 ^{ab} ±0,11	1,94 ^b ±0,07				
n-3	BF	0,23	0,19	0,21	0,18	0,20 ^A ±0,01	0,031	0,003	0,406
	LD	0,18	0,14	0,14	0,15	0,15 ^B ±0,01			
	SM	0,24	0,22	0,18	0,17	0,20 ^A ±0,01			
	TB	0,22	0,15	0,22	0,15	0,18 ^{AB} ±0,01			
	Média±EPM	0,22 ^a ±0,01	0,17 ^{ab} ±0,01	0,19 ^{ab} ±0,01	0,16 ^b ±0,01				
n-6	BF	2,21	2,05	2,29	1,59	2,04 ^A ±0,10	0,000	0,001	0,087
	LD	1,73	1,75	1,47	1,39	1,59 ^B ±0,07			
	SM	2,24	2,13	1,47	1,51	1,84 ^{AB} ±0,09			
	TB	2,33	1,94	1,80	1,46	1,88 ^A ±0,11			
	Média±EPM	2,13 ^a ±0,10	1,97 ^{ab} ±0,07	1,76 ^{bc} ±0,10	1,50 ^c ±0,06				

Média (n=20)±Erro Padrão da Média. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas (a-c) ou nas colunas (A-C), não diferem (P>0,05) pelo teste de tukey; BF=*Bíceps femoris*; LD=*Longissimus dorsi*; SM=*Semimembranosus*; TB=*Tríceps brachii*; C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona; AGPI= ΣÁcidos Graxos Poli-insaturados; n-3=ΣAGPI n-3; n-6= ΣAGPI n-6.

Efeito ($P < 0,05$) do tipo de carne foi observado na concentração dos AGPI linolelaídico (C18:2n6t), linoleico (C18:2n6c), linolênico (C18:3n3), rumênico-CLA (C18:2n9c11t) e eicosapentanóico-EPA (C20:5n3) (Tabela 6).

Menor concentração de C18:2n6t foi verificada na carne do LD em relação às demais carnes analisadas. A carne proveniente do BF apresentou maior concentração de C18:2n6c e C18:3n3 em relação à do LD, SM e TB. Dentre os músculos, o BF é caracterizado como de atividade metabólica oxidativa (Johnsen et al., 2013), o LD e SM considerados de metabolismo intermediário a glicolítico (Briand et al., 1981; Ithurralde et al., 2015) e o TB variando de intermediário a oxidativo (Ithurralde et al., 2015). Segundo Wood et al. (2003), músculos mais oxidativos apresentam carnes com maior proporção de AGPI, representados principalmente pelos ácidos C18:2n6c e C18:3n3, devido a sua maior fração fosfolipídica.

Menor concentração de CLA, representado pelo isômero C18:2n9c11t, foi observada na carne do LD, quando comparada à do BF, SM e TB. A nível tecidual, a síntese dos isômeros de CLA ocorre pela conversão endógena do ácido vacênico (C18:1t11), intermediário da biohidrogenação do ácido linoleico, pela ação da enzima Δ -9 dessaturase (Fiorentini et al., 2015; Koba e Yanagita, 2014; Haro et al., 2006; Corl et al., 2001; Bauman et al., 1999). Dessa forma, a menor atividade de Δ -9 dessaturase C18 na carne do LD (Tabela 4) pode justificar a sua menor concentração de CLA.

A carne do LD apresentou menor teor de C20:5n3, comparada à do SM. O C20:5n3, juntamente com o C22:6n3, tem sido associado à redução de doenças coronarianas, por suprimir a expressão de genes relacionados a aterogênese (Swanson et al., 2012).

Menor ($P < 0,05$) concentração de AGPI totais foi observada na carne do LD, em comparação à do BF, SM e TB. Adicionalmente, a carne do LD apresentou menor ($P < 0,05$) teor de AGPI n-6 e AGPI n-3 que a do BF (Tabela 6). Tal resultado pode estar associado ao maior conteúdo de C18:2n6c e C18:3n3, precursores dos AGPI n-6 e AGPI n-3, na carne do BF em relação à do LD.

Os AGPI das famílias n-3 e n-6 apresentam importante papel na regulação de processos inflamatórios. Destes, os AGPI n-3 são tidos como anti-inflamatórios, enquanto que, os AGPI n-6, pró-inflamatórios (Grosso et al., 2014; Patterson et al., 2012; Simopoulos, 2010).

Não houve ($P>0,05$) efeito da interação ($M*D$) ou dieta experimental sobre os índices de qualidade de gordura. Contudo, foi observado efeito ($P<0,05$) do tipo de carne sobre todos os índices de qualidade de gordura estudados (Tabela 7).

A carne do TB apresentou maior razão n-6/n-3, quando comparada à do SM (Tabela 7). Patterson et al. (2012) reportaram que valores elevados para a razão n-6/n-3 estão associados ao aumento do risco de doenças crônicas inflamatórias, tais como doenças cardiovasculares, obesidade, doenças inflamatórias intestinais, artrite reumatoide e doença de Alzheimer.

Assim como para a razão n-6/n-3, a P/S também é utilizada para a determinação do valor nutricional da gordura alimentar, sendo que dietas com valores P/S elevados estão associadas à prevenção de doenças cardiovasculares. Menor ($P<0,05$) razão P/S foi observada na carne do LD, comparada às do BF, SM e TB (Tabela 7).

Todavia, apesar da variação encontrada para a razão n-6/n-3 e P/S, todas as carnes apresentaram valores fora dos padrões estabelecidos para nutrição humana, que devem ser inferiores a 4 para n-6/n-3 e maior que 0,45 para P/S (Wood et al., 2008).

Outros indicadores representativos de aspectos relacionados à nutrição humana são: Índice de Aterogenicidade (IA) e Índice de Trombogenicidade (IT). Estes índices estão associados aos níveis de ácidos graxos pró e anti-aterogênicos e indicam potencial estimulatório para a agregação plaquetária. Assim, quanto menores os valores de IA e IT, maior é quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes em determinado óleo/gordura, e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas. Maior ($P<0,05$) IT foi encontrado na carne do LD, comparada às dos músculos BF, SM e TB (Tabela 7). Os valores médios encontrados neste experimento, no SM, assemelham-se aos reportados por Carneiro et al. (2016), que encontraram 0,66 para o IA e 1,38 para o IT.

Tabela 7: Índices de qualidade da gordura em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.

	Músculo (M)	Dieta (D)				Média±EPM	Pr>F		
		C	CA	FG	TM		D	M	D*M
n-6/n-3	BF	9,69	11,35	10,98	9,64	10,42 ^{AB} ±0,51	0,101	0,026	0,113
	LD	9,68	12,58	10,42	9,44	10,53 ^{AB} ±0,49			
	SM	9,73	10,14	8,56	8,86	9,32 ^B ±0,35			
	TB	10,90	12,94	8,79	9,64	10,57 ^A ±0,53			
	Média±EPM	10,00±0,33	11,75±0,56	9,69±0,43	9,39±0,42				
P/S	BF	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05 ^A ±0,00	0,094	<0,000	0,065
	LD	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04 ^B ±0,00			
	SM	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05 ^A ±0,00			
	TB	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05 ^A ±0,00			
	Média±EPM	0,05±0,00	0,05±0,00	0,05±0,00	0,04±0,00				
IA	BF	0,67	0,71	0,59	0,67	0,66 ^B ±0,02	0,816	0,022	0,306
	LD	0,78	0,74	0,68	0,70	0,73 ^A ±0,02			
	SM	0,68	0,67	0,71	0,67	0,68 ^{AB} ±0,02			
	TB	0,69	0,72	0,70	0,68	0,70 ^{AB} ±0,01			
	Média±EPM	0,71±0,02	0,71±0,02	0,67±0,02	0,68±0,02				
IT	BF	1,76	1,87	1,49	1,68	1,70 ^B ±0,06	0,074	<0,000	0,056
	LD	2,23	2,17	1,77	1,81	2,00 ^A ±0,07			
	SM	1,64	1,70	1,70	1,63	1,67 ^B ±0,04			
	TB	1,59	1,82	1,68	1,57	1,66 ^B ±0,04			
	Média±EPM	1,81±0,08	1,89±0,07	1,66±0,04	1,67±0,04				

Média (n=20)±Erro Padrão da Média. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas (a-c) ou nas colunas (A-C), não diferem (P>0,05) pelo teste de tukey; BF=*Biceps femoris*; LD=*Longissimus dorsi*; SM=*Semimembranosus*; TB=*Triceps brachii*; C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona; IA= Índice de Aterogenicidade; IT= Índice de Trombogenicidade.

3.3.2. Colesterol

Efeito da interação ($P < 0,05$) foi observada para a concentração de colesterol. No músculo BF, menor concentração de colesterol foi verificada nos animais da dieta TM, comparados aos das dietas C, CA e FG (Tabela 8).

Tabela 8: Teor de colesterol ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) em músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com coprodutos agroindustriais.

Músculos (M)	Dietas (D)				Média*	EPM	Pr>F		
	C	CA	FG	TM			D	M	D*M
BF	47,01 ^{Aa}	51,25 ^{Aa}	50,99 ^{Aa}	41,25 ^b	47,63	1,05			
LD	43,77 ^{AB}	46,14 ^B	48,06 ^{AB}	42,82	45,20	0,79	0,003	<,000	0,042
SM	39,27 ^B	41,81 ^B	44,71 ^B	41,56	41,84	0,92			
TB	40,58 ^B	45,10 ^B	45,26 ^B	41,85	43,20	0,88			
Média*	42,66	46,07	47,26	41,87					
EPM	1,01	0,92	0,96	0,70					

*n=20; EPM=Erro Padrão da Média. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas (a-c) ou nas colunas (A-C), não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de tukey; BF=*Bíceps femoris*; LD=*Longissimus dorsi*; SM=*Semimembranosus*; TB=*Tríceps brachii*; C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona

A menor concentração de colesterol promovida pela dieta TM pode não estar relacionada diretamente ao perfil de ácidos graxos desta. Segundo Majewska et al. (2016), os ácidos graxos da dieta, em ovinos, apresentam pouca ou nenhuma relação com a concentração tecidual de colesterol, porém exercem efeito direto sobre a concentração plasmática deste. Adicionalmente, Homem Junior et al. (2015) relatam que a modificação nos níveis teciduais de colesterol somente é evidente quando da inclusão de gordura protegida na dieta, por aumentar a disponibilidade para absorção intestinal dos ácidos graxos poli-insaturados, de efeito hipocolesterolêmico.

De acordo com Sandvig e van Deurs (2002) e Grimmer et al. (2000), a concentração de colesterol na membrana plasmática está intimamente relacionada ao transporte intracelular de ricina. Grimmer et al. (2000) relatam que a remoção de colesterol da membrana plasmática, além de reduzir a endocitose da ricina – que, uma vez no interior da célula, apresenta efeito tóxico –, aumenta a degradação desta em 40%.

Assim, uma possível presença residual de ricina na torta de mamona, mesmo após tratamento para destoxificação, pode ter promovido modificações na síntese tecidual de colesterol, afim de reduzir a endocitose e aumentar a degradação da ricina.

De forma similar, contudo sobre a concentração plasmática de colesterol, Oliveira et al. (2015) verificaram uma redução nos teores plasmáticos de colesterol pela inclusão de torta de mamona não destoxificada na dieta para cabras.

Quanto aos músculos, na dieta CA, a carne do músculo BF obteve maior concentração de colesterol em relação ao LD, SM e TB. Mas, nas dietas C e FG, o maior teor de colesterol na carne do BF foi verificado apenas em relação às dos músculos SM e TB (Tabela 8).

A concentração de colesterol nos músculos está intimamente relacionada à sua atividade metabólica. Músculos mais oxidativos, devido à sua maior proporção fosfolipídica, apresentam maior concentração tecidual de colesterol. Ademais, fibras mais oxidativas, devido ao seu menor diâmetro, conseguem um maior empacotamento no músculo; logo, um maior perímetro de sarcolema, com consequente aumento do colesterol (Chizzolini et al., 1999; Alasnier et al., 1996).

Dos músculos estudados, o BF apresenta a maior atividade metabólica oxidativa. O LD e o SM são considerados de metabolismo intermediário (apresentam alta atividade glicolítica e oxidativa) (Briand et al., 1981). O TB é caracterizado, a depender da fração analisada (*caput longum* ou *laterale*), como de metabolismo intermediário a oxidativo (Ithurrealde et al., 2015). Assim, a tendência de agrupamento dos músculos LD, SM e TB em uma mesma categoria de atividade metabólica pode justificar a ausência de variação na concentração de colesterol entre eles ($P > 0,05$). Por sua vez, o BF, devido à sua maior característica oxidativa, tende a apresentar maior concentração de colesterol, evidenciado na dieta CA.

Apesar da variação muscular para a concentração de colesterol, Schaefer (2002) descreve que o colesterol dietético parece exercer um menor efeito nas concentrações plasmáticas de colesterol que os ácidos graxos presentes nas dietas. Adicionalmente, os valores de colesterol encontrados no presente estudo são considerados baixos, ou seja, inferiores a $90 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (Madruga et al., 2008).

3.4.CONCLUSÃO

Dos coprodutos investigados, o FG mostrou ser o mais indicado para a alimentação de cordeiros, uma vez que reduziu a concentração tecidual de AGPI n-6 sem, contudo, diminuir os níveis de AGPI n-3.

A carne do LD apresentou os mais baixos índices de qualidade de gordura. Carnes de músculos mais oxidativos, como o do BF, geram carnes com maior concentração de colesterol.

3.5.REFERÊNCIAS

ALASNIER, C.; REMIGNON, H; GANDEMER, G. Lipid Characteristics Associated with Oxidative and Glycolytic Fibres in Rabbit Muscles. **Meat Science**, v.43, n3-4, p.213-224, 1996.

ALVES, F.J.L.; FERREIRA, M.A.; URBANO, S.A.; DE ANDRADE, R.P.X.; DA SILVA, A.E.M.; DE SIQUEIRA, M.C.B.; DE OLIVEIRA, J.P.F.; SILVA, J.L. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.4, p.145-150, 2016.

BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. Oil and Fat in Broiler Nutrition. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v,7, n,3, p,129-141, 2005.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; GRINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. Proceedings of the American Society of Animal Science, p.1-15, 1999. Disponível em: <
<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/documents/CLA.pdf>. Acesso em: 26 de out. de 2016.

BICHI, E.; TORAL, P.G.; HERVÁS, G.; FRUTOS, P.; GÓMEZ-CORTÉS, P.; JUÁREZ, M.; FUENTE, M.A. Inhibition of $\Delta 9$ -desaturase activity with sterculic acid: Effect on the endogenous synthesis of cis-9 18:1 and cis-9, trans-11 18:2 in dairy sheep. **Journal of Dairy Science**, v.95, p,5242-5252, 2012.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. **Regulamento da Inspeção Industrial Sanitária de Produtos Origem Animal (RIISPOA)**. Aprovado pelo Decreto nº 30.691, de 29.03.1952, alterados pelos decretos nº 1255 de 25.06.1962, nº 1236 de 02.09.1994, nº 1812 de 08.02.1996 e nº 2224 de 04.06.1997. Brasília, 1997.

BRIAND, M.; TALMANT, A.; BRIAND, Y.; MONIN, G.; DURAND, R. Metabolic Types of Muscle in the Sheep: II. Lactate Dehydrogenase Activity and LDH Isoenzyme Distribution. **European Journal of Applied Physiology**, v.46, p.350-365, 1981.

CAO, J.; BLOND, J.; BÉZARD, J. Inhibition of fatty acid $\Delta 6$ - and $\Delta 5$ -desaturation by cyclopropene fatty acids in rat liver microsomes. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1210, p.27-34, 1993.

CARMO, M.C.N.S.; CORREIA, M.I.T.D. A Importância dos Ácidos Graxos Ômega-3 no Câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.55, n.3, p.279-287, 2009.

CARNEIRO, M.M.Y.; GOES, R.H.T.B.; DA SILVA, L.H.X.; FERNANDES, A.R.M.; DE OLIVEIRA, R.T.; CARDOSO, C.A.L.; HIRATA, A.S.O. Quality traits and lipid

composition of meat from crossbreed Santa Ines ewes fed diets including crushed crambe. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.45, n.6, p.319-327, 2016.

CASTAÑO, G.A.; PABÓN, M.L.; CARULLA, J.E. Concentration of trans-vaccenic and rumenic acids in the milk from grazing cows supplemented with palm oil, rice bran or whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.6, p.315-326, 2014.

CHIZZOLINI, R.; ZANARDI, E.; DORIGONI, V.; GHIDINI, S. Caloric value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, p.119-128, 1999.

CHOI, S.H.; GANG, G.O.; SAWYER, J.E.; JOHNSON, B.J.; KIM, K.H.; CHOI, C.W.; SMITH, S.B. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. **Journal of Animal Science**, v.91, p.2019-2098, 2013.

COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; HALLETT, K.G.; ENSER, M.; WOOD, J.D. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. *Journal of Animal Science*, v.82, p.1461-1470, 2004.

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

COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.dos; QUEIROGA, R.C.R.E.; SOUSA, W.H. de; MADRUGA, M.S.; CARTAXO, F.Q. Physicochemical characteristics and fatty acid profile of meat from lambs with different genotypes and diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 44, n.7, p.248-254, 2015.

D'ALESSANDRO, A.G.; MAIORANO, G.; KOWALISZYN, B.; LOIUDICE, P.; MARTEMUCCI, G. How the nutritional value and consumer acceptability of suckling lambs meat is affected by the maternal feeding system. **Small Ruminant Research**, v.106, p.83-91, 2012.

DAYANI, O.; DADVAR, P.; AFSHARMANESH, M. Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v.97, p.48-54, 2011.

D'MELLO, J.P.F. **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. Ed. CAB International, 2000, 438p.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.379-396, 1994.

ENSER, M.; HALLETT, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D.; HARRINGTON, G. Fatty Acid Content and Composition of UK Beef and Lamb Muscle in Relation to Production System and Implications for Human Nutrition. **Meat Science**, v.49, n.3, p.329-341, 1998.

ENSER, M.; HEWITT, K.H.B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D. Fatty Acid Content and Composition of English Beef, Lamb and Pork at Retail. **Meat Science**, v.42, n.4, p.443-456, 1996.

FIORENTINI, G.; LAGE, J.F.; CARVALHO, I.P.C.; MESSANA, J.D.; CANESIN, R.C.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T. Lipid Sources with Different Fatty Acid Profile Alters the Fatty Acid Profile and Quality of Beef from Confined Nellore Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.28, n.7, p.976-986, 2015.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e Qualidade da Carne: fundamentos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.197p.

GRIMMER, S.; IVERSEN, T.; VAN DEURS, B.; SANDVIG, K. Endosome to Golgi Transport of Ricin Is Regulated by Cholesterol. **Molecular Biology of the Cell**, v.11, p.4205-4216, 2000.

GROSSO, G.; GALVANO, F.; MARVENTANO, S.; MALAGUARNERA, M.; BUCOLO, C.; DRAGO, F.; CARACI, F. Omega-3 Fatty Acids and Depression: Scientific Evidence and Biological Mechanisms. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, p.1-16, 2014.

HARO, A.M.; ARTACHO, R.; CABRERA-VIQUE, C. Ácido linoleico conjugado: interés actual en nutrición humana. **Medicina Clínica (Barcelona)**, v.127, n.13, p.508-515, 2006.

HOMEM JUNIOR, A.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; RODRIGUES, D.J.; PINHEIRO, R.S.B. Ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros confinados recebendo dietas contendo fontes lipídicas e submetidos à restrição e realimentação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.9, p.1674-1680 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Method ISO 5509**. Geneve: ISO, p.6, 1978.

IRSHAID, R.H.; HARB, M.Y.; TITI, H.H. Replacing soybean meal with sunflower seed meal in the ration of Awassi ewes and lambs. **Small Ruminant Research**, v.50, p.109–116, 2003.

ITHURRALDE, J.; BIANCHI, G.; FEED, O.; NAN, F.; GARIBOTTO, G.; BIELLI, A.. Histochemical fiber types in 16 heavy-lamb skeletal muscles. **Small Ruminant Research**. v.125, p.88-92, 2015.

JOHNSEN, L.; KONGSTED, A.H.; NIELSEN, M.O. Prenatal undernutrition and postnatal overnutrition alter thyroid hormone axis function in sheep. **Journal of Endocrinology**, v.216, p.389-402, 2013.

KOBA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). **Obesity Research & Clinical Practice**, v.8, p.525-532, 2014.

LAPPANO, R.; SEBASTIANI, A.; CIRILLO, F.; RIGIRACCILO, D. C.; GALLI, G. R.; CURCIO, R.; MALAGUARNERA, R.; BELFIORE, A.; CAPPELLO, A. R.; MAGGIOLINI, M.. The lauric acid-activated signaling prompts apoptosis in cancer cells. **Cell Death Discovery**, v.3, 2017.

LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; MCMANUS, C.; COSTA, D.M.; DE ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.

MADRUGA, M.S.; VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.G.G.; FILHO, J.M.P.; QUEIROGA, R.C.R.E.; DE SOUSA, W.H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.

MAJEWSKA, M.P.; PAJAK, J.J.; SKOMIAŁ, J.; KOWALIK, B. The effect of different forms of sunflower products in diets for lambs and storage time on meat quality. **Animal Feed Science and Technology**, v.222, p.227–235, 2016.

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 Agricultural Research**, v.48, p.715–722, 1997.

NAFIKOV, R.A.; BEITZ, D.C. Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals, **The Journal of Nutrition**, v.137, p.702-705, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007. 362p.

NOTO, D.; FAYER, F.; CEFALÙ, A.B.; ALTIERI, I.; PALESANO, O.; SPINA, R.; VALENTI, V.; PITRONE, M.; PIZZOLANTI, G.; BARBAGALLO, C.M.; GIORDANO, C.; AVERNA, M.R. Myristic acid is associated to low plasma HDL cholesterol levels in a Mediterranean population and increases HDL catabolism by enhancing HDL particles trapping to cell surface proteoglycans in a liver hepatoma cell model. **Atherosclerosis**, v.246, p.50-56, 2016.

OBERT, J.C.; HUGHES, D.; SORENSON, W.R.; MCCANN, M.; RIDLEY, W.P. A Quantitative Method for the Determination of Cyclopropenoid Fatty Acids in Cottonseed, Cottonseed Meal, and Cottonseed Oil (*Gossypium hirsutum*) by High-Performance Liquid Chromatography. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.55, p.2062-2067, 2007.

OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S.; et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ABIPTI, 2007. p.1-6. CD-ROM.

OLIVEIRA, C.H.A.; SILVA, A.M.; SILVA, L.M.; VAN TILBURG, M.F.; FERNANDES, C.C.L.; MOURA, A.A.; MORENO, F.B.M.B.; MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O.; MOREIRA, R.A.; BEZERRA, F.J.; RONDINA, D. Meat quality assessment from young goats fed for long periods with castor de-oiled cake. **Meat Science**, v.106, p.16-24, 2015.

PAIM, T.P.; VIANA, P.; BRANDÃO, E.; AMADOR, S.; BARBOSA, T.; CARDOSO, C.; DANTAS, A.M.M.; DE SOUZA, J.R.; MCMANUS, CONCEPTA; ABDALLA, A.L.; LOUVANDINI, H. Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, v.116, p.71-77, 2014.

PATTERSON, E.; WALL, R.; FITZGERALD, G.F.; ROSS, R.P.; STANTON, C. Health Implications of High Dietary Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids. **Journal of Nutrition and Metabolism**, p.1-16, 2012.

PEÑA, F.; JUÁREZ, M.; BONVILLANI, A.; GARCÍA, P.; POLVILLO, O.; DOMENECH, V. Muscle and genotype effects on fatty acid composition of goat kid intramuscular fat. **Italian Journal of Animal Science**, v.10, p.212-216, 2011.

POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S. S.; ROGÉRIO, M.C.P.; SOMBRA, W.A.; LOPES, M.N. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.726-733, 2012.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.109-113, 2004.

SALDANHA, T.; SAWAYA, A.C.H.F.; EBERLIN, M.N.; BRAGAGNOLO, N. HPLC Separation and Determination of 12 Cholesterol Oxidation Products in Fish: Comparative Study of RI, UV, and APCI-MS Detectors. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.54, p.4107-4113, 2006.

SANDVIG, K.; VAN DEURS, B. Transport of protein toxins into cells: pathways used by ricin, cholera toxin and Shiga toxin. **FEBS Letters**, v.529, p.49-53, 2002.

SANTOS, R.D.; GAGLIARDI, A.C.M.; XAVIER, H.T.; MAGNONI, C.D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A.M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.100, n.1, p.1-40, 2013.

SATTERTHWAIT, F.E. An approximate distribution of estimates of variance components. **Biometrics Bulletin**, v.2, p.110-114, 1946.

SCHAEFER, E.J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, p.191-212, 2002.

SCHWAB, U.S.; MALIRANTA, H.M.; SARKKINEN, E.S.; SAVOLAINEN, M.J.; KESSNIEMI, Y.A.; UUSITUPA, M.I.J. Different Effects of Palmitic and Stearic Acid-

Enriched Diets on Serum Lipids and Lipoproteins and Plasma Cholesteryl Ester Transfer Protein Activity in Healthy Young Women. **Metabolism**, v.45, n.2, p.143-149, 1996.

SERRA, A.; CONTE, G.; CAPPUCCI, A.; CASAROSA, L.; MELE, M. Cholesterol and Fatty Acids Oxidation in Meat from Three Muscles of Massese Suckling Lambs Slaughtered at Different Weights. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, p.648-652, 2014.

SILVA, A. M. 2015. Qualidade da carne de cordeiros dorper x santa inês submetidos a dietas contendo alimentos alternativos. Tese (D.Sc.). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil.

SIMOPULOS, A.P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. **OCL**, v.17, n.5, 2010.

SMITH, S.B.; GILL, C.A.; LUNT, D.K.; BROOKS, M.A. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, n.9, p.1225-1233, 2009.

SYADATI, S.A.; MIRZAEI-AGHSAGHALI, A.; FATHI, H.; DAVUODI, J. Importance essential fatty acids (n-6 and n-3) in animal nutrition: I: Ruminant. **Annals of Biological Research**, v.3, n.2, p.1161-1176, 2012.

SWANSON, D.; BLOCK, R.; MOUSA, S.A. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life. **American Society for Nutrition, Advances in Nutrition**, v.3, p.1-7, 2012.

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

VISENTAINER, J.V.; FRANCO, M.R.B. **Ácidos Graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. Ed. Varela, São Paulo, 2006.

YAMASAKI, M.; YANAGITA, T. Adipocyte response to conjugated linoleic acid. **Obesity Research & Clinical Practice**, v.7, p.235-242, 2013.

YANG, B.; CHEN, H.; STANTON, C.; ROSS, R.P.; ZHANG, H.; CHEN, Y.Q.; CHEN, W. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. **Journal of Functional Foods**, v.15, p.314-325, 2015.

ZOCK, P.L.; DE VRIES, J.H.M.; KATAN, M.B. Impact of Myristic Acid Versus Palmitic Acid on Serum Lipid and Lipoprotein Levels in Healthy Women and Men. **Arteriosclerosis and Thrombosis**, v.14, n.4, 1994.

ZONG, G.; LI, Y.; WANDERS, A.J.; ALSSEMA, M.; PETER, L.Z.; WILLET, W.C.; HU, F.B.; SUN, Q. Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. **BMJ**, 2016; 355:i5796.

WENG, W.; LEUNG, W.; PANG, Y.; HSU, H. Lauric acid can improve the sensitization of Cetuximab in KRAS/BRAF mutated colorectal cancer cells by retrievable microRNA-378 expression. **Oncology Reports**, v.35, p.107-116, 2016.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, p.343-358, 2008.

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

IV – CAPÍTULO II

CORRELAÇÃO DA DIETA ANIMAL, DESEMPENHO E ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE CORDEIROS POR ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.

Resumo - Objetivou-se melhorar a exposição e compreensão do conjunto de dados originais por redução de sua dimensionalidade, assim como promover a diferenciação ou o agrupamento das dietas experimentais, em função da relação entre as características de desempenho animal e qualidade de gordura da carne, por Análise de Componentes Principais (ACP). Vinte cordeiros Dorper x Santa Inês foram distribuídos entre quatro dietas experimentais: controle (C), ou dietas contendo caroço de algodão (CA), farelo de girassol (FG) ou torta de mamona (TM). Foi adotado um período experimental de 106 dias, nos quais foram coletados dados para o consumo de matéria seca (CMS) e ganho de peso total (GPT). Após este período, os animais foram abatidos. Amostras do músculo *Logissimus dorsi* (LD) foram tomadas para as análises de ácidos graxos e colesterol. Com a ACP, houve a obtenção de quatro componentes principais com autovalores superiores a 1. Juntos, guardaram 86,98% das informações contidas nos dados originais. As dietas C e CA tendem a proporcionar características similares de qualidade de gordura e desempenho animal. Todavia, as dietas FG e TM tendem a formar grupos isolados, com características de gordura e de desempenho distintas. As dietas C e CA favorecem a produção de carnes com maior concentração de AGPI n-6. A dieta FG acarreta em carnes com maior teor de AGS e colesterol. A dieta TM está relacionada à melhoria das características de desempenho e ao menor teor de colesterol. Em conclusão, com a ACP, houve a redução do conjunto de dados originais a um conjunto de interpretação mais simples, sem acarretar perda importante de informação. A TM, por proporcionar melhores características de desempenho animal e de qualidade de carne, foi o coproduto preferido para alimentação de cordeiros, nas proporções empregadas neste experimento.

Palavras-chave: ácidos graxos; análise de componentes principais; caroço de algodão; colesterol; farelo de girassol; torta de mamona.

RELATIONSHIP OF ANIMAL DIET WITH PERFORMANCE AND FATTY ACID IN LAMBS MEAT BY PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Abstract - The objective was to improve the exposure and comprehension of the original data set by reducing its dimensionality, as well as to promote the differentiation or grouping of experimental diets, as a function of the relation between animal performance and quality characteristics of meat fat by Principal Component Analysis (PCA). Twenty lambs were distributed into four experimental groups and fed a control diet (C), or diets containing cottonseed (CS), sunflower meal (SFM), and castor cake (CC). A 106-day experimental period was used to collect data on dry matter intake (IDM) and total weight gain (TWG). After this period, the animals were slaughtered. Samples of the *Logissimus dorsi* (LD) muscle were taken for analyzes of fatty acids and cholesterol. With PCA, four main components were obtained with eigenvalues greater than 1. Together, they stored 86,98% of the information contained in the original data. The diets C and CS tend to provide similar fat quality and animal performance characteristics. However, SM and CC diets tend to form isolated groups with distinct fat and performance characteristics. The diets C and CS favor the production of meat with higher concentration of n-6 PUFA. The SFM diet entails meats with higher SFA and cholesterol levels. The CC diet is related to the performance characteristics improvement and lower cholesterol content. In conclusion, with the PCA, the original data set was reduced to a simpler set of interpretation, without entailing a significant loss of information. The CC diet was the preferred co-product for lamb feeding by providing better animal performance and meat quality characteristics in the proportions employed in this experiment.

Key words: castor cake, cholesterol, cottonseed, fatty acids, principal component analysis, sunflower meal.

4.1. INTRODUÇÃO

A quantidade e a qualidade da gordura em produtos de origem animal vêm sendo bastante questionadas sob o ponto de vista de saúde humana. A carne de ruminantes, em particular a de ovinos, é basicamente constituída por 45% a 54% de ácidos graxos saturados (AGS), 39% a 47% de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e 5% a 11% de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) (Carneiro et al., 2016; Liu et al., 2015; Alizadeh et al., 2013; D'Alessandro et al., 2012).

Destes, os AGS estão relacionados ao aumento do colesterol sanguíneo (Noto et al., 2016), enquanto que os AGPI n-6, que representam cerca de 87% de todos os AGPI na carne ovina (Paim et al., 2014), apresentam ação pró-inflamatória. A redução da concentração desses ácidos graxos deletérios à saúde, do colesterol, assim como o aumento da participação dos AGPI n-3, com efeito anti-inflamatório (Grosso et al., 2014; Patterson et al., 2012; Simopoulos, 2010), faz-se importante para melhoria da fração gordurosa da carne.

Algumas estratégias vêm sendo utilizadas buscando a obtenção de uma gordura da carne com melhor qualidade nutricional, como a manipulação da dieta animal. Existe, hoje, uma variedade de alimentos com potencial para modificação do perfil lipídico tecidual e que pode ser utilizada na alimentação de ovinos, como, por exemplo, os coprodutos do processamento de oleaginosas: torta de mamona (Alves et al., 2016; Pompeu et al., 2012) e o farelo de girassol (Louvandini et al., 2007; Irshaid et al., 2003), e os da indústria têxtil, como o caroço de algodão (Paim et al., 2014; Dayani et al., 2011).

Entretanto, o processo de inserção de produtos alternativos na alimentação animal deve buscar, assim como a melhoria da qualidade da carne, a manutenção ou o ganho em termos de desempenho animal. Com isso, o estudo da relação entre as variáveis de campo e os dados de qualidade de carne é extremamente importante para equacionar a melhor dieta a ser empregada na alimentação animal.

Uma ferramenta estatística importante e capaz de avaliar simultaneamente mais de uma medida em indivíduos ou objetos sob investigação é a técnica multivariada de Análise de Componentes Principais (ACP). Essa análise permite descrever um grande número de variáveis originais a partir de um menor número de variáveis hipotéticas (componentes principais), sem perda significativa da informação original (Pacheco et al., 2013; Hair Jr, 2010; Schneeweiss e Mathes, 1995).

Assim, objetivou-se, com o presente estudo, melhorar a exposição e a compreensão do conjunto de dados originais por redução de sua dimensionalidade, assim como promover a diferenciação ou o agrupamento das dietas experimentais, em função da relação entre as características de desempenho animal e a qualidade de gordura da carne, por Análise de Componentes Principais.

4.2.MATERIAL E MÉTODOS

Todo o procedimento experimental envolvendo animais foi realizado após aprovação pelo Conselho de Ética do Uso de Animais - CEUA da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Protocolo N° 24/2013.

4.2.1. Animais e dietas experimentais

O estudo foi realizado no município de Itapetinga, BA, Brasil. A região está localizada a 15° 14' 56" de latitude sul, 40° 12' 10" de longitude oeste e 270 m de altitude. Foram utilizados 20 cordeiros F1 Dorper x Santa Inês, castrados, com idade aproximada de 90 dias e peso corporal médio de $20,1 \pm 2,5$ kg. O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo os animais distribuídos entre quatro dietas experimentais (tratamentos), perfazendo um total de cinco animais (repetições) por dieta; os animais foram confinados em baias individuais de 1,5m x 1,0m, dotadas de cocho e bebedouro, em estábulo coberto.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas de acordo com Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRC, 2007, Washington DC, USA), para ganho médio diário de 200 g. Foi utilizado concentrado convencional (dieta controle - C) à base de milho moído, farelo de soja, ureia e suplemento mineral, com substituição parcial do farelo de soja e do milho, em percentual de matéria seca, por três coprodutos agroindustriais, caracterizando os demais tratamentos: caroço de algodão (CA), farelo de girassol (FG) ou torta de mamona (TM) destoxificada com solução aquosa de hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2 \text{ 1:10 (w/v)}]$ (Oliveira et al., 2007); as dietas foram formuladas mantendo-se um balanço proteico e energético e com uma relação volumoso:concentrado de 50:50, sendo o volumoso o feno de capim Tifton 85 (*Cynodon* spp).

As dietas foram fornecidas *ad libitum* em uma quantidade de 4,5 % do peso corporal, na forma de mistura completa. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em porções iguais, às 7:00 h e às 15:00 h, admitindo 20 % de sobras; o total fornecido foi ajustado diariamente em função da quantidade das sobras do dia anterior, a fim de proporcionar um consumo voluntário.

Tabela 1: Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

	Dietas			
	C	CA	FG	TM
Ingredientes (g kg⁻¹ matéria seca)				
Feno de Tifton 85	500,0	500,0	500,0	500,0
Milho Moido	365,0	305	345,0	345,0
Farelo de Soja	120,0	80,0	60,0	60,0
Caroço de Algodão	-	100,0	-	-
Farelo de Girassol	-	-	80,0	-
Torta de Mamona	-	-	-	80,0
Uréia	10,0	10,0	10,0	10,0
Suplemento Mineral ¹	5,0	5,0	5,0	5,0
Composição Química (g kg⁻¹ matéria seca)				
Matéria Seca	861,8	866,3	874,4	858,1
Matéria Orgânica	944,1	942,8	942,9	936,7
Proteína Bruta	166,8	166,6	165,6	166,9
Extrato Etéreo	28,5	23,4	20,2	22,1
Matéria Mineral	55,9	57,2	57,1	63,3
Fibra em Detergente Neutro	591,1	594,8	571,1	579,3
Fibra em Detergente Ácido	313,7	331,1	318,1	323,9
Carboidratos não fibrosos	317,7	317,5	339,9	341,4
Carboidratos Totais	748,8	752,8	757,1	747,7

¹Composição (por kg de suplemento)=Cálcio-155g, Fósforo-65g, Sódio-155g, Enxofre-12g, Magnésio-6g, Cobre-100mg, Cobalto-175mg, Ferro-1000mg, Iodo-175mg, Manganês-1400mg, Selênio-27mg, Zinco-6000mg, Níquel-42mg, Flúor-650mg.

C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona.

Fonte: Silva (2015)

Foi adotado um período experimental de 106 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às condições experimentais (dieta e manejo) e 92 dias de coleta de dados; durante o período de adaptação, os animais foram identificados e vermifugados.

4.2.2. Consumo e Desempenho Animal

Os dados de consumo de matéria seca e de desempenho utilizados na análise estatística foram extraídos da tese de Silva (2015), conforme tabela 9.

4.2.3. Abate dos Animais e Obtenção das Carnes

Ao final do período experimental, os animais foram mantidos em jejum sólido e hídrico por 16 horas e, após, submetidos ao procedimento de abate, de acordo com as

normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal- RIISPOA (Brasil, 1997).

O abate foi realizado pelo método de insensibilização por concussão cerebral, seguido por sangria, pelo corte das veias jugular e carótida. Após, os animais foram esfolados e eviscerados, com posterior retirada das patas, cabeça e testículos, para obtenção de sua carcaça inteira. As carcaças inteiras foram conduzidas à câmara fria, a uma temperatura de 4°C, por 24 horas.

Após este período, as carcaças inteiras foram seccionadas longitudinalmente, e, da meia carcaça direita, retirada a carne do músculo *Longissimus dorsi* (LD). Imediatamente após remoção, a amostra foi recoberta com filme plástico de policloreto de vinila (PVC), envoltas em papel alumínio, identificada, acondicionada em embalagem plástica de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e submetida a congelamento (-10°C) até a realização das análises físico-químicas.

Tabela 9: Consumo de matéria seca e parâmetros de desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês submetidos a dietas experimentais com coprodutos agroindustriais.

Parâmetros	Dietas				Média ± EPM	Pr>F
	C	CA	FG	TM		
PVI (kg)	19,58	19,59	21,02	19,20	20,07±0,55	0,300
PVF (kg)	34,27 ^b	35,67 ^{ab}	35,89 ^{ab}	38,51 ^a	36,08±0,57	0,047
GMD (kg dia⁻¹)	0,16 ^{ab}	0,17 ^{ab}	0,15 ^b	0,21 ^a	16,05±0,69	0,020
GPT (kg)	14,86 ^{ab}	16,08 ^{ab}	13,97 ^b	19,31 ^a	0,17±0,01	0,020
CMS						
(kg dia ⁻¹)	1,08	1,07	1,09	1,26	1,13±0,04	0,256
(%PC)	3,92 ^b	3,65 ^b	3,88 ^b	4,45 ^a	3,98±0,09	0,002
g (Kg ⁻¹) ^{-0.75}	89,60 ^b	84,74 ^b	89,50 ^b	102,47 ^a	91,58±1,90	0,001

Média (n=5)±Erro Padrão da Média; médias seguidas pela mesma letra (a-b), nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey. C=Controle; CA=Caroço de Algodão; FG=Farelo de Girassol; TM=Torta de Mamona; PVI=Peso Vivo Inicial; PVF=Peso Vivo Final; GMD= Ganho Médio Diário; GPT= Ganho de Peso Total; CMS= Consumo de Matéria Seca.

Fonte: Silva (2015)

4.2.4. Análises Físico-Químicas

4.2.4.1. Perfil e Quantificação de Ácidos Graxos

A fração lipídica do LD foi obtida pelo método Bligh e Dyer (1959), enquanto que, para as dietas experimentais, utilizou-se a metodologia proposta por Folch, Stanley e Lee (1957).

Após extração, os lipídeos foram transesterificados (método 5509; ISO, 1978) para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG). Aproximadamente 200 mg de gordura foram pesadas em um tubo de vidro com tampa rosqueável, e os seguintes reagentes adicionados: 2 mL de n-heptano; 1 mL de uma solução a 2 mg mL⁻¹ do padrão interno tridecanoato de metila (C13:0); e 2 mL de uma solução a 2 M de KOH em metanol. O tubo foi fechado, agitado vigorosamente por 5 min e deixado em repouso durante 1 h para separação das fases. Uma alíquota de cerca de 1,5 mL foi transferida para um vial e estocada a -10 °C até as análises cromatográficas.

OS EMAG foram analisados usando um cromatógrafo a gás (Varian CP-38000) equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP-SIL 88 (100 m, 0,25 mm diâmetro interno e 0,2 µm de espessura). O tempo total da análise cromatográfica foi 71,25 min, dividido em três rampas de aquecimento, como segue: 120 °C (10 min), 190 °C (3 °C min⁻¹, 5 min); 210 °C (1 °C min⁻¹); and 240 °C (10 °C min⁻¹, 10 min). A temperatura do injetor e detector foram, respectivamente, 250 e 290 °C, a razão de divisão da amostra 1:120 e o volume de injeção 1,0 µL.

A identificação dos ácidos graxos das dietas experimentais (Tabela 2) e do LD foi baseada por comparação do tempo de retenção dos EMAG da amostra com uma mistura padrão de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (18919 Supelco, EUA) e isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O5632 Sigma, EUA).

A quantificação dos ácidos graxos (AG) em g 100 g⁻¹ de lipídeos totais (LT) deu-se em relação ao padrão interno tridecanoato de metila (C13:0) da Sigma. Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme equação proposta por Visentainer e Franco (2006):

$$AG \text{ (g 100 g}^{-1}\text{)} = \frac{A_x \cdot M_{13:0} \cdot F_{RT}}{A_{13:0} \cdot M_A \cdot F_{CT}}$$

Onde:

- A_x Área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos
- $A_{13:0}$ Área do padrão interno;
- $M_{13:0}$ Massa do padrão interno adicionado a amostra (mg);
- M_A Massa da amostra (g);
- F_{RT} Fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos (AG)
- F_{CT} Fator de conversão para expressar os resultados em mg de AG g⁻¹ de LT.

Tabela 2: Teores médios de ácidos graxos dos concentrados e volumoso utilizados nas dietas experimentais.

Ácidos Graxos (g 100 g ⁻¹)	C	CA	FG	TM	Volumoso*
C12:0 (ácido láurico)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
C14:0 (ácido mirístico)	0,04	0,35	0,07	0,08	0,30
C15:0 (ácido pentadecílico)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
C16:0 (ácido palmítico)	11,91	16,08	10,36	11,44	7,61
C16:1 (ácido palmitoleico)	0,11	0,26	0,13	0,12	0,19
C17:0 (ácido margárico)	0,07	0,09	0,08	0,09	0,19
C17:1 (ácido heptadecanóico)	0,00	0,03	0,09	0,02	0,00
C18:0 (ácido esteárico)	1,95	2,10	1,98	1,97	2,38
C18:1 n9t (ácido eleídico)	0,00	0,12	0,00	0,02	0,00
C18:1 n9c (ácido oleico)	24,84	19,37	24,59	22,96	5,15
C18:2 n6c (ácido linoleico)	34,90	39,35	30,34	28,58	4,01
C20:0 (ácido araquídico)	0,49	0,32	0,43	0,46	0,35
C20:1 (ácido gadoleico)	0,18	0,10	0,17	0,16	0,00
C18:3 n3 (ácido linolênico)	1,18	0,60	0,79	0,79	6,49
C22:0 (ácido bahênico)	0,22	0,15	0,23	0,20	0,39
C20:3 n6 (ácido di-homo- γ -linolênico)	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
C20:4 n6 (ácido araquidônico)	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08
C24:0 (ácido lignocérico)	0,19	0,12	0,18	0,18	0,39
C22:6 n3 (ácido docosahexanóico)	0,04	0,01	0,04	0,06	0,00
AGS (Ácidos Graxos Saturados)	14,88	19,21	13,34	14,49	11,84
AGPI (Ácidos Graxos Poli-insaturados)	36,14	39,96	31,18	29,43	10,58

*Feno de Capim Tifton-85; C=controle; CA=caroço de algodão; FG=farelo de girassol; TM= torta de mamona.

Os ácidos graxos, depois de identificados e quantificados, foram utilizados para determinação da quantidade total (g 100 g⁻¹) de ácidos graxos saturados (\sum AGS), monoinsaturados (\sum AGMI), poli-insaturados (\sum AGPI), \sum AGPI n-3 e \sum AGPI n-6. Alguns índices de importância nutricional foram também calculados, incluindo a razão entre os \sum AGPI n-6 e \sum AGPI n-3 (n-6/n-3) e a razão entre os AGPI e os AGS (P/S), segundo equação proposta por Enser et al. (1996). As equações encontram-se dispostas abaixo:

$$n-6/n-3 = \frac{\sum \text{AGPI n-6}}{\sum \text{AGPI n-3}}$$

$$P/S = \frac{C18:2n6c + C18:3n3}{C14:0 + C16:0 + C18:0}$$

Onde C18:2n6c=ácido linoleico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C18:3n3=ácido linolênico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C14:0=ácido mirístico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C16:0=ácido palmítico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), C18:0=ácido esteárico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$).

4.2.4.2. Colesterol

A análise do colesterol foi realizada nas amostras de carne em 2 etapas: preparo da amostra (saponificação direta e extração da fração insaponificável), de acordo com as metodologias proposta por Saldanha et al. (2004 e 2006), com algumas modificações, e quantificação cromatográfica do colesterol.

Em um tubo de ensaio com tampa rosqueável, adicionaram-se 2g de carne, previamente triturada, 4 mL de uma solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) 50% e 6mL de álcool etílico P.A. Após, a mistura foi agitada em vórtex por 1 min e deixada em repouso, na ausência da luz, por 22 horas, para a completa reação de saponificação. Seguidamente, foram adicionados 5mL de água destilada e 10mL de hexano P.A., e os tubos novamente agitados por 5 minutos, quando foram deixados em repouso por 1 hora, na ausência da luz, até a separação das fases. A fração hexânica superior foi coletada, transferida para um balão de fundo chato e evaporada em rotavapor (banho-maria a 33-34°C). O resíduo remanescente no balão, após evaporação, foi diluído em 2,5mL da fase móvel (acetonitrila:isopropanol na proporção de 85:15, grau de pureza cromatográfico), filtrado, com o auxílio de uma seringa, em um microfiltro (CHROMAFIL®) de 25mm, com membrana filtrante de Politetrafluoroetileno (PTFE) e porosidade de 0,45 μm , e analisado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) para quantificação do colesterol.

Foi utilizado um cromatógrafo líquido (Shimadzu), com uma coluna analítica C18 (15cm x 4,6mm x 5 μm), acoplado a um detector de arranjo de diodos a 202 nm. A temperatura do forno foi ajustada para 40°C, e o tempo de análise a 10min. A fase móvel utilizada foi acetonitrila:isopropanol 85:15 (v/v), com vazão constante de 2,0 mL min^{-1} . Foram realizadas injeções de 100 μL , em duplicata, e as áreas dos picos do colesterol determinadas através do software LCSolution®. O colesterol foi identificado através da comparação do tempo de retenção dos picos das amostras com o do padrão colesterol (Cholesterol, cód. C8667 - Sigma-Aldrich®). A quantificação foi realizada integrando-se as áreas dos picos obtidos e calculada sua concentração ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) por

uma equação de reta obtida através de uma curva padrão, montada com o padrão de colesterol.

4.2.5. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise multivariada de Componentes Principais, fazendo-se uso do programa Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais foi, inicialmente, conduzida por matriz de covariâncias. Nesta, foi verificada uma diferença acentuada na variância das variáveis em estudo, com valor máximo de 15,52 e mínimo de aproximadamente 0,0, conforme observado na diagonal da matriz (Tabela 10).

Tabela 10: matriz de covariâncias.

	AGS	AGMI	AGPI	P/S	n-3	n-6	n-6/n-3	Col	GPT	CMS
AGS	12,16	5,86	0,31	-0,01	0,01	0,22	0,89	6,13	-1,27	-0,08
AGMI	5,86	15,52	-0,26	-0,01	-0,01	-0,29	-1,63	5,36	-0,73	0,02
AGPI	0,31	-0,26	0,12	0,00	0,01	0,11	0,32	-0,08	-0,55	-0,02
P/S	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	-0,01	0,00
n-3	0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,01	-0,02	0,00
n-6	0,22	-0,29	0,11	0,00	0,00	0,10	0,36	-0,11	-0,51	-0,02
n-6/n-3	0,89	-1,63	0,32	0,01	-0,03	0,36	4,56	-1,40	-2,24	-0,07
Col	6,13	5,36	-0,08	-0,01	0,01	-0,11	-1,40	11,29	-3,33	-0,13
GPT	-1,27	-0,73	-0,55	-0,01	-0,02	-0,51	-2,24	-3,33	9,63	0,32
CMS	-0,08	0,02	-0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,07	-0,13	0,32	0,03

AGS=Ácidos Graxos Saturados; AGMI=Ácidos Graxos Monoinsaturados; AGPI=Ácidos Graxos Poli-insaturados; n-3= \sum AGPI n-3; n-6= \sum AGPI n-6; P/S=(C18:2n6+C18:3n3)/(C14:0+C16:0+C18:0); n6/n3= \sum AGPI n-6/ \sum AGPI n-3; Col=Colesterol; GPT=Ganho de Peso Total; CMS= Consumo de Matéria Seca.

Com isso, foi necessária a padronização das variáveis originais a uma variância unitária, fazendo-se uso da matriz de correlação (Mingoti, 2005; Borgognone et al., 2001) (Tabela 11).

Tabela 11: Matriz de Correlação.

	AGS	AGMI	AGPI	P/S	n-3	n-6	n-6/n-3	Col	GPT	CMS
AGS	1,00									
AGMI	0,43	1,00								
AGPI	0,26	-0,20	1,00							
P/S	-0,42	-0,54*	0,71*	1,00						
n-3	0,06	-0,09	0,60*	0,37	1,00					
n-6	0,20	-0,23	0,98*	0,74*	0,53*	1,00				
n-6/n-3	0,12	-0,19	0,44	0,43	-0,43	0,53	1,00			
Col	0,52*	0,40	-0,07	-0,34	0,05	-0,10	-0,19	1,00		
GPT	-0,12	-0,06	-0,52	-0,53*	-0,20	-0,52*	-0,34	-0,32	1,00	
CMS	-0,14	0,03	-0,33	-0,30	-0,16	-0,34	-0,19	-0,23	0,60*	1,00

* $P < 0,05$; AGS=Ácidos Graxos Saturados; AGMI=Ácidos Graxos Monoinsaturados; AGPI=Ácidos Graxos Poli-insaturados; n-3= \sum AGPI n-3; n-6= \sum AGPI n-6; P/S=(C18:2n6+C18:3n3)/(C14:0+C16:0+C18:0); n6/n3= \sum AGPI n-6/ \sum AGPI n-3; Col=Colesterol; GPT=Ganho de Peso Total; CMS= Consumo de Matéria Seca.

Partindo-se da matriz de correlação, os autovalores dos componentes principais foram estabelecidos, com suas respectivas representatividades das variações dos resultados originais (Tabela 12).

Tabela 12: Autovalores e percentual da variância explicada e cumulativa ao longo dos Componentes Principais (CP).

CP	Autovalores	Variância Explicada (%)	Variância Cumulativa (%)
1	3,88	38,82	38,82
2	2,28	22,80	61,62
3	1,46	14,63	76,25
4	1,07	10,74	86,98
5	0,59	5,86	92,84
6	0,49	4,86	97,70
7	0,18	1,82	99,52
8	0,04	0,39	99,91
9	0,01	0,08	99,99
10	0,00	0,01	100,00

Dos componentes principais gerados, foram mantidos, no experimento, apenas os quatro primeiros, por apresentarem autovalores superiores a 1, conforme critério estabelecido por Kaiser para uma matriz de correlação (Mingoti, 2005; Ledesma e Valero-Mora, 2007). Juntos, esses componentes principais guardaram 86,98% das informações contidas nos dados originais (Tabela 12), promovendo, assim, uma simplificação estrutural dos dados, ao mesmo tempo que preservou as informações originais.

A primeira componente principal (CP1), que equivale a 38,82% da variação total dos dados (Tabela 12), é representada, principalmente, pelas variáveis originais de maiores pesos: n-6 (-0,94) e AGPI (-0,93) (Tabela 13); o agrupamento destas variáveis em uma determinada CP já era esperado, tendo em vista a correlação significativa ($P < 0,05$) entre elas (Tabela 11). Dessa forma, a CP1 reflete, fundamentalmente, os ácidos graxos poli-insaturados, particularmente os AGPI n-6, de ação pró-inflamatória (Grosso et al., 2014; Patterson et al., 2012); os AGPI n-6 contribuíram com aproximadamente 80% de todos os AGPI (dados não apresentados).

A CP2, com 22,80% da variação total dos dados (Tabela 12), apresentou como variáveis predominantes o colesterol (-0,82) e os AGS (0,80) (Tabela 13). Tais variáveis possuem correlação significativa e diretamente proporcional (Tabela 11). Assim, a CP2 pode ser interpretada como um índice negativo de qualidade da gordura da carne, tendo

em vista que o aumento do colesterol sanguíneo vem sendo relacionado ao consumo de ácidos graxos saturados (AGS) (Noto et al., 2016).

Tabela 13: Pesos das variáveis em estudo nos 4 primeiros componentes principais (CP).

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4
AGS	-0,04	-0,80	0,12	0,37
AGMI	0,35	-0,68	0,04	0,11
AGPI	-0,93	-0,13	-0,13	0,31
P/S	-0,87	0,40	-0,03	-0,16
n-3	-0,49	-0,14	-0,85	0,07
n-6	-0,94	-0,07	-0,04	0,29
n-6/n-3	-0,52	0,10	0,81	0,24
Col	0,11	-0,82	-0,03	-0,23
GPT	0,68	0,39	-0,17	0,43
CMS	0,51	0,36	-0,14	0,57

AGS=Ácidos Graxos Saturados; AGMI=Ácidos Graxos Monoinsaturados; AGPI=Ácidos Graxos Poli-insaturados; n-3= \sum AGPI n-3; n-6= \sum AGPI n-6; P/S=(C18:2n6+C18:3n3)/(C14:0+C16:0+C18:0); n6/n3= \sum AGPI n-6/ \sum AGPI n-3; Col=Colesterol; GPT=Ganho de Peso Total; CMS= Consumo de Matéria Seca.

A CP3, com representação de 14,63% das variações originais (Tabela 12), é basicamente uma comparação entre o grupamento de AGPI n-3 (-0,85), de ação anti-inflamatória, e a relação n-6/n-3 (0,81) (Tabela 13), que, em valores elevados, está associada ao aumento do risco de doenças crônicas inflamatórias (Grosso et al., 2014; Patterson et al., 2012).

Por fim, a CP4 pode ser interpretada como um índice de consumo e desempenho animal, uma vez que as variáveis de maiores pesos foram o CMS (0,57) e o GPT (0,43) (Tabela 13); estas variáveis apresentaram correlação significativa e diretamente proporcional (Tabela 11). Segundo Pompeu et al. (2012) e Sniffen et al. (1993), o consumo de matéria seca pode ser determinante para o aporte de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e ganho de peso dos animais.

Ao se analisar o gráfico de dispersão das dietas experimentais entre as duas primeiras componentes principais (Figura 2a), observa-se que as dietas C e CA tendem a formar um único grupo, com características similares de qualidade de gordura e desempenho animal; enquanto as dietas FG e TM tendem a formar grupos isolados, com características de gordura e desempenho distintas.

Ao relacionarmos, ao longo do eixo da abcissa (CP1), as Figuras 2a e 2b, observa-se que as dietas C e CA tendem a proporcionar, principalmente, gorduras com maior índice de ácidos graxos pró-inflamatórios (AGPI n-6), comparadas às dietas FG e TM. Tal resultado pode ser justificado pelo maior fornecimento de ácido linoleico

(C18:2n6) pelas dietas C e CA, em relação às dietas FG e TM (Tabela 2). O C18:2n6 é considerado um ácido graxo essencial e precursor dos AGPI n-6 (Syadati et al., 2012).

Quando a análise é realizada pelo eixo das ordenadas (CP2), verifica-se que a dieta FG leva à produção de uma gordura mais saturada e com maior teor de colesterol, comparada às dietas C, CA e TM. Destas, a dieta TM apresenta, basicamente, todos os seus pontos na escala positiva da CP2, indicando a menor contribuição para a elevação do colesterol.

De acordo com Sandvig e van Deurs (2002) e Grimmer et al. (2000), a concentração de colesterol na membrana plasmática está intimamente relacionada ao transporte intracelular de ricina. Grimmer et al. (2000) relatam que a remoção de colesterol da membrana plasmática, além de reduzir a endocitose da ricina – que, uma vez no interior da célula, apresenta efeito tóxico –, aumenta a degradação desta em 40%. Assim, uma possível presença residual de ricina na torta de mamona, mesmo após tratamento para destoxificação, pode ter promovido modificações na síntese tecidual de colesterol, afim de reduzir a endocitose e aumentar a degradação da ricina.

Ademais, analisando-se por quadrantes, nota-se que a dieta TM está relacionada a maiores valores para CMS e GPT, estando, portanto, associada a melhores características de desempenho animal. Aumento do CSM com a inclusão de TM na dieta de ovinos pode estar associado à melhoria da palatabilidade da dieta (Gowda et al., 2009).

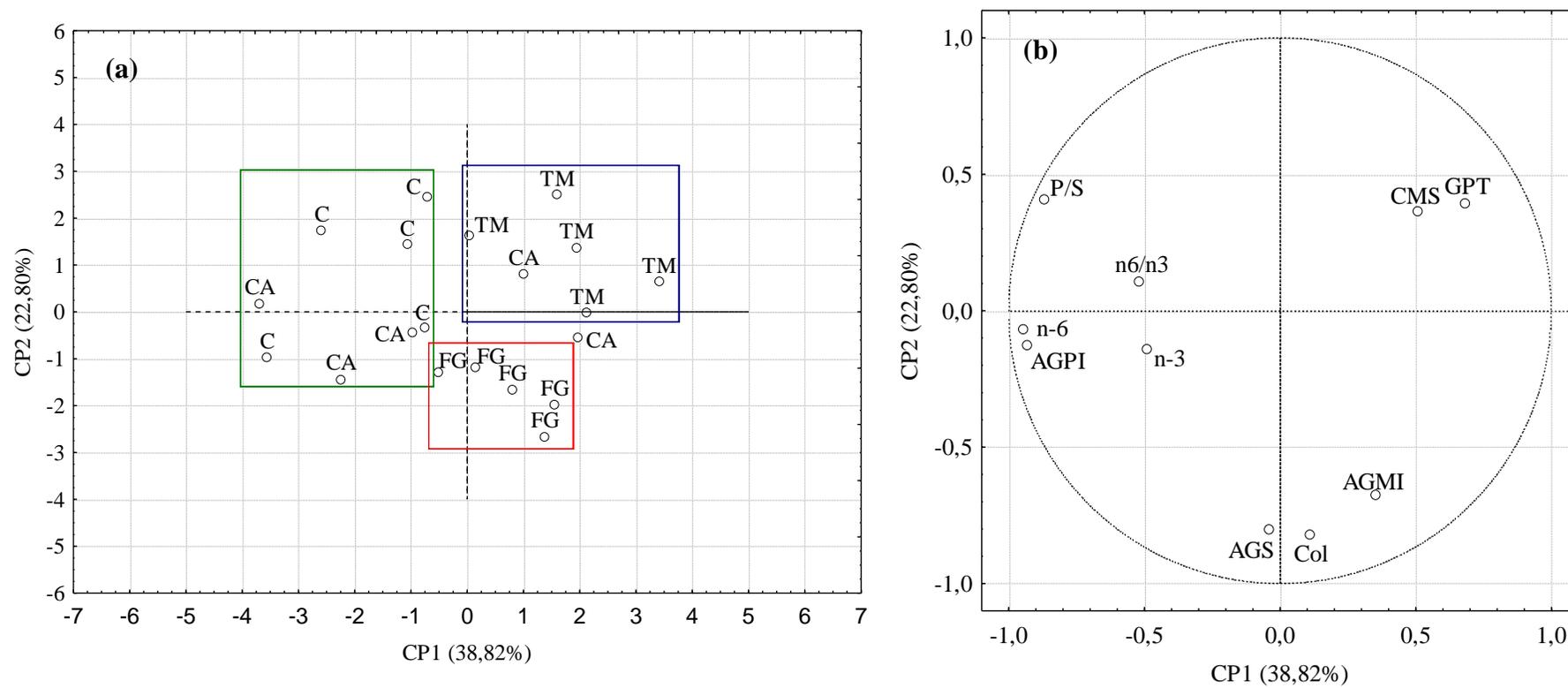


Figura 2: Distribuição das dietas experimentais (a) e pesos das variáveis em estudo (b) entre os dois primeiros componentes principais.

4.4. CONCLUSÃO

Com a análise de componentes principais, foi possível não só a redução do conjunto de dados originais a um conjunto de interpretação mais simples, como também a diferenciação das dietas experimentais em razão das características de consumo, desempenho animal e modificação no perfil de ácidos graxos da carne.

Dentre as dietas estudadas, a TM proporcionou as melhores características de desempenho animal e qualidade da gordura da carne, sendo, portanto, o coproduto preferido para alimentação de cordeiros, nas proporções empregadas neste experimento.

4.5. REFERÊNCIAS

ALIZADEH, A.; SHAHNEH, A.Z.; YOUSEFI, A.R.; OMRAN, M.H.; CAMPBELL, A.W. Determining the effect of the fat-tail and carcass weight on meat fatty acid composition of Iranian lambs. **Small Ruminant Research**, v.115, p.34-39, 2013.

ALVES, F.J.L.; FERREIRA, M.A.; URBANO, S.A.; DE ANDRADE, R.P.X.; DA SILVA, A.E.M.; DE SIQUEIRA, M.C.B.; DE OLIVEIRA, J.P.F.; SILVA, J.L. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.4, p.145-150, 2016.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

BORGOGNONE, M. G.; BUSSI, J.; HOUGH, G. Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix? **Food Quality and Preference**, v.12, p.323–326, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. **Regulamento da Inspeção Industrial Sanitária de Produtos Origem Animal (RIISPOA)**. Aprovado pelo Decreto nº 30.691, de 29.03.1952, alterados pelos decretos nº 1255 de 25.06.1962, nº 1236 de 02.09.1994, nº 1812 de 08.02.1996 e nº 2224 de 04.06.1997. Brasília, 1997.

CARNEIRO, M.M.Y.; GOES, R.H.T.B.; DA SILVA, L.H.X.; FERNANDES, A.R.M.; DE OLIVEIRA, R.T.; CARDOSO, C.A.L.; HIRATA, A.S.O. Quality traits and lipid composition of meat from crossbreed Santa Ines ewes fed diets including crushed crambe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.6, p.319-327, 2016.

D’ALESSANDRO, A.G.; MAIORANO, G.; KOWALISZYN, B.; LOIUDICE, P.; MARTEMUCCI, G. How the nutritional value and consumer acceptability of suckling lambs meat is affected by the maternal feeding system. **Small Ruminant Research**, v.106, p.83-91, 2012.

DAYANI, O.; DADVAR, P.; AFSHARMANESH, M. Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v.97, p.48–54, 2011.

ENSER, M.; HEWITT, K.H.B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D. Fatty Acid Content and Composition of English Beef, Lamb and Pork at Retail. **Meat Science**, v.42, n.4, p.443-456, 1996.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

GOWDA, N.K.S.; PAL, D.T.; BELLUR, S.R.; BHARADWAJ, U.; SRIDHAR, M.; SATYANARAYANA, M.L.; PRASAD, C.S.; RAMACHANDRA, K.S.; SAMPATHA,

K.T. Evaluation of castor (*Ricinus communis*) seed cake in the total mixed ration for sheep. **J Sci Food Agric**, v.89, p.216-220, 2009.

GRIMMER, S.; IVERSEN, T.; VAN DEURS, B.; SANDVIG, K. Endosome to Golgi Transport of Ricin Is Regulated by Cholesterol. **Molecular Biology of the Cell**, v.11, p.4205-4216, 2000.

GROSSO, G.; GALVANO, F.; MARVENTANO, S.; MALAGUARNERA, M.; BUCOLO, C.; DRAGO, F.; CARACI, F. Omega-3 Fatty Acids and Depression: Scientific Evidence and Biological Mechanisms. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, p.1-16, 2014.

HAIR JR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate Data Analysis**. 7^a Ed. Pearson Prentice Hall, 2010.

IRSHAID, R.H.; HARB, M.Y.; TITI, H.H. Replacing soybean meal with sunflower seed meal in the ration of Awassi ewes and lambs. **Small Ruminant Research**, v.50, p.109–116, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Method ISO 5509**. Geneve: ISO, p.6, 1978.

LEDESMA, R. D.; VALERO-MORA. Determining the Number of Factors to Retain in EFA: an easy-to-use computer program for carrying out Parallel. **Analysis, Practical Assessment, Research & Evaluation**, v.12(2), p.1-11, 2007.

LIU, J.; GUO, J.; WANG, F.; YUE, Y.; ZHANG, W.; FENG, R.; GUO, T.; YANG, B.; SUN, X. Carcass and meat quality characteristics of Oula lambs in China. **Small Ruminant Research**, v.123, p.251-259, 2015.

LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; MCMANUS, C.; COSTA, D.M.; DE ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 297p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007. 362p.

NOTO, D.; FAYER, F.; CEFALÙ, A.B.; ALTIERI, I.; PALESANO, O.; SPINA, R.; VALENTI, V.; PITRONE, M.; PIZZOLANTI, G.; BARBAGALLO, C.M.; GIORDANO, C.; AVERNA, M.R. Myristic acid is associated to low plasma HDL cholesterol levels in a Mediterranean population and increases HDL catabolism by enhancing HDL particles trapping to cell surface proteoglycans in a liver hepatoma cell model. **Atherosclerosis**, v.246, p.50-56, 2016.

OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S.; et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: CONGRESSO DA REDE

BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ABIPTI, 2007. p.1-6. CD-ROM.

PACHECO, J.; CASADO, S.; PORRAS, S. Exact methods for variable selection in principal component analysis: Guide functions and pre-selection. **Computational Statistics and Data Analysis**, v.57, p. 95–111, 2013.

PAIM, T.P.; VIANA, P.; BRANDÃO, E.; AMADOR, S.; BARBOSA, T.; CARDOSO, C.; DANTAS, A.M.M.; DE SOUZA, J.R.; MCMANUS, CONCEPTA; ABDALLA, A.L.; LOUVANDINI, H. Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, v.116, p.71-77, 2014.

PATTERSON, E.; WALL, R.; FITZGERALD, G. F.; ROSS, R. P.; STANTON, C. Health Implications of High Dietary Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids. **Journal of Nutrition and Metabolism**, p.1-16, 2012.

POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S. S.; ROGÉRIO, M.C.P.; SOMBRA, W.A.; LOPES, M.N. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.726-733, 2012.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v.24(1), p.109-113, 2004.

SALDANHA, T.; SAWAYA, A.C.H.F.; EBERLIN, M.N.; BRAGAGNOLO, N. HPLC Separation and Determination of 12 Cholesterol Oxidation Products in Fish: Comparative Study of RI, UV, and APCI-MS Detectors. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.54, 4107-4113, 2006.

SANDVIG, K.; VAN DEURS, B. Transport of protein toxins into cells : pathways used by ricin, cholera toxin and Shiga toxin. **FEBS Letters**, v.529, p.49-53, 2002.

SCHNEEWEISS, H.; MATHES, H. Factor Analysis and Principal Components. **Journal of Multivariate Analysis**, v.55, p.105-124, 1995.

SILVA, A. M. 2015. Qualidade da carne de cordeiros dorper x santa inês submetidos a dietas contendo alimentos alternativos. **Tese (D.Sc.)**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil.

SIMOPULOS, A.P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. **OCL**, v.17, n.5, 2010.

SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S.; ROE, M.B.; SKIDMORE, A.L. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.

SYADATI, S.A.; MIRZAEI-AGHSAGHALI, A.; FATHI, H.; DAVUODI, J. Importance essential fatty acids (n-6 and n-3) in animal nutrition: I: Ruminant. **Annals of Biological Research**, v.3, n.2, p.1161-1176, 2012.

VISENTAINER, J.V.; FRANCO, M.R.B. **Ácidos Graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. Ed. Varela, São Paulo, 2006.

V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscamos, ao longo do trabalho, elucidar alguns fatores que norteiam a modificação do perfil de ácidos graxos da carne e, com isso, possibilitar o desenvolvimento de novas estratégias para melhoria nutricional desta, o que é de grande relevância para o fortalecimento da ovinocultura.

Muitos foram os obstáculos encontrados no decorrer do experimento, com destaque à dificuldade de recursos financeiros para a realização das análises. No entanto, as dificuldades foram superadas pelo companheirismo da equipe de trabalho, formada desde o início das análises, e pela parceria com outras instituições de ensino.

Como engenheiro de alimentos e mestre no estudo da ciência da carne, o Doutorado em Zootecnia permitiu a complementação e aperfeiçoamento de minha formação profissional, uma vez que vivenciei aspectos de campo os quais estão intimamente relacionados às características de qualidade da carne.

Finalmente, como todo trabalho científico, não completamente conclusivo, esta pesquisa acadêmica está sujeita a constantes aperfeiçoamentos. Entendemos que os resultados podem ser complementados por estudos que utilizem coprodutos com maior concentração de AGPI n-3, assim como as prováveis modificações dos ácidos graxos e colesterol após o preparo da carne para o consumo.